

## **Eficiência dos métodos de produção de órteses com uso da impressão 3D: uma revisão sistemática.**

*Efficiency of orthosis production methods using 3D printing: a systematic  
review.*

**Bárbara Tatiele Santos, mestranda, Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (UFRGS).**

Barbara.santos.designer@gmail.com

**Clariana Fischer Brendler, doutora, Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (UFRGS).**

Clafischer@hotmail.com

### **Resumo**

Órteses constituem dispositivos comuns usados para imobilização em casos de fraturas. Em algumas situações, terapias como ondas ultrassônicas tornam-se necessárias para a consolidação óssea. Órteses produzidas por impressão 3D são especialmente adequadas para esses casos. Uma revisão sistemática seguindo o protocolo PRISMA-2015 analisou o processo de fabricação dessas órteses e encontrou os seguintes resultados: uso de tecnologia de luz estruturada para escaneamento, modelagem automatizada, impressão pelo sistema FDM, filamento polimérico de baixo custo e software gratuito. As pesquisas indicam um foco crescente na criação de órteses, destacando a importância do aprimoramento do processo produtivo.

**Palavras-chave:** Órtese; Manufatura aditiva; Fabricação.

### **Abstract**

*Orthoses are common devices used for immobilization in cases of fractures. In some situations, therapies such as ultrasonic waves are necessary for bone consolidation. Orthoses produced by 3D printing are particularly suitable for these cases. A systematic review following the PRISMA-2015 protocol analyzed the manufacturing process of these orthoses and found the following results: use of structured light technology for scanning, automated modeling, FDM printing, low-cost polymer filament, and free software. The research indicates a growing focus on the creation of orthoses, highlighting the importance of improving the production process.*

**Keywords:** *Orthosis; Additive manufacturing; Manufacturing.*

## 1. Introdução

De acordo com o art. 4º, inciso V, da Resolução Normativa n.º 465/2021, é considerado prótese todo material, seja permanente ou temporário, que tenha a função de substituir parcial ou completamente um membro, órgão ou tecido. Já o inciso VI do mesmo artigo define órtese como qualquer material, permanente ou temporário, que tenha a finalidade de auxiliar nas funções de um membro, órgão ou tecido. A distinção entre órtese e prótese, conforme a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), reside no fato de que a órtese não tem a função de substituição, mas sim de assistência [01]. Isso inclui produtos utilizados para reabilitação de fraturas.

Em tratamento de fraturas por imobilização, o produto (órtese) mais utilizado pela equipe ortopédica é o gesso. Porém, não é o único nem o mais benéfico produto existente. Polímero e alumínio são materiais utilizados em substituição do gesso, proporcionando a imobilização por meio de modelagem fácil com vantagem na resistência e no peso [02]. O processo de fabricação de peças com gesso é minucioso e delicado, além de não haver uma padronização no dimensionamento nem no número de camadas [03].

Existem terapias alternativas que podem ajudar a minimizar o tempo de recuperação das fraturas ósseas [04]. Como exemplo, temos as ondas ultrassônicas, como benefício não térmico, que propiciam a regeneração dos tecidos moles e o reparo ósseo [05]. Estratégias que podem ser necessárias em casos de consolidações lentas provocadas por fatores como diabetes, velhice e doença vascular periférica [06]. Para a aplicação das ondas ultrassônicas, o dispositivo deve ser colocado sobre a pele do paciente [07].

Quando pensamos na produção de produtos com o uso de polímeros, temos uma vasta gama de processos produtivos. A impressão 3D é um processo que inicialmente foi utilizado para prototipagem pela sua capacidade de gerar peças únicas sem necessidade de moldes. Atualmente, com o aperfeiçoamento e a precisão das máquinas, a impressão 3D tem ganhado cada vez mais espaço na produção de produtos finais. O sistema de impressão mais utilizado é o ‘Fused Deposition Modeling’ (FDM), onde a impressora deposita camadas de material através de um bico ejetor [08].

Tendo esse entendimento, o seguinte trabalho visa focar em mapear a produção de dispositivos extracorpóreos (órteses) que auxiliam no tratamento de doenças temporárias (imobilização) sem a função de substituição de membros. Tal mapeamento irá contribuir no desenvolvimento de um protocolo para fabricação de órteses, visando a substituição do uso do gesso.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Esta Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), adotou as diretrizes do ENTREQ, um instrumento usado para relatar a síntese da pesquisa qualitativa em saúde [09]. O protocolo de busca utilizado foi baseado no método PRISMA, de acordo com as instruções do PRISMA-P Group.

