



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÓRTESES E PRÓTESES

Micaeli Ramos Pereira,
Faculdade Santo Antônio - FSA,
kaeliramos@hotmail.com

Resumo

A produção de órteses e próteses como produtos auxiliares e substitui dores, respectivamente, das funções cinesiológicas humanas, tornou-se uma necessidade inovadora e de suma importância para manter a qualidade de vida dos indivíduos necessitados destes mecanismos. Contrastando com a situação ambiental em que vivemos, nota-se que mundialmente há uma grande devastação dos recursos naturais, e, com o decorrer do tempo, surgiram métodos que podem amenizar ou até mesmo evitar a degradação ambiental, como a reciclagem. Baseando-se neste princípio, utilitários voltados a área da saúde podem ser vislumbrados a uma produção mais ecológica e com menor custo, promovendo benefícios não só ao meio ambiente, mas à população em geral. Desta maneira, o presente artigo objetiva relatar os atuais recursos utilizados para a produção de Órteses e Próteses de maneira sustentável. O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica realizada por meio de livros e artigos encontrados em plataformas científicas digitais voltados para a produção sustentável de Órteses e Próteses, utilizando como pesquisa os descritores: “órtese”, “prótese”, “sustentabilidade”, “Saúde” e “Tecnologia”. Materiais como a fibra de carbono e de vidro, polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), as impressoras 3D, softwares e aplicativos são materiais e métodos que permitem uma melhor funcionalidade e facilidade de produção das órteses e próteses, além de apresentar um valor de aquisição melhor para a população, comprovando a possibilidade de produzir equipamentos como estes, de maneira sustentável.

Palavras-chave: Órtese, Prótese, Saúde, Sustentabilidade, Tecnologia.

1. Introdução

Com a globalização constante, o homem passou a criar diferentes métodos e técnicas que viessem a complementar, facilitar e tornar mais ágil a vida cotidiana. Contudo, o foco mantido somente no ganho pecuniário e na geração de informação e de novas tecnologias gerou um descuido exacerbado com os recursos naturais.

A ocorrência de duas guerras mundiais no século XX gerou uma disputa pelo desenvolvimento de tecnologias que, apesar de gerar destruição, serviu para a melhoria da vida das pessoas. No entanto, essa corrida tecnológica causou a degradação da natureza e evidenciou novas desigualdades. (LORENZETTI et al., 2012)

Lorenzetti et al. (2012) relatam que os temas tecnologia e inovação tecnológica estão em pauta nos meios de comunicação, em pesquisas empresariais e governamentais e em diversas organizações sociais, inclusive com grande ascendência na área da saúde. Os mesmos auto-res chamam atenção para os recursos e instrumentos tecnológicos utilizados hoje em dia, como energia elétrica, automóvel, avião, computador, telefone fixo e móvel, televisão e internet.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

O avanço tecnológico permitiu que as atividades diárias que executamos fossem realizadas de maneira mais prática, rápida e eficiente, influenciando desta maneira no processo contínuo de pesquisas que conferissem novas descobertas voltadas para a garantia de uma melhor qualidade de vida para o ser humano, no entanto, afastando-se da responsabilidade ambiental e sustentável para com o planeta e a sociedade, o que acarretou numa degradação extrema do meio ambiente.

Evoluir sustentavelmente tornou-se um desafio coletivo árduo, que demanda de uma necessidade crítica de contornar os grandes desgastes ambientais já causados de modo econômico, assegurando uma vivência humana digna para todos. Lorenzetti et al. (2012), trazem a concepção do paradigma de sustentabilidade que surgiu propondo a superação do império econômico, equilibrando a dimensão econômica com justiça social, proteção e recuperação ambiental, paradigma este que gerou em 2000 uma formulação dos oito objetivos para o desenvolvimento do milênio pela Organização das Nações Unidas (ONU) a serem alcançados até 2015, dentre os quais estava promover a qualidade de vida e respeito ao meio ambiente.

A agenda 2030, proposta pela Organização da Nações Unidas, estabelece 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável, entre os quais está garantir o acesso à água potável, às energias renováveis e mais baratas e promover a construção de cidades sustentáveis, objetivos que devem ser implementados por todos os países até o ano de 2030. (MELO, 2017)

Lorenzetti et al. (2012) relatam que a tecnologia tanto produziu teorias científicas que a explicam e sustentam quanto deriva da ciência pura que produz conhecimentos aplicáveis. Segundo os mesmos autores, os avanços tecnológicos na saúde apresentam seus resultados ao trazer benefícios e rapidez no diagnóstico e tratamento das doenças. A tecnologia moderna continuamente criada e transformada pelo ser humano a seu próprio serviço, não só melhorou a forma de resolver recorrentes problemas, como pôde fornecer melhores condições de vida e saúde para as pessoas.

