



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA - POSMEC

Alexandre Mateus Popiolek

**Aplicação de uma Revisão Sistemática no Estudo de Órteses de Antebraço Fabricadas  
por meio de Modelagem por Fusão e Deposição**

Florianópolis

2022

Alexandre Mateus Popiolek

**Aplicação de uma Revisão Sistemática no Estudo de Órteses de Antebraço Fabricadas  
por meio de Modelagem por Fusão e Deposição**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação  
em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de  
Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em  
Engenharia Mecânica.  
Orientador: Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Popiolek, Alexandre Mateus

Aplicação de uma Revisão Sistemática no Estudo de Órteses de Antebraço Fabricadas por meio de Modelagem por Fusão e Deposição / Alexandre Mateus Popiolek ; orientador, João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D., 2022.

170 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Mecânica. 2. Revisão Sistemática. 3. Órtese de Antebraço. 4. Impressão Tridimensional. 5. Fusão e Deposição de Material Fundido. I. Ferreira, Ph.D., João Carlos Espíndola. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. III. Título.

Alexandre Mateus Popiolek

**Aplicação de uma Revisão Sistemática no Estudo de Órteses de Antebraço Fabricadas  
por meio de Modelagem por Fusão e Deposição**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora  
composta pelos seguintes membros:

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Carlos Henrique Ahrens, Dr.Eng.

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Humel Lafratta, Dr.Eng.

Universidade do Estado de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi  
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica.

---

Prof. Henrique Simas, Dr. Eng.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

---

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

Orientador

Florianópolis,

2022

Este trabalho é dedicado primeiramente a  
Deus, aos meus queridos pais e aos meus  
colegas de classe

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, pela oportunidade de estar estudando e conhecendo novos assuntos, pelos pais exemplares que são meus companheiros de jornada e por ser meu guia em todos os momentos.

Quero deixar registrado aqui meu reconhecimento ao trabalho do professor João Carlos Espíndola que orientou de maneira primorosa o presente trabalho.

Agradeço ao corpo técnico da biblioteca central da UFSC, que teve papel fundamental na etapa de concepção das estratégias de busca nas bases.

Sou grato aos coordenadores, discentes e docentes que compõe o grupo do COBE da UFSC, que auxiliaram quanto aos meus questionamentos acerca da correta condução de uma revisão sistemática.

Ao Dr. Roman Pfeifer que não mediu esforços ao passar seu conhecimento, bem como ofereceu apoio, porque assim como seus colegas, acreditou na importância do presente estudo e nos benefícios que irá gerar para o setor da ortopedia.

Ao Dr. Roberto D'Amato e colegas pela atenção direcionada aos meus questionamentos, sempre com cordialidade e destreza.

Ao Me. Juliano Mazute, cujo qual doou um espaço do seu tempo para prestar contribuição técnica na revisão sistemática.

Ao biomédico Herbert Costa, que compartilhou sua experiência na propriedade de fornecedor de órteses 3D, mostrando-se solícito e interessado na pesquisa e disseminação do tema.

Ao CNPq pela contemplação da bolsa que me permitiu disponibilizar mais tempo ao desenvolvimento da dissertação, melhorando sua qualidade e me permitindo conhecer, e aprender ainda mais ao longo do processo.

Aos professores que me passaram o conhecimento necessário para que eu pudesse agora usar durante o desenvolvimento do meu trabalho de dissertação, e que permaneceram solícitos a tirar dúvidas enquanto escrevia.

Aos membros da banca, que me deram a oportunidade de estar apresentando meu estudo.

Aos profissionais ortopedistas e fisioterapeutas que de forma altruísta compartilharam seu conhecimento através da resposta aos meus e-mails e participaram de reuniões virtuais, de modo a contribuir para a concepção do corpo de critérios de pesquisa, quando relacionados às suas áreas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (POSMEC) e a todos os profissionais que o compõe.

Aos amigos e colegas do GRUCON pela troca de experiências e amizade que levarei para toda a vida.

Aos demais que de uma forma ou outra contribuíram ao longo do tempo com este trabalho de forma direta ou indireta, meu muito obrigado!

“Cabe ao homem formular projetos em seu coração, mas do Senhor vem a resposta [...]”  
(Provérbios 16:1).

“Tudo quanto fizerdes, por palavra ou por obra, fazei-o em nome do Senhor Jesus, dando por ele graças a Deus Pai” (Colossenses 3:17).

## RESUMO

Neste trabalho se pretende responder a seguinte pergunta: ‘Há alguma evidência da aplicação de órtese impressa por modelagem por fusão e deposição e seus elementos fabris/construtivos na melhoria do tratamento não cirúrgico da fratura do rádio distal em adultos, com relação ao tratamento convencional e as normas/regras que o regem?’. Os critérios de elegibilidade foram organizados em uma tabela com 24 itens de inclusão e 35 de exclusão, visando essencialmente obter dados referentes aos elementos de impressão da tecnologia FDM, aplicados na manufatura de órtese de antebraço para o tratamento de fraturas estáveis do rádio distal na população adulta entre 20 e 60 anos, contrastando-as aos métodos tradicionais. Para a obtenção dos artigos primários se recorreu a buscas em bases bibliográficas destinadas às áreas da saúde, tecnologia e engenharia. Além disso, por envolver um assunto em constante desenvolvimento, adotaram-se buscas pela literatura cinzenta. Mediante a disposição de evidências complexas e, de maneira a não depender somente da estratégia de busca do protocolo de pesquisa, tomou-se como alternativa a amostragem qualitativa ‘bola de neve’, sendo tal método apropriado para a identificação de fontes de alta qualidade, porém de difícil recuperação. Acessou-se o risco de viés dos estudos inclusos mediante o *checklist Downs & Black*, indicado para estudos randomizados e não randomizados de intervenção em saúde, o ajustando para o projeto de artigos primários inclusos na revisão sistemática, os retratando com auxílio da ferramenta robvis *web* em um gráfico tipo semáforo. Acessou-se a confiança nos desfechos pela ferramenta GRADE-CERQual, abordando achados qualitativos se baseando nos elementos de limitação metodológica, coerência e relevância. Apenas dois estudos foram incluídos após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, realizado em duplicidade com um segundo revisor J.M., bem como o método “bola de neve” conforme planejado no protocolo de pesquisa. Um deles provém da estratégia de busca convencional, e o outro da amostragem qualitativa. Devido à heterogeneidade clínica, os dados não foram adequados para agrupamento e, assim, uma metanálise não foi factível. Apesar dos estudos primários serem experimentais, as principais saídas/conclusões foram qualitativas. Ambos os artigos incluídos apresentaram risco significativo de viés, e a confiança dentre os doze desfechos retornou 50% moderada, 25% alta e 25% baixa. De modo geral, as vantagens oferecidas pela impressão 3D na produção de órteses de antebraço, apresentadas pelos trabalhos inclusos, são superiores às tradicionais, especialmente em inspeção/monitoramento visual, higiene e efeito terapêutico. Assim, os estudos primários levam a sugerir (não sob critério de prioridade, devido à falta de conhecimento sobre possíveis riscos) o uso de órteses impressas por FDM utilizando PLA para tratamento de fraturas estáveis do rádio distal, quando se busca uma ou mais das três qualidades citadas. Os elementos fabris/construtivos da impressão se apresentaram estatisticamente semelhantes entre os estudos avaliados, entretanto não há evidências científicas o bastante para recomendar ou não um conjunto de elementos para *setup* de impressora FDM cartesiana utilizando polímero, assim como atestar seus efeitos no tratamento ao usuário/paciente. Com relação à viabilidade de implementação, custos e desigualdade, não é prudente uma orientação, pois não há base teórica a este respeito nos trabalhos inclusos.