### 2.1. Pergunta de pesquisa

Para os fabricantes de órtese, quais os métodos de produção por meio da impressão 3D são mais eficientes?

Para a definição desta pergunta de pesquisa aplicou-se a estratégia PICO [10] – onde define-se o Paciente (P), a Intervenção (I), uma Comparação (C) e um desfecho (O de "outcomes"). Na nossa pergunta temos: (P) fabricantes de órteses; (I) produção de dispositivos ortóticos; (C) método de fabricação por impressão 3D; (O) qual o método mais eficiente para uma produção.

## 2.2. Critérios da Revisão Sistemática

Após a estruturação da pergunta de pesquisa, foi iniciado o planejamento e delimitação dos parâmetros de busca para construção dos critérios do protocolo a ser aplicado (Quadro 1). Considerando ser uma área ainda com poucos estudos, foram incluídos trabalhos publicados sem delimitação de tempo, ou seja, do primeiro trabalho até a realização da RBS, até o ano de 2023. As bases de dados utilizadas foram: MEDLINE, PubMed e ScienceDirect; abrangendo trabalhos tanto em inglês quanto em português.

**Quadro 1:** Protocolo da Revisão Sistemática.

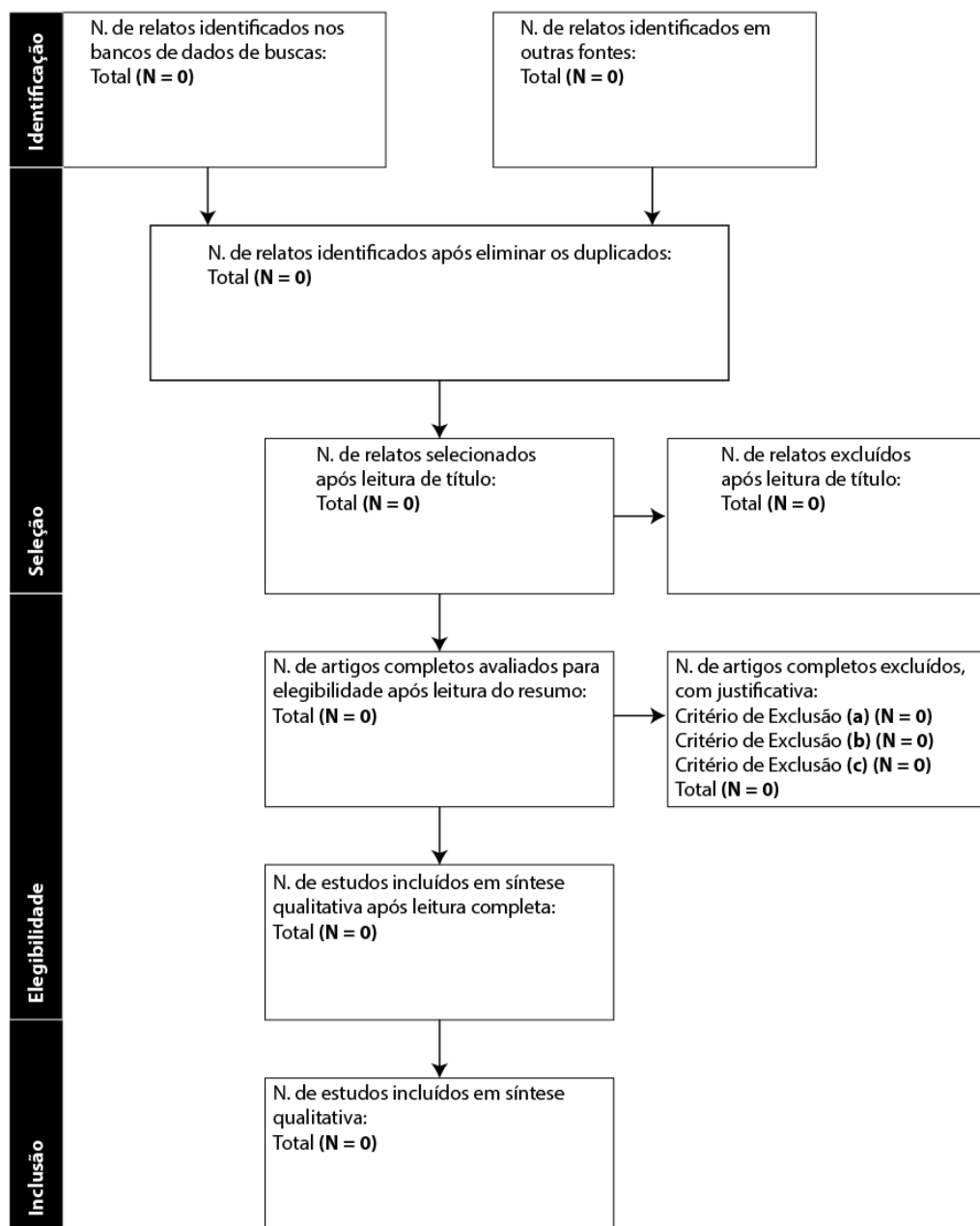
Protocolo	
Critérios	Especificações
Base de dados	MEDLINE, PubMed e ScienceDirect
Tipos de Documentos	Artigos e Resumos Expandidos completos
Período	Até 2023
Idioma	Inglês e Português
Critérios de inclusão	a. Estudos publicados sobre o processo de fabricação de órteses de membros superiores, cuja função é mobilizar os membros. b. Pesquisas com acesso gratuito no período do estudo.
Critérios de exclusão	a. Pesquisas que não publicaram sobre o processo de fabricação de órteses. b. Pesquisas que não chegaram a um produto final. c. Pesquisas que não sejam com o processo de produção com uso de impressora 3D.
Critérios de qualificação	1. Método de captação das medidas. 2. Tempo estimado para tirar as medidas. 3. Método de modelagem da órtese. 4. Tempo estimado de modelagem. 5. Tipo de impressora 3D. 6. Material utilizado para impressão. 7. Membro de uso da órtese. 8. Software de modelagem.

