

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES PERSONALIZADAS COM IMPRESSÃO 3D PARA PACIENTES COM OSTEOGÊNESE IMPERFEITA

Andrea Almeida Zamorano¹.

Centro Universitário UNIFAVENI.

RESUMO: A impressão 3D tem emergido como uma solução inovadora na fabricação de próteses personalizadas, especialmente para pacientes com osteogênese imperfeita, uma condição que afeta a estrutura óssea. A personalização proporcionada pela tecnologia 3D permite criar próteses que se ajustam perfeitamente às necessidades individuais dos pacientes, proporcionando maior conforto e funcionalidade. Além disso, a impressão 3D torna a produção de próteses mais acessível, reduzindo custos e tempo de fabricação. No entanto, a implementação dessa tecnologia ainda enfrenta desafios, como o alto custo das impressoras 3D, a necessidade de formação especializada para profissionais de saúde e a regulamentação de dispositivos médicos personalizados. Apesar disso, a impressão 3D promete transformar o tratamento de doenças que exigem próteses, possibilitando soluções mais rápidas e adequadas às necessidades de cada paciente. As perspectivas futuras incluem o desenvolvimento de bioimpressão, que pode até criar tecidos ou ossos artificiais, ampliando ainda mais as possibilidades terapêuticas para pacientes com osteogênese imperfeita e outras condições médicas. A colaboração entre profissionais de saúde, engenheiros e instituições de pesquisa será essencial para superar os obstáculos e expandir o uso de impressoras 3D na medicina.

PALAVRAS-CHAVE: Ossos de Vidro. Fragilidade Óssea. Próteses Convencionais.

ABSTRACT: 3D printing has emerged as an innovative solution for creating custom prosthetics, particularly for patients with osteogenesis imperfecta, a condition affecting bone structure. The customization enabled by 3D technology allows for prosthetics that fit the unique needs of individual patients, providing greater comfort and functionality. Additionally, 3D printing makes prosthetic production more accessible by reducing costs and production time. However, challenges remain, such as the high cost of 3D printers, the need for specialized training for healthcare professionals, and the regulation of personalized medical devices. Despite these obstacles, 3D printing holds the potential to transform the treatment of conditions requiring prosthetics, offering faster and more tailored solutions for patients. Future prospects include the development of bioprinting, which may even create artificial tissues or bones, further expanding therapeutic possibilities for patients with osteogenesis imperfecta and other medical conditions. Collaboration between healthcare professionals, engineers, and research institutions will be essential to overcoming these challenges and broadening the use of 3D printers in medicine.

KEYWORDS: Glass Bones, Bone Fragility, Conventional Prosthetics.

INTRODUÇÃO

A osteogênese imperfeita (OI), também conhecida como “doença dos ossos de vidro”, é uma condição genética rara que afeta a formação óssea, resultando em fragilidade e deformidades nos ossos. Os pacientes com OI frequentemente enfrentam desafios significativos em termos de mobilidade, funcionalidade e qualidade de vida. Embora o tratamento médico tradicional envolva cuidados paliativos e fisioterapia, a busca por soluções inovadoras e acessíveis tem sido crescente. Nesse contexto, a utilização de tecnologias emergentes, como a impressão 3D, se apresenta como uma alternativa promissora para a criação de próteses personalizadas que atendam às necessidades específicas dos pacientes com OI (TOLEDO, 2024).

A impressão 3D tem revolucionado diversas áreas da medicina, permitindo a criação de dispositivos altamente personalizados e com um custo mais acessível em comparação com as próteses tradicionais. No caso da osteogênese imperfeita, as próteses produzidas por impressão 3D podem ser projetadas para serem mais leves, funcionais e adaptadas às condições físicas de cada paciente, considerando suas limitações e necessidades de mobilidade. Além disso, a possibilidade de personalização das próteses por meio de modelos digitais oferece uma abordagem mais precisa e eficiente para melhorar a qualidade de vida desses pacientes (COSTA, 2023).

Este projeto de extensão tem como objetivo explorar o uso de impressão 3D na produção de próteses personalizadas para pacientes com osteogênese imperfeita, com foco no desenvolvimento de soluções acessíveis e eficazes. O projeto busca não apenas melhorar a funcionalidade e a autonomia dos pacientes, mas também capacitar profissionais da saúde, engenharia e design para o uso dessa tecnologia inovadora. Além disso, visa sensibilizar a comunidade sobre a importância da acessibilidade e inclusão, promovendo a ideia de que a tecnologia pode ser um instrumento poderoso de transformação social e de melhoria da qualidade de vida de indivíduos com deficiência.