**Palavras-chave:** Órtese de antebraço. Impressão tridimensional. Fratura do rádio distal. Fusão e deposição de material. Material polimérico. Revisão sistemática.



## ABSTRACT

This work intends to answer the following question: ‘Is there any evidence of the application of printed orthoses by fused deposition modeling, and its manufacturing/constructive elements, in improving the non-surgical treatment of distal radius fracture in adults, compared to conventional treatment and the norms/rules governing it?’. The eligibility criteria were organized in a table that includes 24 inclusion and 35 exclusion items, essentially seeking to obtain data concerning the printing elements by FDM technology, applied in the manufacture of a forearm orthoses, for the treatment of stable fractures of the distal radius in the adult population between 20 and 60 years old, in contrast with traditional methods. In order to obtain the primary studies, searches in bibliographic databases in areas of health, technology and engineering were carried out. Furthermore, as it involves a subject in constant development, gray literature searches were adopted. Due to the availability of complex evidence and, in a way so as not to depend only on the search strategy of the research protocol, qualitative ‘snowball’ sampling was taken as an alternative, which is an appropriate method to identify high quality sources, however hard to recover. The risk of bias of the included studies was accessed through the Downs & Black checklist, recommended for randomized and non-randomized health intervention studies, adjusting it to the design of the primary articles included in the systematic review, reporting them with the help of the robvis web tool using a traffic light graphic. Confidence in outcomes was accessed using the GRADE-CERQual tool, addressing qualitative findings, based on the elements of methodological limitation, coherence and relevance. Only two studies were included after applying the inclusion and exclusion criteria, carried out in duplicate with a second reviewer J.M., as well as the “snowball” method as planned in the research protocol. One comes from the conventional search strategy, and the other from qualitative sampling. Due to clinical heterogeneity, the data were not suitable for grouping, and therefore a meta-analysis was not feasible. The main outputs/conclusions were qualitative, despite the primary studies being experimental. Both included articles had a significant risk of bias, and the confidence among the twelve outcomes returned 50% moderate, 25% high, and 25% low. In general, the advantages offered by 3D printing in the production of forearm orthoses, presented by the included works, are superior to the traditional ones, especially in visual inspection/monitoring, hygiene and therapeutic effect. Thus, primary studies suggest (not under priority criteria, due to the lack of knowledge about possible risks) the use of FDM-printed orthoses using PLA for the treatment of stable fractures of the distal radius, when one or more of the three cited qualities are required. The printing manufacturing/constructive elements were statistically similar between the studies, however there is not enough scientific evidence to recommend or not a set of elements to setting up a Cartesian FDM printer using polymer, as well as attesting its effects on the treatment of the user/patient. Regarding the feasibility of implementation, costs and inequality, an orientation is not prudent, as there is no theoretical basis on the matter in the included works.

**Keywords:** Forearm orthoses. Three-dimensional printing. Distal radius fracture. Fused deposition modeling. Polymeric material. Systematic review.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Órteses tradicionalmente utilizadas .....	25
Figura 2 – Proeminências ósseas palpáveis do antebraço e mão .....	28
Figura 3 – Silhueta formada pelos triângulos mediante o uso do modelo STL .....	33
Figura 4 – Processo de fatiamento e construção de uma peça via impressora 3D .....	34
Figura 5 – Resistência mecânica conforme o plano de construção da peça.....	38
Figura 6 – Padrões de linhas curtas (acima) e longas (abaixo) de <i>raster</i> .....	46
Figura 7 – Imagem infravermelho da temperatura da área de sub-camada .....	47
Figura 8 – Elementos do filamento extrudado .....	47
Figura 9 – Porcentagem de preenchimento .....	48
Figura 10 – Padrões de preenchimento tradicionais.....	48
Figura 11 – Diferentes ângulos de inclinação do <i>raster</i> .....	49
Figura 12 – Corte transversal com sobreposição 0/90°; 0°; 45°/-45°, respectivamente.....	49
Figura 13 – Estratégias adicionais de preenchimento .....	49
Figura 14 – Técnicas de <i>Raft</i> e <i>Brim</i> .....	50
Figura 15 – Regra de inclinação para saliências ( <i>overhangs</i> ).....	50
Figura 16 – Guia YTH de impressão .....	51
Figura 17 –Amplitude de movimento (antebraço, pulso, mão e dedos) .....	52
Figura 18 – Princípio mecânico da alavanca de classe 1 .....	53
Figura 19 – Osso em corte .....	53
Figura 20 – Perióstio agindo como banda de tensão ao aplicar uma órtese de três pontos.....	54
Figura 21 – Seção transversal da órtese de antebraço.....	54
Figura 22 –Protrusões causadas por aberturas na órtese .....	56
Figura 23 – (a) Segmento diafisário osso rádio (Código <i>Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association</i> (AO/OTA) 2R2); (b) Esqueleto apendicular; (c) Codificação AO/OTA - Osso e Localização; (d) Ossos carpais .....	57
Figura 24 –Fraturas não-articulares ou extra-articulares (tipo A), articulares parciais (tipo B) e articulares ou intra-articulares (tipo C) .....	58
Figura 25 –Queda sobre a mão espalmada como mecanismo para fratura do rádio distal .....	59
Figura 26 –Protocolo de tratamento para fraturas do rádio distal .....	59
Figura 27 –Processo sistemático da síntese do conhecimento .....	61
Figura 28 – Métodos de redes de amostragem do tipo bola de neve .....	64
Figura 29 – Procedimentos Bola de Neve.....	65