Fonte: Autores.

Na sequência, foi elaborado string de busca, os termos de busca estão relacionados à "imobilização", "órtese", "impressão 3D" e "processo de fabricação". Além disso, serão examinadas manualmente Revisões Sistemáticas publicadas na área, com intuito de buscar textos completos potencialmente relevantes. A string final é ("assistive product" OR "orthopedic brace" OR "orthosis") AND ("manufacturing") AND ("upper limb" OR "arm" OR "hand"). A aplicação das strings foi realizada em setembro de 2023, seguindo o protocolo estabelecido previamente.

Para seleção e organização dos registros obtidos, foi utilizada a plataforma EndNote X8© em sua versão desktop, onde os artigos foram indexados para análise. Todos os procedimentos

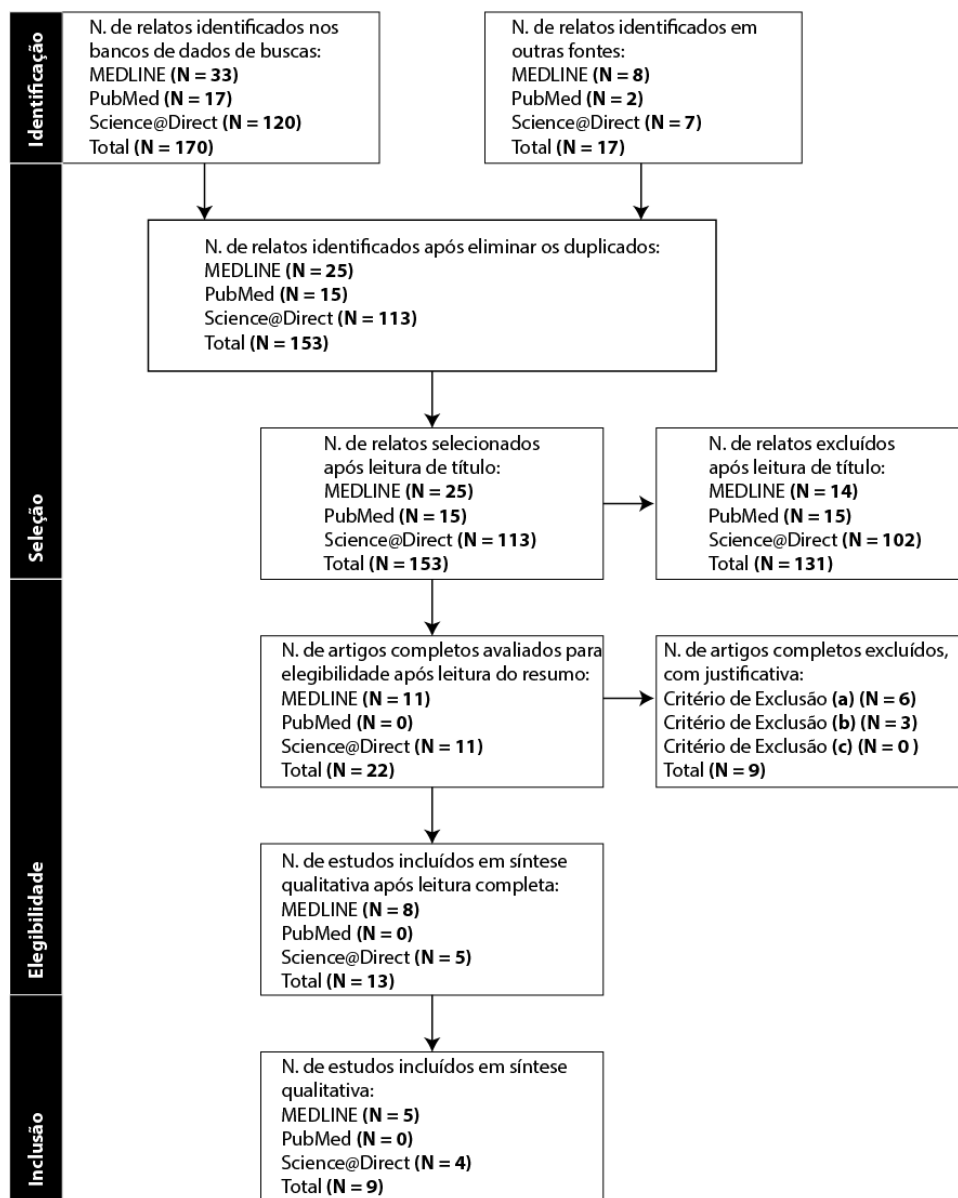
descritos no processo da RBS foram registrados dentro do diagrama de fluxo PRISMA (2015), obedecendo a ordem e critérios apontados na ferramenta (Figura 1).



**Figura 1:** Diagrama de fluxo Prisma 2015 contendo os critérios e funis de seleção. Fonte: Adaptado de Prisma (2015).

### 3. Desenvolvimento

Respeitando e seguindo o protocolo especificado acima foram obtidos os seguintes resultados:



**Figura 2:** Diagrama de fluxo Prisma 2015 contendo os critérios e funis de seleção. Fonte: Adaptado de Prisma (2015).

Após a seleção dos 22 (vinte e dois) artigos para leitura completa, 9 (nove) trabalhos foram excluídos com base nos critérios de exclusão estabelecidos previamente (a. Pesquisas que não publicaram sobre o processo de fabricação de órteses; b. Pesquisas que não chegaram a um produto final.), para então realizar a análise descritiva e a síntese do conteúdo dos artigos obtidos. Desta forma, foram selecionados um total de 13 (treze) trabalhos – sendo 8 (oito) trabalhos da base de dados MEDLINE; e 5 (cinco) trabalhos obtidos através da base de dados Science@Direct. Os trabalhos foram divididos em dois grupos – sendo 11 (onze) trabalhos do grupo 01 (composto por trabalhos que foram incluídos e não são de revisão sistemática) e 2

(dois) trabalhos do grupo 02 (composto por trabalhos que foram incluídos e são de revisão sistemática).

O Quadro 2 apresenta os 11 (onze) artigos selecionados do grupo 01, organizados pela data (do mais antigo para o mais recente), apresentando o ano, título, local de publicação e autor.

