

# DESENVOLVIMENTO DE GUIA CIRÚRGICO PARA CASO DE MACRODACTILIA ISOLADA DO PÉ UTILIZANDO TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS

**Carlos Alberto Marques dos Santos Filho**

NUTES/UFCG, BRAZIL, karlosalberto98@gmail.com

**Lucas Vinícius Araújo Sales**

NUTES/UFCG, BRAZIL, lucasvinicius-sales@hotmail.com

**Júlia Moraes Rodrigues da Costa**

UEPB/NUTES, BRAZIL, juliamrc7@gmail.com

**Isabela Diniz Gallardo**

NUTES/UEPB, BRAZIL, isabelladgallardo@gmail.com

**Anna Kellssya Leite Filgueira**

UEPB/NUTES, BRAZIL, annakellssya21@gmail.com

**Bruno Souza Virgolino Nobrega**

NUTES, BRAZIL, dr\_brunno@yahoo.com.br

**Rodolfo Ramos Castelo Branco**

UEPB/NUTES, BRAZIL, rodolfo.ramos@nutes.uepb.edu.br

**Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins**

UEPB/NUTES, BRAZIL, yasmyne.martins@nutes.uepb.edu.br

## INTRODUÇÃO

A macrodactilia é uma anomalia rara caracterizada pelo aumento do volume dos dedos da mão ou do pé associando-se, em alguns casos, ao membro inteiro (EZAKI, 2019). Por apresentar diversas variações anatômicas e fisiológicas é extremamente difícil de tratar e os casos cirúrgicos têm se demonstrado pouco satisfatórios resultando, muitas vezes, na amputação da região (FITOUSSI, 2009).

Com o advento das tecnologias tridimensionais (3D), tornou-se viável a realização de diagnósticos, planejamentos e intervenções cirúrgicas mais detalhadas (MARTELLI, 2016). No caso de planejamentos pré-operatórios, essa tecnologia viabiliza a visualização 3D da anatomia do paciente, possibilitando aos cirurgiões obter um panorama mais específico do caso, principalmente quando se refere a deformidades graves que exigem uma intervenção mais complexa (WONG, 2016).

Além disso, ultrapassando os limites de visualização digital, as tecnologias 3D, podem possibilitar a obtenção de um modelo físico com a reprodução das características morfológicas do indivíduo, ou seja, o biomodelo, auxiliando na compreensão da deformidade estudada e assim, otimizando o planejamento cirúrgico (HELITO, 2021). Em casos como a macrodactilia, a possibilidade de realizar um planejamento pré-operatório cuidadoso com uma referência intraoperatória do plano ajuda a minimizar as chances de perfuração não planejada do componente. Atrelado a isso, as tecnologias 3D, possibilitam o desenvolvimento de guias de cirurgias utilizando softwares CAD (Computer Aided Design), o que irá permitir ao usuário o dimensionamento preciso de toda a anatomia do paciente, atingindo a customização. (EJNISMAN, 2021).

A guia de cirurgia trata-se de um dispositivo físico, desenvolvido e calculado virtualmente, que objetiva localizar os pontos exatos onde irão passar os fios guias da cirurgia (fios de Kirschner) preservando todas as distâncias e inclinações pré-determinadas para gerar o plano da osteotomia (SHEN et. al., 2020). Todos os detalhes na anatomia do paciente irão servir de referência para o cirurgião realizar o posicionamento da guia na hora do procedimento, assim, durante o planejamento a guia deve ser elaborada em uma superfície plana

do paciente para que haja o encaixe ideal entre o dispositivo e a anatomia.

Nessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa é o desenvolvimento de um guia de cirurgia customizada para o tratamento cirúrgico de um caso de macrodactalia isolada na região do pé, utilizando as tecnologias 3D, desde a fase inicial de aquisição de imagens, até a manufatura do dispositivo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologias Tridimensionais - LT3D, pertencente ao Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde - NUTES, da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, sob a aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa através do parecer 3.240.444 (CAAE 10308819.5.0000.5187).

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada e abordagem qualitativa marcada por seis etapas metodológicas distintas:

Etapa 1: Captação de imagens e representação tridimensional. As imagens 2D da anatomia do paciente foram obtidas através de tomografia computadorizada. Neste exame as imagens correspondem a fatias do corpo do paciente gerando o arquivo DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). O software Invesalius ® foi utilizado para converter as imagens 2D e formar o objeto 3D, gerando a malha da anatomia do paciente em STL (Stereolithography).