Figura 30 – Representação gráfica do viés (erro não randomizado) e variância (erro randomizado), onde o centro do alvo representa a resposta verdadeira para uma pergunta falsificável.....	72
Figura 31 – Heterogeneidade por Gene Glass.....	75
Figura 32 – Matriz de aplicação do teste de Friedman .....	78
Figura 33 – Diagrama de fluxo PRISMA .....	81
Figura 34 – Sistema de fechamento com pino e borracha, órtese impressa em PLA (A) e montagem no modelo de braço (B).....	87
Figura 35 – Domínio de projeto e não-projeto.....	89
Figura 36 – Órtese após otimização topológica "vestida" em um modelo de antebraço .....	90

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Compatibilidade com métodos de esterilização .....	37
Quadro 2– Materiais de suporte solúvel e destacável para FDM.....	38
Quadro 3– Elementos de <i>hardware</i> , <i>software</i> e material para impressão 3D via FDM .....	40
Quadro 4– Estratégia de busca separada por assunto.....	66
Quadro 5 – Intervalos correspondentes de kappa.....	68
Quadro 6 – Interpretação do Kappa de Cohen .....	69
Quadro 7 – Resumo dos problemas identificados durante avaliação.....	79
Quadro 8 – Conclusões embasadas por evidências sobre o risco de viés na revisão .....	80
Quadro 9 – Características e abordagem dos estudos incluídos na revisão sistemática .....	84
Quadro 10 – Síntese dos resultados obtidos pelos artigos primários .....	88
Quadro 11 – Elementos que apontam para heterogeneidade clínica e metodológica .....	92
Quadro 12 – Síntese dos achados com base na contagem de votos para: impacto da órtese impressa e seus elementos fabris/construtivos nas medidas mais comuns de saída .....	93
Quadro 13– Avaliação geral do CERQual e SoQF ( <i>Summary of Qualitative Findings</i> ) encontrados no processo de revisão sistemática .....	97
Quadro 14 – Avaliações de relevância do CERQual (achados da revisão sistemática).....	101
Quadro 15 – Perfil de evidência CERQual, descobertas qualitativas .....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados normalizados para cálculo de kappa .....	70
Tabela 2 – Pontuações obtidas a partir dos <i>checklists</i> CASP e Downs & Black .....	77
Tabela 3 – Resultado das buscas nas bases .....	81
Tabela 4 – Comparação de elementos fabris/construtivos da impressão entre os dois estudos aceitos conforme critérios de inclusão e exclusão .....	90
Tabela 5 – Taxas de resposta aos contatos efetuados via <i>email</i> .....	107

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção bibliográfica ao longo do tempo .....	23
Gráfico 2 – Volume de revisões sistemáticas publicadas entre 1999 e 2021.....	24
Gráfico 3 – Calorimetria Exploratória Diferencial (CED) para filamento de PLA impresso..	39
Gráfico 4 – Influência da temperatura do envelope de impressão e da taxa de retração linear do material na formação de urdiduras na peça.....	45
Gráfico 5 – Estudos recuperados por base .....	82
Gráfico 6 – <i>Box plot</i> e histograma (elementos entre autores) .....	91
Gráfico 7 – Gráfico semáforo, viés dos estudos primários inclusos na revisão sistemática....	93
Gráfico 8 – Gráfico tipo colheita, contagem de votos da síntese dos achados .....	96
Gráfico 9 – Gráfico complementar de Bland-Altman.....	103
Gráfico 10 – Revisões sistemáticas em medicina e demais áreas do conhecimento.....	106
Gráfico 11 – Dados recuperados referentes aos <i>feedbacks</i> dos contatos realizados ao longo deste estudo .....	108

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

QUORUM	<i>Quality of Reporting of Meta-analyses</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
3D	Tridimensional
P&D	Pesquisa & Desenvolvimento
DM	<i>Direct Manufacturing</i>
MA	Manufatura Aditiva
FA	Fabricação Aditiva
RP	<i>Rapid Prototyping</i>
RT	<i>Rapid Tooling</i>
NC	<i>Numerical Control</i>
STL	<i>Standard Triangulated Language</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
BJ3DP	<i>Binder Jet 3D Printing</i>
LOM	<i>Laminated Object Manufacturing</i>
SLA	<i>Stereolithography</i>
SLS	<i>Selective Laser Sintering</i>
DED	Deposição por energia direcionada
UV	Ultravioleta
ABS	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
PLA	<i>Polylactic acid</i>
UFPs	<i>Ultra-fine Particles</i>
OBS	Observação
AO	<i>Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen</i>
OTA	<i>Orthopaedic Trauma Association</i>
RA	Risco absoluto
FOOSH	<i>Fall Onto an Outstretched Hand</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
HH- $\alpha$	Hemihidrato do tipo alfa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DH	Di-hidrato

DRF	<i>Distal Radial Fractures</i>
VOCs	<i>Volatile Organic Compounds</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
PICOC	População; Intervenção; <i>Outcome</i> ; Controle; Contexto
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i>
ROBIS	<i>Risk of bias in Systematic Reviews</i>
ICC	<i>Intraclass correlation coefficient</i>
FEA	<i>Finite Elements Analysis</i>
CATs	<i>Critical Appraisal Tools</i>
GRADE-CERQual	<i>Confidence in Evidence from Reviews of Qualitative research</i>
SoQF	<i>Summary of Qualitative Findings</i>



## LISTA DE SÍMBOLOS

“”	Aspas
()	Parênteses
–	Hífen
&	e
/	Barra
=	Igual
%	Por cento
>	Maior que
°	Graus
®	Marca registrada
°C	Grau Celsius
kg	Quilograma
g	gramas
$\Delta H$	Varição da Entalpia
<	Menor que
$H_0$	Hipótese Nula
mm	Milímetro
mm/s	Milímetros por segundo
→	Complemento a direita
Nº	Número
<=	Menor ou igual a
$H_1$	Hipótese Alternativa
≠	Diferente de