**Quadro 2:** Artigos obtidos através da pesquisa RBS do Grupo 01

<b>Trabalhos selecionados do Grupo 01</b>			
<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Periódicos ou Evento Científico</b>	<b>Autores</b>
2017	Órtese com impressão 3D para ombro: relato de caso	Acta Fisiatr	Danielle Aline Barata Assad, Valeria Meirelles Carril Elui, Vincent Wong, Carlos Alberto Fortulan.
2018	Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques	Disability and Rehabilitation: Assistive Technology	Keun Ho Lee, Dong Kyu Kim, Yong Ho Cha, Jeong-Yi Kwon, Dong-Hyun Kim & Sang Jun Kim.
2019	Development and Evaluation of a Customized Wrist-Hand Orthosis using 3D Technology for a Child with Cerebral Palsy - A Case Study	IEEE	Cristiane Schmitz, Yvi Tiemi Mori, Humberto Remigio Gamba, Percy Nohama and Mauren Abreu de Souza, Member, IEEE.
2020	Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses	Materials MDPI	Filip Górski, Radosław Wichniarek, Wiesław Kuczko, Magdalena Zukowska, Monika Lulkiewicz and Przemysław Zawadzki.
2020	Determination of the Elasticity Modulus of Additively Manufactured Wrist Hand Orthoses	Materials MDPI	Krzysztof Łukaszewski, Radosław Wichniarek and Filip Górski.
2022	Use of a 3D-printed splint for the treatment of distal radius fractures: A randomized controlled trial	Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research	Ghady El Khourya, Xavier Liboutona, Florian De Boeck, Olivier Barbier.
2022	A feasibility analysis of a 3D customized upper limb orthosis	V CIRP Conference on Biomanufacturing	Francesca Salaa, Mattia Carminatia, Gianluca D'Ursoa, Claudio Giardini.
2023	Mechanical Evaluation of PET-G 3D-Printed Wrist-Hand Orthosis: An Integrated Experimental and Numerical Approach	Materials MDPI	Krzysztof Łukaszewski, Ratnesh Raj and Anna Karwasz.
2023	Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease	Biomedicines MDPI	Silvia Badini, Stefano Regondi, Carmen Lammi, Carlotta Bollati, Giordana Donvito and Raffaele Pugliese.
2023	Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow	Research in Veterinary Science	Rosa Mendaza-DeCal, Salvador Peso-Fernandez, Jesus Rodriguez-Quiros.
2023	A facile, semi-automatic protocol for the design and production of 3D printed, anatomical customized orthopedic casts for forearm fractures	Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma	Davide Rinaldo, Filippo Zonta, Simone Florian, Jacopo Lazzaro.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3 apresenta os 2 (dois) artigos selecionados do grupo 02, organizados pela data (do mais antigo para o mais recente), apresentando o ano, título local de publicação e autor. Os trabalhos de revisão sistemática, estão separados em um grupo especial, para que possamos compreender se as revisões feitas anteriormente abordam os mesmos parâmetros da atual revisão, sempre lembrando que o intuito do presente trabalho é trazer maior clareza da produção de órteses fabricadas com o uso da tecnologia de impressão 3D.

**Quadro 3:** Artigos obtidos através da pesquisa RBS do Grupo 02

Trabalhos selecionados do Grupo 02			
Ano	Título	Periódicos ou Evento Científico	Autores
2020	3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review	Annals of Palliative Medicine	Yoo Jin Choo, Mathieu Boudier-Revéret, Min Cheol Chang.
2022	Personalized 3D-printed forearm braces as an alternative for a traditional plaster cast or splint; A systematic review	Injury	Esther M.M. Van Lieshout, Michael H.J. Verhofstad, Linda M. Beens, Julienne J.J. Van Bekkum, Fleur Willemsen, Heinrich M.J. Janzing, Mark G. Van Vledder.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através da estratificação de datas conseguimos afirmar que o assunto tratado tem ganhado força para discussão há menos de 10 (dez) anos.

#### 4. Resultados Qualitativos

Como descrito anteriormente foram estipulados 8 (oito) critérios de qualificação sendo eles: 1. Método de captação das medidas; 2. Tempo estimado para tirar as medidas; 3. Método de modelagem da órtese; 4. Tempo estimado de modelagem; 5. Tipo de impressora 3D; 6. Material utilizado para impressão; 7. Membro de uso da órtese; 8. Software de modelagem. Os artigos qualificados foram os que atingiram uma média de pelo menos 60% (sessenta por cento), o que equivale a 5 (cinco) dos 8 (oito), dos critérios definidos.