Etapa 2: Tratamento e secção das imagens. Esta etapa foi marcada pela suavização da malha do arquivo virtual 3D e pela secção da área de interesse cirúrgico.

Etapa 3: Planejamento e estudo do caso. Nesta fase, a equipe multidisciplinar discutiu o caso e estabeleceu os princípios para a continuação da elaboração do planejamento cirúrgico, junto ao médico responsável pelo procedimento.

Etapa 4: Elaboração dos modelos digitais. Para realização completa do planejamento cirúrgico, foram elaborados modelos físicos dos pés do indivíduo, um referente ao pé saudável do paciente para espelhamento do caso e outro do pé patológico com as características da intervenção cirúrgica.

Etapa 5: Desenvolvimento da guia de cirurgia. Nesta etapa, foram utilizados dois softwares distintos. O arquivo STL, resultado

da etapa anterior, foi manipulado no software Autodesk Meshmixer ® gerando o corpo 3D da guia de cirurgia, logo em seguida, o arquivo STL foi exportado para o ambiente CAD do software Autodesk Inventor ®, onde foi realizado o planejamento cirúrgico junto a uma equipe multidisciplinar, adicionando os pontos de passagem dos fios de Kirschner e ajustando todo os detalhes precisos.

Etapa 6: Manufatura do dispositivo. Esta etapa foi desenvolvida através da tecnologia FDM (Fusão e Deposição de Material), utilizando o material ABS (Acrlonitrila Butadieno Estireno).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa caracterizou-se pelo desenvolvimento de uma guia de cirurgia customizada para o tratamento de um caso de macrodactalia isolada na região do pé. O paciente referido era do sexo masculino, de 33 anos de idade, apresentando a anomalia no pé esquerdo.

Mediante os objetivos especificados para esta pesquisa e com o levantamento bibliográfico realizado, foi possível dar início ao desenvolvimento da guia de cirurgia. Todo o processo foi executado por uma equipe multidisciplinar, contando com engenheiros, médicos ortopedistas e fisioterapeutas, sempre visando o desenvolvimento do dispositivo de forma consciente e embasada nos conhecimentos de todas áreas envolvidas no estudo.

Inicialmente foram obtidas as imagens da anatomia do paciente, através da tomografia computadorizada (TC), que resultou no arquivo DICOM. A partir desse arquivo e com o auxílio do software Invesalius ® as imagens 2D foram empilhadas, formando um objeto 3D, que é a representação fiel da anatomia do paciente.

Logo em seguida o arquivo 3D foi tratado, de forma a realizar cortes para restringir a área de interesse, neste caso, os pés. Posteriormente, foi dado um tratamento superficial no objeto 3D para que se obtenha uma superfície ainda mais realista da anatomia do paciente.

O arquivo virtual 3D do paciente pronto permitiu iniciar o planejamento cirúrgico do caso, sempre tomando como base o pé saudável. Após o estudo e o entendimento do procedimento e requisitos médicos desejados, percebeu-se que o alvo cirúrgico seria a desarticulação das falanges do segundo e do terceiro dedo do pé esquerdo

do paciente. Assim, elaborou-se os modelos digitais dos dois biomodelos necessários para cirurgia: O biomodelo do pé direito, que é o pé saudável, para ser a base de espelhamento no planejamento cirúrgico; E o biomodelo do pé esquerdo, alvo da intervenção cirúrgica, já com as desarticulações necessárias realizadas.

Com as regiões de interesse totalmente segmentadas, a imagem 3D foi exportada no formato STL, para o software Meshmixer®, onde foi dado início ao desenvolvimento da guia de cirurgia. Primeiramente foi delimitada a área onde a guia deveria encaixar, levando em consideração os detalhes presentes na anatomia do osso do paciente, para que, no momento da cirurgia, se obtenha o encaixe perfeito entre a guia e a anatomia da região..

Após isso, foi realizada uma extrusão de dois milímetros (mm) da área de contato, obtendo-se o corpo da guia de cirurgia com dois mm de espessura, e garantindo que a face da guia de cirurgia tenha exatamente a mesma geometria da anatomia do paciente.