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	20
1.2	OBJETIVOS .....	21
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>22</b>
1.3	JUSTIFICATIVA DO TEMA (OBJETO E PROBLEMA DE PESQUISA).....	22
1.4	CONTRIBUIÇÕES .....	29
1.5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	30
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>32</b>
2.1	EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA.....	32
<b>2.1.1</b>	<b>Manufatura Aditiva.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Materias para Impressão 3D por FDM .....</b>	<b>35</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Propriedades de Peças Manufaturadas por FDM .....</b>	<b>38</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Órteses .....</b>	<b>51</b>
<b>2.1.5</b>	<b>Anatomia – Fratura do rádio distal .....</b>	<b>56</b>
2.2	METODOLOGIA.....	60
<b>2.2.1</b>	<b>Protocolo e Registro de Pesquisa.....</b>	<b>62</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Crterios de Elegibilidade .....</b>	<b>63</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Fonte de informaçao e estratégia de busca.....</b>	<b>64</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Análise de concordância inter-observadores.....</b>	<b>67</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Seleção dos Estudos .....</b>	<b>70</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Extração dos Dados .....</b>	<b>71</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Risco de Viés nos Estudos Individuais .....</b>	<b>71</b>
<b>2.2.8</b>	<b>Risco de viés na revisão sistemática .....</b>	<b>73</b>
<b>2.2.9</b>	<b>Heterogeneidade .....</b>	<b>73</b>
<b>2.2.10</b>	<b>Análise da Qualidade.....</b>	<b>75</b>
<b>2.2.11</b>	<b>Análise Estatística dos Elementos Fabris/Construtivos .....</b>	<b>77</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>79</b>
3.1	RISCO DE VIÉS NA REVISÃO SISTEMÁTICA (META-VIÉS) .....	79
3.2	SELEÇÃO DOS ESTUDOS .....	80
3.3	CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS (EXTRAÇÃO DE DADOS) .....	83
3.4	RESULTADO DOS ESTUDOS (EXTRAÇÃO DOS DADOS) .....	87
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS FABRIS/CONSTRUTIVOS .....	90
3.6	HETEROGENEIDADE .....	91
3.7	RISCO DE VIÉS NOS ESTUDOS PRIMÁRIOS (ESTUDOS INDIVIDUAIS) ...	92

3.8	CONTAGEM DE VOTOS .....	93
3.9	CONFIANÇA NA EVIDÊNCIA .....	96
<b>3.9.1</b>	<b>Concordância Intra-observador (estudos individuais) .....</b>	<b>103</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>105</b>
4.1	ALTERAÇÕES NO PROTOCOLO DE PESQUISA .....	109
4.2	PLANO DE DISSEMINAÇÃO .....	109
4.3	MATERIAL AUXILIAR .....	109
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>110</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE A – HEALTHTECH’S NA ORTOPEDIA ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D</b> .....	<b>150</b>
	<b>APÊNDICE B – LINHA DE CÓDIGO-FONTE, AVALIAÇÃO INTEROBSERVADOR,</b> <b>(AMOSTRA DE 20% PARA TESTE KAPPA DE COHEN).....</b>	<b>154</b>
	<b>APÊNDICE C – LINHA DE CÓDIGO ICC .....</b>	<b>158</b>
	<b>APÊNDICE D – ESTUDOS PRIMÁRIOS INCLUSOS PARA LEITURA NA ÍNTEGRA</b> .....	<b>163</b>
	<b>APÊNDICE E – BOLA DE NEVE PARA TRÁS .....</b>	<b>167</b>
	<b>APÊNDICE F – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS</b> <b>FABRIS/CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>168</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Mediante uma breve busca na internet, foi possível constatar várias empresas (APÊNDICE A) que apresentam uma solução alternativa ao uso do gesso para a confecção das órteses de punho, e também órteses em geral que englobam órteses de quadril, membros inferiores, membros superiores diferentes de punho (por exemplo, cotovelo, ombro, pescoço, etc.). Com isso, se evidencia um interesse comercial substancial em preservar os elementos fabris/construtivos ideais da impressão, haja vista a limitada quantidade de artigos que de fato conseguem explicar ou expor quais são esses elementos, conforme será mostrado por meio da revisão sistemática que será descrita nos capítulos subsequentes.

Este trabalho parte do pressuposto da coexistência entre medicina e engenharia, em que ambas colaboram entre si buscando melhor atender as necessidades dos pacientes e atingir um número maior de beneficiários.

Apesar dos elementos poderem ser conhecidos, é necessária a pesquisa e análise quando os mesmos são empregados em um processo de manufatura de um determinado produto que, neste trabalho, é a órtese de antebraço. Esses dados também são importantes na definição de regulamentações que, por consequência, melhoram a segurança de pacientes, hospitais, profissionais da ortopedia, além de contribuir para a consolidação de uma tecnologia (BURKE, 2020).

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Uma revisão sistemática da literatura é um projeto de pesquisa autocontido, sendo um estudo que objetiva avaliar trabalhos primários de maneira crítica, considerando suas abordagens metodológicas e, quando possível, realizar uma síntese estatística chamada de metanálise, de forma a explorar uma questão claramente especificada, que procede de um problema de política ou prática (COCHRANE BRASIL, 2021; DENYER; TRANFIELD, 2009).

As revisões sistemáticas [...] usam métodos rigorosos e padronizados para selecionar e avaliar artigos. Uma revisão sistemática pode ou não incluir uma metanálise, que é um resumo quantitativo dos resultados (LAW; HOWICK, 2022, n.p., tradução nossa).

É preciso tomar cuidado ao tratar metanálise como sinônimo de revisão sistemática, sendo a primeira um conjunto de passos finais de um processo rigoroso que é a revisão sistemática (SANTOS; CUNHA, 2013). Uma revisão sistemática pode ou não utilizar de metanálise (CRAIG & SMYTH, 2004; RAMALHO, 2005 *apud* SANTOS E CUNHA, 2013, p. 86).

No ano de 1996 um grupo internacional elaborou uma orientação de nome QUORUM Statement (*Quality of Reporting of Meta-analyses*), uma lista de verificação organizada em 18 itens, focando em relatos de metanálises de ensaios clínicos randomizados incentivando os autores a fornecer aos leitores informações sobre pesquisa, seleção, avaliação, abstração de dados, características dos estudos e síntese de dados que, até então, não apresentavam relatos adequados (MULROW, 1987; MOHER *et al.*, 1999; BIONDI-ZOCCAI *et al.*, 2006). Conforme afirmam Moher *et al.* (2009), sua terminologia evoluiu ao longo do tempo, passando a ser PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), sendo uma das premissas o desejo de abranger tanto revisões sistemáticas quanto metanálise.

As ferramentas elementares para a operacionalização de uma revisão sistemática provêm do campo da saúde, passando por adequações quando utilizadas em outras áreas, sendo a engenharia uma delas (ERMEL, 2020; DENYER; TRANFIELD, 2009).

A seguir são apresentados o objetivo geral (problema a ser elucidado), e os objetivos específicos desta dissertação, bem como o objeto e problema de pesquisa.

## 1.2 OBJETIVOS

“[...] problema é qualquer questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento” (GIL, 2008, p. 33). Para Kerlinger (1979, p. 35), “[...] é uma questão que pergunta como as variáveis estão relacionadas”.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é responder a seguinte questão: ‘Há alguma evidência da aplicação de órtese impressa por modelagem por fusão e deposição e seus

elementos fabris/construtivos na melhoria do tratamento não cirúrgico da fratura do rádio distal em adultos, com relação ao tratamento convencional e as normas/regras que o regem?’