A ideia de doença como disfunção de uma parte, órgão ou sistema do corpo, fez desenvolver no indivíduo uma visão focada apenas num único sistema ou em parte dele para diagnóstico e tratamento, tendo o hospital como espaço assistencial privilegiado. O hospital e as clínicas são o panorama dos grandes avanços da ciência moderna, fazendo uso de métodos e tecnologias sofisticadas tanto no diagnóstico quanto no tratamento das enfermidades. O setor saúde tem sido passível à inclusão tecnológica material com finalidade terapêutica, diagnóstica e de qualidade de vida, através de conhecimentos e produtos da informática, novos equipamentos e materiais. (LORENZETTI et al., 2012)

A produção de órteses e próteses como produtos auxiliares e substitui dores, respectivamente, das funções cinesiológicas humanas, tornou-se uma necessidade inovadora e de suma importância para manter a qualidade de vida dos indivíduos necessitados destes mecanismos. Mas como metodologias tecnológicas de saúde como estas podem beneficiar a população com sustentabilidade? Contrastando com a situação ambiental em que vivemos, nota-se que mundialmente há uma grande devastação dos recursos naturais, e, com o decorrer do tempo, surgiram métodos que podem amenizar ou até mesmo evitar a degradação ambiental, como a reciclagem. Baseando-se neste princípio, utilitários voltados a área da saúde podem ser vislumbrados a uma



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

produção mais ecológica e com menor custo, promovendo benefícios não só ao meio ambiente, mas à população em geral. Desta maneira, o presente artigo objetiva relatar os atuais recursos utilizados para a produção de Órteses e Próteses de maneira sustentável.

2. Fundamentação teórica

2.1 Tecnologia e Saúde

Segundo Lorenzetti et al. (2012), são admiráveis e em crescimento contínuo os investimentos em avanços e novas descobertas tecnocientíficas na área da saúde, como medicamentos, vacinas, próteses, órteses, robôs cirúrgicos, prontuário eletrônico e etc. Falando de tecnologias de atenção à saúde, os mesmos autores apresentam seus incluíntes como os medicamentos, equipamentos, procedimentos técnicos, sistemas organizacionais, educacionais e de suporte, programas e protocolos assistenciais, que prestam à população atenção e cuidados com a saúde.

De acordo com o Ministério da Saúde (2010), o desenvolvimento, a incorporação e a utilização de tecnologias nos sistemas de saúde, assim como a sua sustentabilidade, estão inseridos em contextos sociais e econômicos, que provêm da contínua produção e consumo de bens e produtos.

A tecnologia assistiva (TA) engloba recursos, estratégias, metodologias, práticas, produtos e serviços que objetivam gerar qualidade de vida e inclusão social para pessoas com incapacidades e deficiência. Refere-se a toda a sucessão de produtos e serviços que auxiliam na ampliação e melhoria da capacidade de pessoas com algum tipo de deficiência, promovendo assim uma maior independência para exercer suas atividades rotineiras de forma natural e mais integradas à sociedade. A TA deve ser entendida como um auxílio que originará a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou permitirá a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento (BERSH, 2017).

Um exemplo de como a tecnologia tem contribuído para a melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência é o estudo de novos materiais e aplicações, que colaboram para o desenvolvimento de novos equipamentos ou próteses com melhor qualidade para pessoas com deficiência a um menor custo. O ganho de leveza, melhores condições de locomoção e principalmente a personalização de acordo com os diferentes estereótipos vêm promovendo conforto aos usuários. (MELO, 2017)

Um dos objetivos da Política Nacional de Saúde da Pessoa com Deficiência (PcD) é fornecer atenção integral à saúde da PcD, incluindo a concessão de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção. As órteses, próteses e meios auxiliares objetivam facilitar o acesso, favorecer maior autonomia e melhorar a qualidade de vida da PcD. (BORGES, 2021)

2.2 Órtese e Prótese

Como traz o Ministério da Saúde (2019), a definição técnica de órtese elaborada pela Câmara Técnica de Implantes da Associação Médica Brasileira (AMB) é de todo dispositivo permanente ou transitório, utilizado para auxiliar as funções de um membro, órgão ou tecido, evitando deformidades ou sua progressão e/ou compensando insuficiências funcionais, ao passo



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

que a prótese é definida como todo dispositivo permanente ou transitório que substitui total ou parcialmente um membro, órgão ou tecido.