Com o corpo principal da guia de cirurgia pronto, foi realizada a exportação em STL para o software CAD Autodesk Inventor®, onde foram definidos os planos de osteotomia. Dessa forma foi possível adicionar faces laterais a guia de cirurgia que irão servir de suporte para a ferramenta de corte utilizada pelo cirurgião. A partir disso, definiu-se as posições exatas de onde iriam passar os fios de Kirschner, que fixam a guia de cirurgia na anatomia do osso, dando estabilidade para a ferramenta de corte e foram adicionados furos com 2,25 mm de diâmetro em cada demarcação.

A versão final da guia de cirurgia que possui dimensões aproximadas de (38,230 x 14,554 x 21,381) mm, foi exportada no formato STL para que seja manufaturada. Ademais contém geometrias destinadas à pega do cirurgião, para que quando a mesma seja encaixada na anatomia do osso do paciente, o cirurgião tenha um local exato para realizar pressão com os dedos e evitar que a guia saia do lugar durante a cirurgia. Além disso, a guia também possui alguns espaços vazios, para que ao fim da cirurgia, o cirurgião quebre a guia com auxílio da ferramenta de corte e possa removê-la com facilidade.

Para contemplar todo o planejamento cirúrgico, três dispositivos foram manufaturados: A guia de cirurgia, o biomodelo para espelhamento e o biomodelo alvo da intervenção. Foi utilizado o material ABS da tiertime da marca UP3D® e as configurações de impressão

foram as mesmas para os três dispositivos, das quais se destacam: altura de camada de 0,2 mm; taxa de preenchimento de 100%; estrutura de preenchimento do tipo giroide; temperatura de bico de impressão de 250°C; temperatura da mesa de impressão de 110°C; velocidade de impressão de 25 mm/s e 3 perímetros de parede.

Antes de serem utilizados na cirurgia os dispositivos passaram por um processo de esterilização a gás utilizando peróxido de hidrogênio, e, assim, garantindo a não presença de agentes que possam causar complicações ao indivíduo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das tecnologias 3D vêm abrindo novas oportunidades em aplicações específicas da ortopedia, devido principalmente a forma de processamento das imagens da anatomia do paciente, que possibilita a geração de um modelo 3D virtual e físico com um alto grau de customização do dispositivo, atrelada a um baixo custo e reduzido tempo de fabricação.

Na aplicação específica de um guia de cirurgia, percebeu-se que o planejamento cirúrgico se tornou mais simples devido a facilidade de interpretação do caso com auxílio das imagens 3D. Presume-se que, devido às características obtidas para a guia final quando atreladas ao biomodelo do caso clínico, haja uma diminuição do tempo de duração do procedimento cirúrgico, uma precisão maior para o cirurgião e uma redução dos riscos de erros.

Como podemos constatar em bibliografias a cerca do assunto, o tempo da cirurgia deverá ser reduzido significativamente quando utilizados guias de cirurgia customizadas, entretanto, umas das limitações da aplicação dessa metodologia em mais casos é o tempo necessário para a execução de todo o processo, desde a obtenção da imagem DICOM até a manufatura do guia, onde em casos mais emergenciais, esse fator limita a aplicação desta metodologia. Como propostas futuras, pode-se analisar a utilização de outros materiais, sendo eles poliméricos ou não, desde que esses sejam passíveis de esterilização.

**Palavras-chave:** Impressão tridimensional; Pé; Anormalidades congênitas; Procedimentos cirúrgicos operatórios.

## REFERÊNCIAS

EJNISMAN, L. et al. Three-dimensional printing in orthopedics: From the Basics to Surgical Applications, **Curr Rev Musculoskelet Med**. 2021.

EZAKI, M. et al. Macroductyly: Decision-making and Surgery Timing. **Sage Journals**, 2019. FITOUSSI, F. et al. **Chirurgie de la Main: Macroductylie**. V. 28. P. 129-137. 2009.

HELITO, C. P. et al. Three-dimensional Printing in Orthopedics: Where we Stand and Where we are Heading, **Acta Ortopédia Brasileira**, 2021.

MARTELLI, N. et al. Advantages and Disadvantages of 3-dimensional Printing in Surgery: a Systematic Review. **Surgery**, 2016.

SHEN, S. et al. Pre-operative Simulation Using a Three-dimensional Printing Model for Surgical Treatment of Old and Complex Tibial Plateau Fractures, **Sci Rep**. 2020.

WONG, K. C.. 3D-printed Patient-specific Applications in Orthopedics. Dovepress, V.8, P. 57-66, 2016.