### 1.2.2 Objetivos Específicos

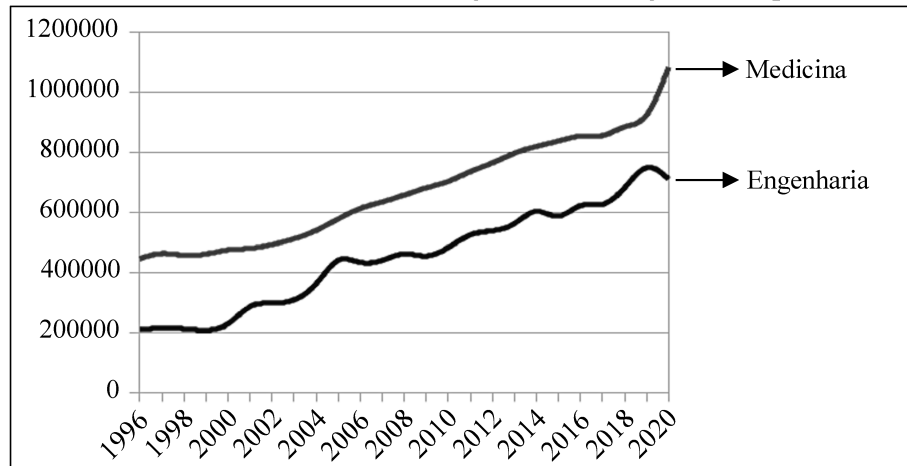
- a) Constatar a descrição dos elementos fabris de uma órtese passiva de antebraço pela tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*);
- b) Destacar os elementos inerentes à uma órtese passiva de antebraço fabricada mediante a tecnologia FDM;
- c) Expor a influência dos elementos nas características de uma órtese passiva de antebraço fabricada mediante a tecnologia FDM em sua função no tratamento não cirúrgico da fratura do rádio distal em adultos;
- d) Evidenciar os resultados devido à influência da órtese fabricada mediante a tecnologia FDM no tratamento não cirúrgico da fratura do rádio distal em adultos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA (OBJETO E PROBLEMA DE PESQUISA)

[...] a importância da revisão sistemática da literatura é de tal ordem que possibilita contextualizar um estudo e, ao mesmo tempo, proceder a uma análise e síntese do seu referencial teórico. Estes dois aspectos são determinantes para compreender o estado da arte acerca de determinado assunto e, simultaneamente, abrir perspectivas para que o investigador acrescente contributos fiáveis e credíveis para a comunidade científica e para a sociedade em geral (FARIA 2019, p. 14).

Em virtude do desenvolvimento de pesquisa em ciência e tecnologia em diferentes países, constata-se um crescente número de publicações científicas, conforme apresentado no Gráfico 1, que considera as áreas de engenharia e medicina.

Gráfico 1 – Produção bibliográfica ao longo do tempo



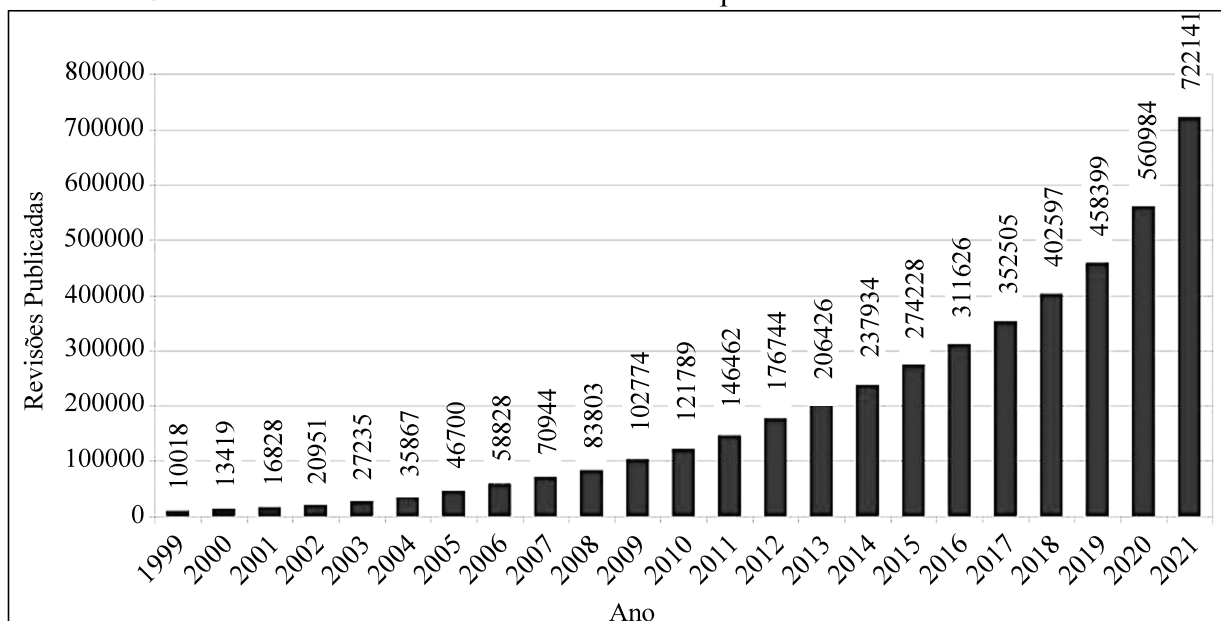
Fonte: Autor (2022)

Os dados foram coletados por meio da *Scimago Journal Rank – SJR*, contemplando um espaço de tempo entre 1996 a 2020. No ano de 2019 foram observadas mais de setecentos e quarenta mil publicações na área de engenharia, enquanto que mais de novecentos e vinte mil na área de medicina.

O aumento na taxa de publicações representado pelo Gráfico 1 (corroborado por Larsen e Von Ins, 2010), apesar de significar o avanço científico nas áreas supracitadas, por outro lado expõe efeitos colaterais, tais como: emprego de maior esforço para identificar dentre os trabalhos, um assunto ou tema característico que, por sua vez, leva a desconhecer o que outros autores estão fazendo, gerando estudos com os mesmos problemas ou hipóteses (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2017; COOPER; HEDGES, 2009).

As revisões de estudos primários têm ganhado importância, conforme apresenta o Gráfico 2, à medida que sua prática baseada em evidências é reconhecida como referência e por efeito do aumento de fontes primárias de pesquisa (PETERS *et al.*, 2015).

Gráfico 2 – Volume de revisões sistemáticas publicadas entre 1999 e 2021



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em pesquisa realizada na base de dados Scopus

Cresceu também o número de pesquisas relacionadas à manufatura aditiva, como método de fabricação de órteses visando superar as limitações dos processos convencionais (GARCIA, 2018). Conforme pontuam Prabhu *et al.* (2021), a pandemia do Covid-19 resultou em inúmeras soluções inovadoras que alavancaram os recursos em prototipagem e manufatura aditiva.