Segundo Fonseca et al. (2015), órtese se refere a todo dispositivo destinado a qualquer parte do corpo, com função de imobilizar ou estabilizar, prevenir ou corrigir deformidades, proteger contra lesões, auxiliar na cura ou maximizar a função. Sua finalidade preliminar é melhorar funcionalidades, permitindo que pessoas sem movimentos ou com mobilidade reduzida possam se locomover com um padrão cinético semelhante a um indivíduo saudável (ARAÚJO, 2010).

Lindemayer (2004) classifica as órteses em simples ou complexas, dinâmicas ou estáticas, pré-fabricadas sob medida para o cliente e produzidas com diversos materiais, como o polipropileno, gesso sintético e o neoprene. Silva et al. (2014) informa que uma órtese deve ser prescrita por um médico ou fisioterapeuta e sua confecção é feita sob medida e de caráter complexo, sendo assim, uma simples alteração no tipo de produto utilizado é capaz de causar consequências prejudiciais ao usuário.

A produção de uma órtese se inicia com o histórico do paciente, seguido da aplicação de técnicas específicas, como a avaliação da força e do movimento passivo e ativo presentes. O conhecimento da patologia, de suas alterações articulares e musculares e de sua relação com o movimento é crucial para a correta prescrição da órtese. (LINDEMAYER, 2004).

Conforme o Conselho Nacional de Saúde (2010), o Sistema Único de Saúde (SUS) dispõe de alguns modelos de órteses para a população, no entanto, os municípios não têm conhecimento a respeito da aquisição destes equipamentos, além de haver atrasos nas entregas devido as licitações, e comprometimento da qualidade do produto, isto devido à ausência de procedimento padrão de ensaios.

Bem como nas próteses, a fabricação de uma órtese acrescenta diversos processos, necessitando de conhecimentos de anatomia, fisiologia, patologias, cinesiologia, engenharia, e da avaliação de condições de saúde do usuário. (AZEVEDO, 2018)

3. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica realizada por meio de livros e artigos encontrados em plataformas científicas digitais — Scielo, PUBMED, PEDRO, LILACS e Google Acadêmico — voltados para a produção sustentável de Órteses e Próteses, utilizando como pesquisa os descritores: “órtese”, “prótese”, “sustentabilidade”, “Saúde” e “Tecnologia”. A pesquisa foi realizada durante os meses de setembro e outubro de 2021, incluindo os artigos publicados de 2000 a 2021 e que abordassem a metodologia de produção sustentável das órteses e próteses, e excluindo os artigos que possuísem data de publicação anterior ao ano 2000, e que não abordassem o meio de produção sustentável na construção do mecanismo locomotor ou auxiliar de locomoção.

4. Resultados

Os materiais, suas propriedades e seus resultantes físicos, térmicos, químicos e termoquímicos da confecção de órteses e próteses devem ser de total conhecimento para um processo de



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

fabricação adequado. Tal conhecimento confere uma maior confiabilidade, funcionalidade e desempenho do dispositivo produzido e uma melhor qualidade de vida ao usuário (BRASIL, 2014)

Materiais como a fibra de carbono e de vidro, muito utilizadas em próteses ou órteses, cadeiras de rodas mais leves e mais resistentes, softwares ou aplicativos cada vez mais sensíveis são desenvolvidos frequentemente para proporcionar uma locomoção mais eficiente e confortável. (MELO, 2017)

Como traz Azevedo (2018), atualmente o polipropileno (PP) é o material mais utilizado para a confecção de órteses, contudo, o policloreto de vinila (PVC) é uma alternativa de material para a confecção, por ser um polímero termoplástico rígido, mais barato e que apresenta propriedades semelhantes ao polipropileno.

O PP e o PVC são materiais sólidos, classificados na categoria dos polímeros e termoplásticos, que podem ser sintéticos, produzidos de baixo custo. Sua maioria é de polímeros lineares, apresentando estruturas em unidades repetidas unidas entre si. São materiais que quando aquecidos, amolecem, podendo ser moldados para diversos fins e endurecem quando resfriados. As três principais categorias de polímeros são termo fixo, elastômeros e termoplásticos (CALLISTER, 2013; ASKELAND, 2013).