**Quadro 4:** Análise Qualitativa dos artigos decorrentes da RBS (Grupo 01)

Trabalhos selecionados do Grupo 01									
Título	01	02	03	04	05	06	07	08	09
	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Órtese com impressão 3D para ombro: relato de caso	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Development and Evaluation of a Customized Wrist-Hand Orthosis using 3D Technology for a Child with Cerebral Palsy - A Case Study	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	4
Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	4
Determination of the Elasticity Modulus of Additively Manufactured Wrist Hand Orthoses	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	1,5

Use of a 3D-printed splint for the treatment of distal radius fractures: A randomized controlled trial	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0	2,5
A feasibility analysis of a 3D customized upper limb orthosis	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	3,5
Mechanical Evaluation of PET-G 3D-Printed Wrist-Hand Orthosis: An Integrated Experimental and Numerical Approach	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2
Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
A facile, semi-automatic protocol for the design and production of 3D printed, anatomical customized orthopedic casts for forearm fractures	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda Quadros 04 e 05

01\* Método de captação das medidas. / 02\* Tempo estimado para tirar as medidas. / 03\* Método de modelagem da órtese. / 04\* Tempo estimado de modelagem. / 05\* Tipo de impressora 3D. / 06\* Material utilizado para impressão. / 07\* Membro de uso da órtese. / 08\* Software de modelagem. / 09\* Total relativo à soma de pontos dos critérios de qualificação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Quadro 5: Análise Qualitativa dos artigos decorrentes da RBS (Grupo 02)**

Trabalhos selecionados do Grupo 02									
Título	01*	02*	03*	04*	05*	06*	07*	08*	09*
3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	2
Personalized 3D-printed forearm braces as an alternative for a traditional plaster cast or splint; A systematic review	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a análise qualitativa, 4 (quatro) artigos foram excluídos, sendo 2 (dois) que não é de revisão sistemática e os 2 (dois) de revisão sistemática, trazendo assim a certeza de que os critérios de qualificação não foram estudados nas revisões encontradas. Os critérios que tiveram menor atendimento diz respeito ao tempo dos processos - 2. Tempo estimado para tirar as medidas. 4. Tempo estimado de modelagem. -, a partir disso podemos perceber uma lacuna de pesquisa. Os critérios que todos os artigos cumpriram foram: 5. Tipo de impressora 3D; 6. Material utilizado para impressão; 7. Membro de uso da órtese. Com isso, temos clareza do processo de impressão 3D que está sendo utilizado.



**Quadro 6:** Dados extraídos dos artigos

Resultados qualitativos								
Título	01*	02*	03*	04*	05*	06*	07*	08*
Art. 1	Scanner Sensue	-	Foram descritos 4 passos de modelagem	-	FDM	Polímero SR30L	Ombro	Magics
Art. 2	Arte EVA	-	Foram criadas curvas e formas a partir do arquivo gerado no processo de escaneamento	-	FDM	TPE	Mão e pulso	Geomagic Freeform
Art. 3	REVscan da Creafom Ametek	19m	Limpar, alisar, esculpir e desenhar	8h	FDM	PETG	Mão e pulso	MeshMixer
Art. 4	Scanner óptico David SLS-3	5m	Algoritmos lançados no excel automatizam o processo	25m	FDM	ABS, PLA, HIPS, PA	Punho e mão	Autodesk Inventor
Art. 5	Scanner de padrão infravermelho	30 segundos a 1m	-	-	FDM	POF	Mão, punho e braço	-
Art. 6	HexagonAbsole Arm 7	3m	Foi proposto uma metodologia partir de nuvens de pontos	23m	FDM	ABS	Mão, punho e braço	-
Art. 7	-	-	Foram criadas duas geometrias de treliça diferentes	-	FDM	PCL	Punho e mão	Autodesk Inventor
Art. 8	3D Systems Inc.	-	-	-	FDM	PETG e TPU	Patas	CATIA V5
Art. 9	3D Structure Sensor Mark II (Oc-cipital)	-	Foi feito através do editor de algoritmos	-	FDM	PETG	Antebraço e pulso	Rhinoceros 3D

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda Quadro 06: Art.1 Órtese com impressão 3D para ombro: relato de caso / Art.2 Personalized assistive device manufactured by 3D modeling and printing techniques / Art. 3 Development and Evaluation of a Customized Wrist-Hand Orthosis using 3D Technology for a Child with Cerebral Palsy - A Case Study / Art. 4 Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses / Art. 5 Use of a 3D-printed splint for the treatment of distal radius fractures: A randomized controlled trial / Art. 6 A feasibility analysis of a 3D customized upper limb orthosis / Art. 7 Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease / Art. 8 Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow / Art. 9 A facile, semi-automatic protocol for the design and production of 3D printed, anatomical customized orthopedic casts for forearm fractures