A busca por trabalhos de revisões sistemáticas neste tema de estudo apontou para uma lacuna ainda não explorada, conforme detalhado no material auxiliar ‘Revisões sistemáticas, busca preliminar’, seção 4.3.

No tocante ao tratamento, tradicionalmente é ofertada ao paciente uma órtese moldada em gesso (descrito por Bacon (1923) *apud* Graham *et al.* (2020), p. 388) como sendo um método utilizado desde o século X pelos cientistas árabes), de modo a permitir acomodar as superfícies do membro afetado pela fratura. Apesar de Kaplan (1981) também atribuir tal evento aos árabes, ele considera ser uma prática ainda mais antiga, ou seja, do século IX. Para Pfenninger e Fowler (2011), o tratamento de fraturas data da quinta dinastia egípcia a.C., utilizando cascas e, posteriormente, o gesso (em torno do século XVI) em algumas partes do império Otomano.

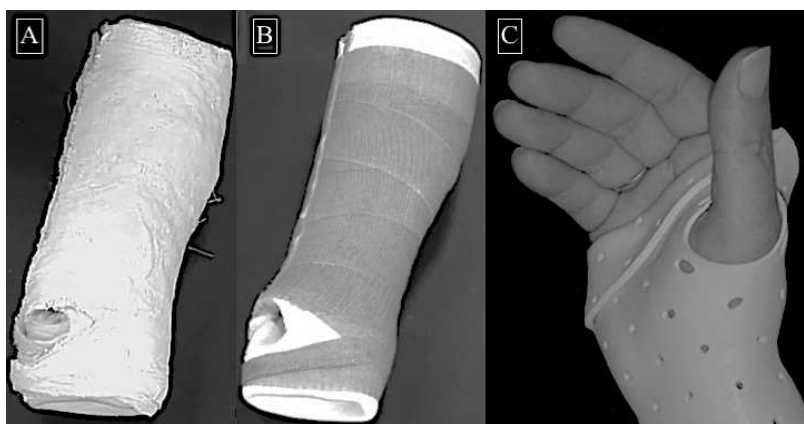
O mecanismo tradicional adiciona ao processo complicações clínicas (por exemplo, restrição de acesso à área imobilizada; leva tempo para solidificar; ajuste inadequado; não removível; comprometimento neurovascular; infecção), e da perspectiva do usuário (não



respirável; peso devido à sua espessura; necessita permanecer seco; coceira; sujeira; mau cheiro), sendo, portanto, a oferta de órteses projetadas a partir de técnicas de engenharia reversa e impressas utilizando a manufatura aditiva inovadora, no sentido que permitirá a mitigação de tais problemas (BUONAMICI *et al.*, 2019; ELTORAI; NGUYEN; DANIELS, 2015; SAVING, 2019 *apud* CHEN *et al.*, 2021, p. 2; CHEN *et al.*, 2017; KATT *et al.*, 2021; CHAPARRO-RICO *et al.*, 2021; KIM; JEONG, 2015; GRAFSTEIN *et al.*, 2010; FITZPATRICK *et al.*, 2017; VEEHOF *et al.*, 2008).

Não exclusivamente o gesso (Fig. 1a), mas, também, órteses produzidas a partir de tiras de fibra de vidro (gesso sintético, Fig. 1b) e placas de termoplásticos de baixa temperatura (por exemplo, Orfit®, Orfit Industries (2021), Fig. 1c) experimentam tais reverses (YAN *et al.*, 2019; PFENNINGER; FOWLER, 2011; ZHENG *et al.*, 2019).

Figura 1 – Órteses tradicionalmente utilizadas



Fonte: Adaptado de Escolha... (2013, n.p) e T-Tape (2022, n.p)

Com relação à higiene, órteses de gesso não permitem a correta higienização do membro fraturado, pois não permitem contato com a água. Já aquelas moldadas em termoplástico de baixa temperatura cobrem uma grande superfície da pele, dificultando acesso para limpeza, tornando o ambiente propício a bactérias e transpiração excessiva (VAN HELDEN, 2020; FITZPATRICK *et al.*, 2017; YAN *et al.*, 2019; COPPARD; LOHMAN, 2008).

O gesso é considerado pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) mediante a Resolução nº 306 de 2004 (BRASIL, 2004) e pelo CONAMA Resolução nº 358 de 2005 (BRASIL, 2005), como resíduo de grupo 'D', ou seja, não apresenta risco biológico, químico ou radiológico à saúde e meio ambiente. Entretanto, de acordo com Pinto (2014), John e Cincotto (2003) e Pinheiro (2011), o gesso não pode entrar em contato com umidade, pois, juntamente com condições anaeróbicas e baixo pH, sofre ação de bactérias redutoras de

sulfatos, desassociando componentes do gesso em dióxido de carbono, água e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), que é tóxico e inflamável. Esse material tampouco pode ser incinerado, pois libera dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), um gás tóxico e poluente, restando como saída a sua reciclagem redução ou reutilização. Porém, para tal é necessário que, ao final do seu ciclo de vida, esteja íntegro para passar pelo processo de pós-produção, ou seja, não ter contato com outros tipos de materiais (RIBEIRO, 2006; PINHEIRO, 2011). Embora possa passar por processo de reciclagem, esse, por sua vez, pode se tornar oneroso devido ao peso do material, que varia conforme a morfologia da órtese descartada, variando entre 500g e 2,5kg (HEFESTO, 2022).

Conforme Evill (2013), aproximadamente 2,4% das pessoas estão sujeitas a sofrer uma fratura por ano. Se for considerado o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), essa quantidade corresponde a mais de 4 milhões de brasileiros, gerando um refugo de gesso de 3.112 toneladas por ano, considerando que, para todos os casos, o peso médio da órtese (se baseando nos dados de Hefesto, 2022, e Kwok, 2020) é de 680 g. Esse valor pode ser ainda mais significativo para órteses maiores, como é o caso da órtese de perna que, segundo Sutter (1993), pode chegar a 7 kg.

Outro ponto que merece ser citado é a retirada da órtese produzida através do gesso, que, se feita de maneira inadequada, pode gerar morbidade, que é a capacidade de produzir doença em um indivíduo ou em um grupo de indivíduos (REZENDE, 2012, p. 247).