O PP é definido como um material termoplástico, obtido através da polimerização do propileno, gás que tem sua origem a partir do craqueamento da nafta, produzido através de uma combinação da tecnologia de processo com a tecnologia de um catalisador (PIATTI, 2005). O polipropileno fundido tem fácil maleabilidade, possibilitando sua aderência a toda a superfície do molde, copiando suas formas e originando a órtese (BRASIL, 2014).

Azevedo (2018) apresenta a fabricação de um protótipo de uma órtese de membro inferior suropodálica rígida, em que um tubo PVC foi convertido em placa, dando origem a órtese. Este tipo de órtese objetiva reduzir os custos com equipamentos ortopédicos, proporcionando uma funcionalidade maior para pessoas com deficiência.

Órteses tornozelo-pé visam corrigir a perda de função fisiológica do movimento e da estabilidade articular e muscular da perna, impedindo deformidades dos pés e possibilitando controlar a estabilidade durante a marcha (LEHMANN, LOIOLA; apud SILVA, 2017).

O PVC é um material termoplástico com muitas propriedades mecânicas, elevada rigidez, é plastificável em ampla faixa e é resistente à chama elevada (MANO, 1999). É o mais versátil dentre os plásticos, por ter resina totalmente atóxica e inerte, e por se adequar aos mais variados processos de moldagem, sendo utilizado para fabricação de utilitários que vão desde brinquedos à acessórios médico-hospitalares, como cateteres. (JR; NUNES, 2006).

A Técnica de Rodrigues é àquela que utiliza PVC para criação de órteses. Criada pelo professor Jorge Lopes Rodrigues Júnior, surgiu objetivando reduzir os custos para o acesso a equipamentos ortopédicos e de tecnologia assistiva, favorecendo funcionalidade para pessoas com deficiência. Esta técnica consiste na aferição das medidas antropométricas, coletando marcações anatômicas sobre as proeminências ósseas, contornos de membros, articulações, alinhamento



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

mentos articulares, diâmetro ósseo e condições de pele, modelando o dispositivo com base nestes dados, diretamente na fonte de calor a 90 ou 100 °C, com a utilização do soprador térmico. (Medola e Paschoarelli, 2018)

Segundo Borges (2021), no contexto da Tecnologia Assistiva, a Impressora 3D se popularizou por promover trabalhos extremamente customizáveis, fazendo uso de medidas e condições individuais, levando a uma melhor adaptação de órteses e próteses, a uma maior qualidade de vida e uma melhor reabilitação.

A impressão 3D é uma tecnologia de fabricação aditiva que produz objetos tridimensionais a partir de modelos digitais. A técnica permite trabalhar com diversas combinações de materiais, adequando-se a funcionalidade desejada do componente (COUTINHO et al., 2018). É uma área da engenharia de manufatura contendo fases de construção de peças por deposição automática camada a camada a partir de um modelo virtual controlado por programas de computador (RODRIGUES et al., 2018).

As impressoras 3D permitem criar produtos talhados detalhadamente para cada paciente, com materiais mais duráveis, leves e menos invasivos. Os modelos digitais são construídos no computador através de um software 3D próprio para modelagem virtual, que depois de pronto, é só transferir o modelo para o software da impressora. Todos os dados necessários são compilados e enviados à máquina de impressão (COUTINHO et al., 2018).

A rapidez e o custo relativamente baixo dos modelos desenvolvidos e o não desperdício de material são as principais vantagens do uso dessa tecnologia. A expiração das patentes e não o registro destas foi essencial para que a tecnologia de impressão 3D se desenvolvesse (BORGES, 2021). Com a utilização de impressoras 3D, próteses à baixo custo podem ser produzidas e em regiões onde o acesso à saúde seja precário, melhorando a qualidade de vida, a funcionalidade e os benefícios para o paciente sem que haja rejeição. O uso de scanners 3D, possibilitou a construção de moldes com mais qualidade, com ótima adaptação ao corpo do usuário. (MELO, 2017)

A tecnologia tem se expandido nos últimos anos e almejamos que ela também revolucione a área da saúde. O uso médico da impressão em 3D pode ser organizado em várias categorias amplas, como na fabricação de tecidos vivos e órgãos, na criação e personalização de próteses, implantes e modelos anatômicos, além do uso farmacêutico (MATOZINHOS et al., 2017 Apud. LIMA, 2019).