A utilização de impressão 3D na produção de próteses para pacientes com osteogênese imperfeita é uma inovação que apresenta grande potencial para transformar a qualidade de vida desses indivíduos. A osteogênese imperfeita é uma condição que causa fragilidade óssea, resultando em múltiplas fraturas e deformidades, o que muitas vezes limita a mobilidade e a independência dos pacientes. As próteses convencionais, por serem rígidas e pesadas, podem não ser adequadas para essas pessoas, que possuem características físicas específicas, como ossos frágeis e limitações na movimentação (ANDRADE, 2021).

A impressão 3D, por outro lado, oferece soluções altamente personalizadas. A capacidade de criar próteses leves, com formas adaptadas às necessidades biomecânicas do paciente, não só melhora a mobilidade, como também proporciona maior conforto. A tecnologia possibilita a produção de próteses em materiais mais leves e resistentes,

permitindo que sejam feitas de forma mais econômica e com um tempo de produção reduzido. Além disso, o uso de scanners 3D e softwares de modelagem para criar dispositivos sob medida garante uma precisão que as próteses tradicionais não conseguem alcançar (SANTOS, 2020).

Entretanto, apesar do potencial transformador, ainda existem desafios na implementação dessa tecnologia, principalmente em relação ao custo inicial das impressoras 3D e à necessidade de treinamento adequado para profissionais da saúde e da engenharia. A expansão do uso de impressão 3D em contextos clínicos depende de uma maior conscientização sobre suas vantagens, da formação de profissionais qualificados e de um maior investimento em pesquisa e desenvolvimento para reduzir os custos das tecnologias envolvidas.

Em resumo, o uso de impressão 3D para próteses personalizadas representa uma abordagem inovadora e promissora para atender às necessidades dos pacientes com osteogênese imperfeita, mas exige esforços conjuntos em termos de infraestrutura, capacitação e disseminação de conhecimento para que seu potencial seja plenamente aproveitado.

JUSTIFICATIVA

A osteogênese imperfeita, conhecida como “doença dos ossos de vidro,” é uma condição genética rara caracterizada por fragilidade óssea e deformidades. Pacientes com essa condição frequentemente enfrentam dificuldades de mobilidade e qualidade de vida reduzida. A utilização de impressão 3D no desenvolvimento de próteses oferece uma alternativa acessível, personalizada e funcional, especialmente em um contexto de alta demanda por soluções de baixo custo e acessibilidade em sistemas de saúde pública.

OBJETIVOS

Geral:

Promover a melhoria da qualidade de vida de pacientes com osteogênese imperfeita por meio do uso de tecnologia de impressão 3D no desenvolvimento de próteses personalizadas.

Específicos:

1. Projetar próteses acessíveis e personalizadas utilizando tecnologia 3D.
2. Capacitar estudantes e profissionais da saúde e engenharia no uso de ferramentas 3D para aplicações médicas.
3. Estudar o impacto das próteses na mobilidade e autonomia dos pacientes.
4. Promover workshops e ações comunitárias para conscientizar sobre a osteogênese imperfeita e a acessibilidade tecnológica.

METODOLOGIA

1. Etapa de Diagnóstico:

- Identificar as necessidades específicas dos pacientes por meio de consultas e entrevistas.
- Mapear a disponibilidade de recursos tecnológicos e parceiros institucionais.

2. Desenvolvimento das Próteses:

- Utilizar scanners 3D para modelar próteses personalizadas.
- Aplicar softwares de design (como Fusion 360 ou SolidWorks) para ajustar os modelos às necessidades biomecânicas dos pacientes.
- Produzir protótipos em impressoras 3D com materiais adequados (PLA, ABS ou resinas biocompatíveis).

3. Capacitação e Formação:

- Oferecer cursos e oficinas para estudantes de saúde, engenharia e design sobre tecnologias aplicadas à reabilitação.

4. Testes e Implementação:

- Realizar avaliações funcionais e ajustar os protótipos.
- Implementar as próteses nos pacientes selecionados e monitorar os resultados.