01\* Método de captação das medidas. / 02\* Tempo estimado para tirar as medidas. / 03\* Método de modelagem da órtese. / 04\* Tempo estimado de modelagem. / 05\* Tipo de impressora 3D. / 06\* Material utilizado para impressão. / 07\* Membro de uso da órtese. / 08\* Software de modelagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 9 (nove) artigos qualificados, apenas 2 (dois) cumpriram todos os requisitos. Todos os artigos usam o método de impressão 3D por deposição - ‘Fused Deposition Modeling’ (FDM) - a escolha é defendida por ser um método barato e de fácil acesso, além de permitir o uso de diversos materiais. Tiveram estudos que optaram pelo uso de software gratuito como o ‘MeshMixer’, outros por softwares mais específicos e pagos como o ‘Geomagic Freeform’ e alguns se aventuraram por software mais genéricos e pagos como o ‘Autodesk Inventor’. Na descrição do modo de modelagem foi observado inúmeras possibilidades: através de nuvem de pontos, algoritmos em software e uso de ferramentas específicas de modelagem 3D. Como os membros estudados não necessitam de alta precisão e fidelidade para a fabricação das órteses, os scanners utilizados não são de altíssima resolução e a maioria utiliza a tecnologia de luz estruturada seguido da infravermelha e de contato.

## 5. Discussão

A revisão sistemática teve como objetivo verificar o método de fabricação de órtese mais eficiente usando a tecnologia de impressão 3D com foco em membros superiores para substituição de órtese gessada em casos de fratura. Os principais resultados mostram que: 1) O tipo de tecnologia utilizada para escanear os membros foi a de tecnologia de luz estruturada. 2) Métodos de modelagem automatizada, por meio de algoritmos no excel ou por nuvem de pontos. 3) Impressão com impressora no sistema FDM. 4) Filamento polimérico de baixo custo. 5) Uso de órtese em animais. 6) Uso de software gratuito.

A tecnologia de scanner com luz estruturada é utilizada em casos que não consiste na necessidade de grande precisão das medidas. Esse tipo de tecnologia possui baixo custo. O tempo pode variar dado o tipo da tecnologia, o modelo do scanner, membro escaneado e familiaridade da pessoa que manuseia o equipamento. Sendo registrado de 30 segundos (infravermelho) a 19 minutos (luz estrutural) no artigo, o ideal é buscar o menor tempo possível sem perder a qualidade, pois durante o processo o paciente deve permanecer imóvel em uma mesma posição.

Dos métodos de modelagem que possuem tempo, os que apresentaram menor tempo foram os automatizados, ou seja, quando um operador tem que manusear o arquivo esculpindo e criando forma, mesmo que hábil, levará muito mais tempo do que um comando automático.

O tipo de impressão utilizado, vem sendo o FDM para todos os artigos finais, o processo é de baixo custo, de fácil acesso e permite utilizar materiais ecológicos [08][11].

Os materiais selecionados são todos polímeros, entretanto os artigos não entregaram um consenso. Cada material possui um aspecto diferente quanto à resistência, decomposição e acabamento, além de interferir no fato da impressora ter cabine fechada ou não. Entretanto, algo que todos têm em comum é o baixo custo.

Os membros relatados em sua grande maioria são mãos/punho/braço, o que ajuda a entender que as palavras chaves e a stream de busca foram eficientes na captura de artigos com membros alvo. Tal definição proporciona a estabelecer igualdade na análise dos dados. É interessante ver o relato de uso de órtese impressa em 3D para tratamento de animais de pequeno porte, esse fato nos leva a crer que o campo de pesquisa está crescendo e os resultados vêm sendo positivos.

Sobre os softwares foram encontradas uma grande diversidade e a pesquisa não é suficiente para indicar a eficiência e melhor escolha, porém vemos a possibilidade de usar um software gratuito, o que torna o processo acessível financeiramente falando.