Ansari *et al.* (1998), após acompanharem 3.875 remoções de órteses de gesso em um período de 12 meses, constataram que 0,72%, ou seja, 28 pacientes, tiveram escoriações ou queimaduras na pele. Além das queimaduras ocasionadas em virtude do uso da serra para retirada da órtese, há o risco desse cenário ocorrer ao longo da sua aplicação, promovida pela reação exotérmica<sup>1</sup> devido ao contato do gesso com a água (necessário para o processo de cura da órtese), assim como o tempo em contato com a pele, temperatura da água (quanto mais quente, mais rápido processo de cura), temperatura ambiente, espessura, umidade (variáveis do processo); modelagem da órtese sobre “travesseiros”, que não permitem a dissipação do calor, e uso de água com resíduos de processos anteriores (variáveis do

---

<sup>1</sup> O sulfato de cálcio HH- $\alpha$  (hemidratado do tipo  $\alpha$ ), ou gesso tipo  $\alpha$  (que é utilizado na saúde para fins ortopédicos e odontológicos), é formado a partir da calcinação da gipsita (sulfato de cálcio di-hidratado), em que a autoclave é submetida a temperaturas entre 120°C e 180°C, e, quando entra em contato com a água (momento da aplicação da órtese no membro fraturado do paciente), ocorre um processo chamado de reação de hidratação, onde o hemihidrato volta a ser DH (di-hidrato), sendo este regido por uma reação química exotérmica (variação da entalpia ( $\Delta H < 0$ )),  $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Calor}]$ , em que o calor despreendido é compatível àquele utilizado na calcinação (APOSTILA... 2015; PRATES, 2015; BALTAR; BASTOS; BORGES, 2004; KAPLAN, 1981; GESSOS, 2014).

procedimento) são fatores cruciais (PLASTER... 2022; BURGHARDT *et al.*, 2014; CORBAN, 2022; GANNAWAY; HUNTER, 1983).

Tanto problemas na aplicação da órtese quanto na retirada da mesma possuem maior risco de ocorrer quando efetuados por pessoas menos experientes (em que, na maioria das unidades de emergência, a aplicação do gesso é feita rotineiramente por enfermeiros ou técnicos que não receberam real treinamento em gesso como os médicos ortopedistas). Se os problemas forem percebidos, será necessário o reinício de todo o processo de fundição do gesso (HALANSKI; NOONAN, 2008; POPESCU *et al.*, 2020; RICHARDS *et al.*, 2018; CORBAN, 2022). Como as órteses em gesso e termoplásticos de baixa temperatura são feitas de forma manual, o processo se torna não-replicável, e o resultado dependente da experiência do profissional (CHAPARRO-RICO *et al.*, 2021; CASTILLO, 2021; LI; TANAKA, 2018; FERNANDEZ-VICENTE; CHUST; CONEJERO, 2017; PATERSON *et al.*, 2015; CHEN *et al.*, 2019; CAZON *et al.*, 2017). A impressão 3D é capaz de reproduzir estruturas complexas baseadas nos requisitos do paciente e do profissional da saúde, possibilitando a redução do risco, ao passo que o processo deixa de ser manual, viabilizando a produção de qualquer tipo de órtese (KELLER *et al.*, 2021).

Conforme descrito em Inglis *et al.* (2013), as órteses em gesso não permitem a customização como, por exemplo, a escolha de cores e morfologias (CAMPBELL, 2006), estando dentre os incômodos qualitativos relatados por pacientes a sua forma volumosa, muitas vezes desencorajando o uso, implicando na adesão às diretrizes sugeridas para o tratamento devido a possíveis estigmas sociais (FITZPATRICK *et al.*, 2017; PAPE; KIM; WEINER, 2002; FESS *et al.*, 2005; OROZCO *et al.*, 2019).

Halanski e Noonan (2008) apresentam uma frase que ilustra perfeitamente o cenário de aplicações das órteses que são potencialmente propensas a manifestar condições adversas condicionadas ao contato da órtese com a pele e pela pressão proporcionada no local de aplicação: “não há hipocondríacos quando se trata de órteses”, ou seja, mesmo o clínico mais experiente pode não perceber tais condições que podem causar sérios danos à saúde do paciente (por exemplo, úlceras de pressão<sup>2</sup>; síndrome compartimental, pilose<sup>3</sup>, lesões nos ligamentos e articulações; isquemia<sup>4</sup>; tromboembolismo<sup>5</sup>), e devem ser investigados sempre

---

<sup>2</sup> Também conhecida como escara ou úlceras de decúbito, sendo uma deficiência prolongada na irrigação de sangue devido à pressão externa sobre um osso ou cartilagem, evitando que nutrientes sejam entregues às devidas áreas do corpo, sendo agravado sob condições de umidade e fricção (BRUNA, 2020).

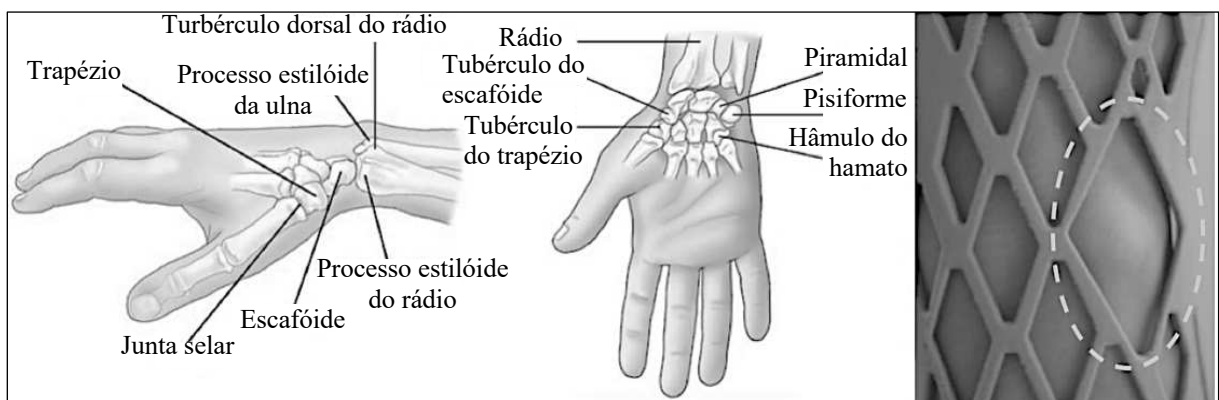
<sup>3</sup> Condição anormal de crescimento abundante de pelos (MERRIAM-WEBSTER, 2022).

<sup>4</sup> Distúrbio em que ocorre a redução do fluxo sanguíneo para a pele (NCITHESAURUS, 2022)

que percebido o desconforto por parte do usuário da órtese, tornando evidente a demanda por produtos e sistemas de gerenciamento que anseiam mitigar tais faltas de oportunidades (KIM; JEONG, 2015; CHUDNOFSKY, 2004 *apud* BUONAMICI *et al.*, 2019, p. 376; WILLIAMS *et al.*, 2013; GUIDA *et al.*, 2019; BOYD; BENJAMIN; ASPLUND, 2009; DELASOBERA *et al.*, 2011; BASTAWROUS *et al.*, 2021).