5. Divulgação e Conscientização:

- Organizar eventos comunitários para divulgar os resultados do projeto.
- Publicar artigos e relatórios técnicos sobre os avanços e aprendizados.

5. Resultados Esperados

- Desenvolvimento de próteses acessíveis e funcionais para pacientes com osteogênese imperfeita.
- Formação de um núcleo interdisciplinar para pesquisa e extensão em impressão 3D e tecnologias assistivas.
- Aumento da conscientização sobre as possibilidades tecnológicas para a reabilitação.
- Impacto positivo na mobilidade, autonomia e qualidade de vida dos pacientes.

6. Público-Alvo

- Pacientes com osteogênese imperfeita, especialmente de comunidades carentes.
- Estudantes e profissionais das áreas de saúde, engenharia biomédica, design e tecnologia.

CRONOGRAMA

Fase 1: Planejamento e Pesquisa Inicial

Duração: 4 semanas

1. Semana 1 - Definição de Objetivos e Planejamento

- Reuniões iniciais com a equipe de pesquisa para definir objetivos específicos.
- Estudo das tecnologias existentes para impressão 3D em próteses.

- Levantamento de dados sobre osteogênese imperfeita e necessidades dos pacientes.
- Análise de legislação relacionada ao uso de próteses médicas personalizadas.
- 2. Semana 2 - Levantamento Bibliográfico e Pesquisa de Campo**
- Pesquisa de artigos acadêmicos, livros e estudos sobre a aplicação de impressão 3D na área médica.
- Entrevistas com profissionais de saúde, engenheiros e pacientes para entender suas necessidades.
- 3. Semana 3 - Definição do Projeto de Prótese**
- Escolha do modelo de prótese a ser desenvolvido com base nas necessidades dos pacientes.
- Definição dos materiais e tecnologia de impressão 3D a ser utilizada.
- 4. Semana 4 - Preparação para a Implementação**
- Organizar a infraestrutura necessária (laboratório de impressão 3D, materiais etc.).
- Planejamento para a realização de testes com pacientes.

Fase 2: Desenvolvimento e Produção da Prótese

Duração: 6 semanas

- 1. Semana 5 - Criação dos Modelos 3D**
 - Coleta de dados de pacientes (escaneamento 3D de membros afetados).
 - Desenvolvimento do modelo 3D da prótese personalizada para osteogênese imperfeita.
- 2. Semana 6 - Impressão das Próteses**
 - Início da impressão das próteses em 3D.
 - Monitoramento do processo de impressão para ajustes necessários.
- 3. Semana 7 - Testes de Ajuste e Correções**
 - Realização de testes iniciais com as próteses impressas em pacientes.
 - Ajustes finos na prótese para conforto e funcionalidade.
- 4. Semana 8 - Testes Funcionais**
 - Avaliação do desempenho da prótese (movimento, resistência, adaptação ao corpo).
 - Feedback dos pacientes para possíveis melhorias.
- 5. Semana 9 - Produção Final e Ajustes**
 - Ajustes finais com base no feedback.
 - Produção de próteses adicionais, se necessário.

Fase 3: Avaliação e Divulgação

Duração: 4 semanas

- 1. Semana 10 - Análise dos Resultados**
 - Avaliação da eficácia das próteses (funcionalidade, conforto, impacto na qualidade de vida dos pacientes).
 - Preparação de um relatório detalhado sobre os resultados.
- 2. Semana 11 - Divulgação de Resultados**

- Preparação de materiais para a divulgação dos resultados (artigos, apresentações em conferências).
- Apresentação dos resultados para os stakeholders (profissionais de saúde, universidades, e possíveis investidores).

3. Semana 12 - Encerramento e Considerações Finais

- Encerramento do projeto, com entrega de resultados finais.
- Discussão sobre a continuidade do projeto e possíveis melhorias.

Fase 4: Expansão e Sustentabilidade

Duração: Contínua

1. Semana 13 em diante - Acompanhamento Pós-Implementação

- Monitoramento de longo prazo dos pacientes que receberam as próteses.
- Consideração para escalabilidade do projeto, buscando parcerias com outras instituições de saúde.

7. Parcerias

- Hospitais e centros de reabilitação.
- Universidades e institutos de pesquisa.
- Fabricantes de impressoras 3D e fornecedores de materiais.