## 6. Considerações Finais

A pergunta de pesquisa foi respondida parcialmente, ao ter parâmetros cumpridos por todos os artigos enquanto outros foram respondidos por alguns. Para captar as medidas, os aparelhos relatados foram de luz estruturada, infravermelho e contato, pois cumprem a função, sendo o de infravermelho aquele que cumpre melhor o papel, por ser de baixo custo e apresentar o menor tempo de digitalização. O processo de impressão 3D identificado proporciona uma produção de baixo custo e que independe das habilidades manuais do operador. A modelagem automatizada exige menos conhecimento de software do operador e um menor tempo para produzir o modelo da órtese, para o nosso objetivo devemos aprimorar tal estimativa de tempo. Como sistema de impressão 3D o FDM foi unanimidade e o material não se teve uma concordância, precisando assim de uma pesquisa mais aprofundada. Assim como os materiais, os softwares precisarão de um entendimento mais minucioso. A relevância é demonstrada no fato de não serem encontrados outros artigos de revisão sistemática que cumprissem todos os parâmetros deste artigo. Como diferencial, a pesquisa se limita à fabricação, sem levar em consideração o melhor produto.

## 7. Sugestões para trabalhos futuros

Parâmetros de comparação da sustentabilidade entre a imobilização gessada e a imobilização impressa.

Software para órtese a fim de tratar fraturas em membros superiores.

## 8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

## Referências

- [1] Agência Nacional de Saúde Suplementar. Parecer técnico nº 24/geas/ggras/dipro/2021 cobertura: órteses, próteses e materiais especiais – pme. [parecer\\_tecnico\\_no\\_24\\_2021\\_orteses\\_proteses\\_e\\_materiais\\_especiais\\_opme.pdf](#) (www.gov.br). Acesso em: junho de 2023.
- [2] HUNGRIA NETO, José Soares ; Consolidação óssea. In: Rames Mattar Junior; Reynaldo Jesus - Garcia Filho. (Org.). Tratado de Ortopedia. : Roca, 2007, v. 1, p. 623-624.
- [3] VIEIRA, Gustavo Cardoso; FONSECA, Marisa De Cássia Registro; SHIMANO, Antônio Carlos; Nilton MAZZER; BARBIERI, Cláudio Henrique; ELUI, Valéria Carril Meirelles. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ATADURA GESSADA DE TRÊS DIFERENTES FABRICANTES, UTILIZADA PARA CONFECÇÃO DE ÓRTESES. ACTA ORTOP BRAS. 2006. Artigo.
- [4] DOUAT, E. S. V. Estudo comparativo do efeito do ultrassom terapêutico de 1MHz de frequência de repetição de pulso a 100Hz e 16Hz no reparo da osteotomia por escareação de tibia de rato. São Carlos. Dissertação - Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2004.

- [5] BATALHA, C.G. Fisioterapia no tratamento de fratura incompleta de epicôndilo medial em fox paulistinha, 2006. Dissertação (Especialização) – Escola Qualittas / Universidade Castelo Branco.
- [6] CAMPAGNE, Danielle. Visão geral das fraturas. Manual MSD, Versão para Profissionais de Saúde. 2017. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt/profissional/les%C3%B5es-intoxica%C3%A7%C3%A3o/fraturas/vis%C3%A3o-geral-das-fraturas>>
- [7] FONSECA, Natalia Carolina C. Della Valle Pinheiro. A APLICABILIDADE DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO NO REPARO ÓSSEO DE FRATURAS: UMA REVISÃO. ANUÁRIO DA PRODUÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DISCENTE Vol. 13, N. 18, Ano 2010. Disponível em: <https://repositorio.pgskroton.com.br/bitstream/123456789/1179/1/artigo%206pdf.pdf>
- [8] VOLPATO, NELI. PROTOTIPAGEM RÁPIDA - Tecnologias e Aplicações. Blücher, 2007.
- [9] TONG, A.; FLEMMING, K.; MCINNES, E.; OLIVER, S. et al. Enhancing transparency in reporting the synthesis of qualitative research: ENTREQ. BMC medical research methodology, 12, n. 1, p. 1-8, 2012.
- [10] METHLEY, Abgail M et al. Pico, Picos and Spider: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. BMC health services research, v. 14, n.1, p. 1-10, 2014.
- [11] MANI, M.; LUONS, K. W.; GUPTA. S. K. Sustainability Characterization for additive Manufacturing. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. Volume 119. 2014.