5. Conclusões

Ciência e tecnologia são instrumentos importantes para a saúde e o tratamento de doenças, assim como para conferir uma vida digna e decente para todos. Através do presente estudo, pôde-se concluir que o uso da tecnologia sustentável aplicada à saúde produz resultados muito benéficos para população, como explanado no caso das órteses e próteses, conferindo modos mais eficientes de produção de equipamentos e produtos. Materiais como a fibra de carbono e de vidro, polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), as impressoras 3D, softwares e aplicativos são materiais e métodos que permitem uma melhor funcionalidade e facilidade de produção



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

das órteses e próteses, além de apresentar um valor de aquisição melhor para a população, comprovando a possibilidade de produzir equipamentos como estes, de maneira sustentável.

6. Referências bibliográficas

- ARAÚJO, M. V. d. Desenvolvimento de uma órtese ativa para os membros inferiores com sistema eletrônico embarcado. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2010.
- ASKELAND, D. R. *Ciência e Engenharia dos Materiais*. CENGAGE Learning, São Paulo: 2013.
- AZEVEDO, Heloísa Bárbara Rozário. Caracterização mecânica de uma órtese de membro inferior produzido com Policloreto de Vinila (PVC). UNIVERSIDADE Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade. Feira de Santana, 2018.
- BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. Assistiva. Tecnologia e Educação. Porto Alegre, 2017.
- BORGES, Carolina Araújo. Impressão 3D para órteses, próteses e materiais especiais: cenário da produção e uso potencial de conhecimento no Brasil. Programa de Pós-Graduação em Informação e Comunicação em Saúde – PPGICS. Rio de Janeiro, 2021.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Política Nacional de Gestão de Tecnologias em Saúde Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Especializada à Saúde. Guia para prescrição, concessão, adaptação e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção. Departamento de Atenção Especializada e Temática. Brasília, 2019. 108 p
- BRASIL. Ministério da Saúde. Técnico em órteses e próteses. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. 2014.
- CALLISTER, W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- COUTINHO, Karilany Dantas. Tecnologia 3D na Saúde: uma visão sobre Órteses e Próteses, Tecnologias Assistivas e Modelagem 3D. SEDIS-UFRN. Natal, 2018.
- JR, A. R.; NUNES, L. R. Tecnologia do PVC. Proeditores/Braskem, v. 2. São Paulo, 2006. p. 450.
- LIMA, Diego Silva. Análise Física e Microbiológica de Biomodelos produzidos em manufatura aditiva para uso em próteses e órteses em animais. Universidade de Rio Verde – UniRV. Faculdade de Medicina Veterinária. Rio Verde, 2019. 39 f.:
- LINDEMAYER, C. K. Estudo e avaliação de termoplásticos utilizados na confecção de órteses. Uni-Vap, São José dos Campos, 2004.
- LOIOLA, F. D.; SILVA, E. R. da. Otimização de órtese de membros inferiores para utilização no acometimento de pé caído. Universidade de Rio Verde. Rio Verde. Goiás, 2017.
- LORENZETTI, J.; TRINDADE, L. L.; PIRES, D. E. P.; RAMOS, F. R. S. Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária. *Texto Contexto Enfermagem*. 21(2). Florianópolis, 2012. p. 432-9.
- MANO, E. B. *Introdução a Polímeros*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1999.
- MEDOLA Fausto Orsi; PASCHOARELLI, Luis Carlos. *Tecnologia Assistiva Desenvolvimento e Aplicação*. Canal 6 Editora. 1.ed. Bauru, 2018.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

MELO, Sueli. Tecnologia: base dos ODS. In: Tecnologia e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Revista do tecnólogo. N. 14. Ed. 14. 2017

OKAZAKI, Gabriel Akinaga. Modelo de Negócio de Sevitização em Manufatura Aditiva de Próteses Ortopédicas. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2016. 118 p

RODRIGUES JÚNIOR, J. L.; CRUZ, L. M. S.; SARMANHO, A. P. S. Impressora 3D no desenvolvimento de pesquisas com próteses. Rev. Interinst. Bras. Ter. Ocup., Rio de Janeiro. 2018. v.2, n. 2, p. 398- 413.

SILVA, G. G. da et al. Análise ergonômica do posto de trabalho de uma oficina de órteses e próteses para reabilitação de pessoas com deficiência. DAPesquisa. v. 9, n. 12. Florianópolis, 2014. p. 163 -181.