8. Avaliação

- Monitoramento contínuo da funcionalidade das próteses por meio de feedback dos usuários.
- Relatórios trimestrais sobre o progresso técnico e social do projeto.
- Indicadores qualitativos e quantitativos de melhoria na qualidade de vida dos beneficiados.

9. Sustentabilidade

A expansão do projeto pode incluir a criação de um laboratório permanente para pesquisa em tecnologias assistivas, além da busca por financiamentos públicos e privados para ampliar o alcance da iniciativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de impressão 3D no desenvolvimento de próteses para pacientes com osteogênese imperfeita tem demonstrado avanços significativos, mas também enfrenta desafios importantes, dentre eles:

Acessibilidade e Personalização: Uma das principais vantagens da impressão 3D é a personalização. Ao utilizar scanners 3D e softwares de modelagem, as próteses podem ser ajustadas de acordo com as necessidades anatômicas de cada paciente. Isso é particularmente importante para indivíduos com osteogênese imperfeita, pois suas condições

ósseas são altamente variadas e exigem dispositivos sob medida. De acordo com um estudo recente, o uso de próteses personalizadas pode melhorar significativamente a mobilidade e o conforto, além de reduzir as lesões secundárias causadas por próteses inadequadas. A personalização das próteses também melhora a estética, já que é possível ajustar o design de acordo com as preferências do paciente, o que contribui para a autoestima e motivação.

Redução de Custos e Tempo de Produção: A impressão 3D oferece uma solução mais econômica e rápida em comparação com os métodos tradicionais de fabricação de próteses. A produção de próteses personalizadas utilizando moldes tradicionais pode ser cara e demorada, enquanto a impressão 3D reduz esses custos e oferece uma produção mais ágil. Estudos apontam que o tempo necessário para produzir uma prótese personalizada pode ser reduzido de semanas para dias, tornando a solução mais acessível, especialmente para comunidades com recursos limitados.

Desafios na Implementação: Apesar dos benefícios claros, existem desafios significativos para a implementação em larga escala dessa tecnologia. Um dos principais obstáculos é o custo inicial de impressão 3D, que pode ser elevado, especialmente para instituições de saúde em países em desenvolvimento. Além disso, a necessidade de formação especializada para médicos, engenheiros e designers na criação e adaptação dessas próteses é uma barreira adicional. A regulamentação também representa um desafio, uma vez que a aprovação de dispositivos médicos personalizados precisa passar por processos rigorosos para garantir a segurança e eficácia.

Potencial Futuro e Expansão: O futuro da impressão 3D na saúde, particularmente em próteses para pessoas com osteogênese imperfeita, é promissor. Tecnologias emergentes, como a bioimpressão 3D, que utiliza células vivas para criar tecidos e até órgãos, podem ampliar ainda mais as possibilidades de personalização e eficácia. A bioimpressão poderia, no futuro, possibilitar a criação de ossos artificiais ou tecidos para substituir partes do corpo danificadas pela osteogênese imperfeita, proporcionando soluções ainda mais eficientes para os pacientes.

Embora a impressão 3D tenha demonstrado um grande potencial no desenvolvimento de próteses personalizadas, a implementação em larga escala ainda exige superar barreiras financeiras, tecnológicas e regulatórias. A formação de profissionais qualificados para projetar e fabricar próteses personalizadas é essencial para maximizar os benefícios dessa tecnologia. Além disso, a colaboração entre empresas de tecnologia, instituições de saúde e governo será crucial para garantir a acessibilidade e a viabilidade econômica dessa solução inovadora. Portanto, a impressão 3D tem o poder de revolucionar o campo das próteses, proporcionando soluções mais eficazes, rápidas e acessíveis para pacientes com osteogênese imperfeita, mas sua plena implementação depende de esforços conjuntos em termos de infraestrutura, regulamentação e capacitação profissional.

Estatísticas recentes indicam que a impressão 3D está transformando significativamente o setor médico, especialmente na fabricação de próteses. O uso da impressão 3D para próteses tem crescido devido à sua capacidade de produzir soluções personalizadas que

são mais leves, acessíveis e rápidas de fabricar em comparação com os métodos tradicionais. Próteses impressas em 3D estão sendo cada vez mais personalizadas para atender às necessidades anatômicas exclusivas de cada paciente, o que é especialmente crucial para indivíduos com osteogênese imperfeita, cujas condições ósseas variam consideravelmente. Essa personalização resulta em maior conforto, mobilidade e redução de lesões causadas por próteses mal ajustadas. Além disso, a impressão 3D no setor médico permite a produção de próteses a um custo mais baixo e em menos tempo do que os métodos tradicionais. Estudos mostram que o tempo de produção pode ser reduzido de semanas para dias. No entanto, apesar desses benefícios, ainda existem desafios, como o alto custo inicial das impressoras 3D, requisitos regulatórios e a necessidade de treinamento especializado para os profissionais de saúde (ALMEIDA, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da impressão 3D no desenvolvimento de próteses para pacientes com osteogênese imperfeita representa uma inovação promissora que pode transformar a vida de muitos indivíduos, oferecendo soluções mais personalizadas, acessíveis e eficientes do que as abordagens tradicionais. A capacidade de personalizar próteses com base nas necessidades anatômicas e funcionais dos pacientes, utilizando tecnologia de ponta, como scanners 3D e softwares de modelagem, oferece uma vantagem significativa em relação aos métodos convencionais, que muitas vezes não atendem adequadamente às particularidades dos pacientes com essa condição.

A impressão 3D também permite a produção mais rápida e a um custo significativamente mais baixo, tornando as próteses acessíveis a um número maior de pessoas, incluindo aquelas em regiões com recursos limitados. Além disso, a leveza e o design personalizado das próteses podem contribuir diretamente para o aumento da mobilidade, autonomia e autoestima dos pacientes.

A personalização estética também desempenha um papel importante, ajudando a promover a inclusão social e emocional, uma vez que as próteses podem ser feitas em diversas cores e estilos, atendendo ao gosto dos pacientes. No entanto, desafios técnicos e financeiros ainda precisam ser superados para que a impressão 3D se torne amplamente acessível. O custo inicial das impressoras 3D e a necessidade de treinamento especializado para os profissionais de saúde, engenheiros e designers são obstáculos que precisam ser abordados. Além disso, a regulamentação rigorosa para garantir a segurança e eficácia das próteses também é um ponto crucial que exige mais tempo e investimento (TOLEDO, 2024).

O futuro da impressão 3D na medicina, especialmente para pacientes com osteogênese imperfeita, é promissor, com a possibilidade de evoluir para soluções ainda mais avançadas, como a bioimpressão. A criação de tecidos e até órgãos humanos por meio de impressão 3D pode abrir portas para um futuro em que as próteses e tratamentos personalizados não sejam apenas mais acessíveis, mas também mais eficientes e

sustentáveis.

Para que esse futuro seja realidade, será necessário um esforço conjunto entre empresas de tecnologia, instituições de saúde, governo e comunidade científica. Assim, a impressão 3D tem o potencial de revolucionar o tratamento e a reabilitação de pacientes com osteogênese imperfeita, mas seu impacto pleno dependerá de uma implementação cuidadosa e colaborativa, além de um compromisso contínuo com a inovação, a capacitação e a regulamentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, L. ***Impressão 3D na medicina: Inovações e perspectivas***. 2. ed. São Paulo: Editora Saúde, 2023.
- ALMEIDA, R.A.; PEREIRA, C.L. ***Tecnologia 3D e a produção de próteses personalizadas***. Revista Brasileira de Engenharia, v. 15, n. 2, p. 109-115, 2022.
- ANDRADE, M. F.; PEREIRA, A. J. ***Próteses e suas aplicações para pacientes com osteogênese imperfeita***. Jornal de Ortopedia e Reabilitação, v. 18, p. 43-51, 2021.
- BRASIL. ***Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015)***. Brasília: Senado Federal, 2015.
- COSTA, D. M.; MARTINS, F. C. ***Impactos da impressão 3D na área da saúde: Próteses e orteses***. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2023, Curitiba. Anais... Curitiba: UFRGS, 2023. p. 125-130.
- SANTOS, J. L. ***A importância da personalização no design de próteses para osteogênese imperfeita***. Revista de Saúde e Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 95-104, 2020.
- SILVA, L. P.; BARROS, V. T. ***Tecnologia assistiva e a impressão 3D no desenvolvimento de próteses***. Revista de Engenharia e Tecnologia Assistiva, v. 8, p. 120-135, 2019.
- TOLEDO, S. M. ***A impressão 3D no campo da medicina: Avanços e desafios***. São Paulo: Editora Médica, 2024.