De acordo com Graham *et al.* (2020), Papavasiliou *et al.* (2021), Blaya *et al.* (2019), A Aziz *et al.* (2021), Chen *et al.* (2016), Palousek *et al.* (2014), Reese, Seo e Srinavasa (2020), Belknap (2015), Trauner (2018) e Kim *et al.* (2018), a manufatura aditiva oferece maior vantagem sobre os métodos tradicionais de imobilização permanente tanto para o gesso quanto para as órteses de prateleira confeccionadas em tecido, pois, de forma distinta, a impressão 3D oferece vantagens como: ajuste personalizado (devido à flexibilidade de formas suportadas no projeto), permitindo: (a) a individualização para casos que necessitem de aberturas sobre feridas e áreas lesionadas, bem como sobre processos estilóides, tubérculos ou outras proeminências (Fig. 2); (b) a redução da folga entre órtese e a pele mitigando o risco de deslocamento secundário (Wirtz *et al.*, 2022). O deslocamento secundário é o deslocamento da fratura do rádio distal que resulta em uma posição inaceitável (também denominado como perda de redução) após tratamento não cirúrgico de um paciente que apresentava fratura com posição basal adequada (DANIELS *et al.*, 2020; JUNG *et al.*, 2015). Isto permite mitigar os incômodos relatados pelos pacientes por meio da possibilidade de entrar em contato com a água (melhorando a higiene), permitir a respiração da área imobilizada, e ser mais leve chegando à proporção de 1/10 segundo Lin, Shi e Wang (2016), quando comparada às tradicionais devido a novos materiais e métodos.

Figura 2 – Proeminências ósseas palpáveis do antebraço e mão



Fonte: Adaptado de Bony... (2016, p. 7-8) e Faria (2017, p. 69)

<sup>5</sup> Formação de um coágulo na circulação sanguínea, o qual prejudica seu fluxo pelo organismo (PFIZER, 2020).

“Essa especialidade médica em particular apresenta grandes necessidades de dispositivos e instrumentais específicos que, potencialmente, podem ser integralmente atendidas pelas tecnologias de AM [...]” (VOLPATO *et al.*, 2017).

Por meio das conclusões de uma revisão de escopo feita por Oud *et al.* (2021), pode-se perceber a necessidade de melhores estudos na área de órteses impressas para casos de fraturas traumáticas, de modo a entender dados de processos inerentes à manufatura dos mesmos. Kumar e Wang (2021) mencionam que, de igual forma, por meio de uma revisão de escopo, é necessário investir em conhecimento para a introdução de conceitos da indústria 4.0 na saúde, de modo a diminuir problemas com refugo, redundâncias no tratamento ao paciente, desperdício de material em que, no centro destes conceitos, está a manufatura aditiva (impressão tridimensional - 3D), tendo sua intervenção no nível de produto.

Há uma imprescindível demanda por projetos de P&D (Pesquisa & Desenvolvimento) em relação à tecnologia ortopédica que dê ênfase à órteses melhoradas (ISPO, 2001).

#### 1.4 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho de revisão sistemática se situa na temática do conhecimento científico e tecnologia em saúde.

Deste modo, pretende-se empregar os conceitos, técnicas e ferramentas utilizadas para revisar, analisar e sintetizar a literatura com o intuito de corroborar com o avanço da fronteira do conhecimento e contribuir para a realização de pesquisas nos âmbitos acadêmicos e/ou empresariais e hospitalares no tocante à manufatura aditiva como ferramenta para melhorar os mecanismos de tratamento ortopédicos, em especial de membros superiores, contribuindo com o trabalho de profissionais como, por exemplo, terapeutas ocupacionais, ortopedistas, fisioterapeutas e enfermeiros com curso em órtese (informação verbal<sup>6</sup>) e com o processo de manufatura, proporcionando um contexto que permita melhorar processos, resultando na entrega de maior valor utilizando métricas centradas no paciente (consumidor final) ao invés de um todo.

---

<sup>6</sup>Postos de trabalho citados pelo biomédico Hebert Costa durante videoconferência, online, em 19 de novembro de 2021 das 17 às 18h.

“[...] o conhecimento de como a variabilidade de cada parâmetro de entrada e etapa de processamento afeta o dispositivo ou componente final acabado é fundamental para garantir a qualidade da peça” (USA, 2016, p. 18, tradução nossa).

Além do discorrido anteriormente, a compreensão do processo de manufatura de um produto que permitirá melhorar a higiene do membro afetado durante o tratamento tem significativa importância no período pandêmico durante o qual este estudo foi conduzido (GRUNDY; FITZMAURICE, 2022).

## 1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A partir deste ponto será utilizada a palavra órtese para designar ‘órtese monomaterial passiva<sup>7</sup> de antebraço impressa em tecnologia FDM’.

Não será discorrido a respeito da emissão de VOCs (*Volatile Organic Compounds*) e partículas ultrafinas (UFPs) no ar provenientes do processo de impressão, em que o filamento de material termoplástico é fundido em alta temperatura (PELLEY, 2018; ZHANG *et al.*, 2019).

Não se considerou neste estudo a especificidade do paciente quanto às suas atividades cotidianas após a aplicação da órtese, por exemplo, fatores de risco de quedas, atividades motoras repetitivas, que podem gerar a quebra da órtese e desconforto no seu uso devido à massa adicionada ao membro.

Considera-se a aplicação da órtese impressa desde a fratura até o processo final de convalescença, fazendo parte do escopo ajustes morfológicos devido ao edema pós-traumático, que é o inchaço da região afetada pelo trauma, e tende a diminuir em torno de duas a três semanas (HOOGERVORST *et al.*, 2019; VAN HELDEN, 2020), podendo também ocorrer em casos de retenção de líquidos devido à falta de movimentos (LIMA, 2021; NHS, 2019).

As DRFs (*Distal Radial Fractures*) tratadas devem ser do tipo ‘sem redução’, ou seja, aquelas fraturas estáveis em que houve mínimo deslocamento ou nulo, o que leva a considerar somente órteses de antebraço (abaixo do cotovelo), (FRICKER; JUPITER; KASTELEC, 2022; BOYD; BENJAMIN; ASPLUND, 2009; VIGLER; AVILES; LEE, 2010;

---

<sup>7</sup>Quando sua função é postural ou imobilizadora, não permitindo a ocorrência de articulações, de modo a prevenir ou corrigir deformidades no membro ao qual está aplicada mantendo-o em repouso (CASTILLO, 2021).

AMIRI; VARGHESE; DEMURCHYAN, 2017; PFENNINGER; FOWLER, 2011). Conforme Fricker, Jupiter e Kastelec (2022), este é o tipo de órtese mais difundida para o tratamento em casos não cirúrgicos:

A órtese curta parece manter melhor a inclinação radial e possuir capacidade semelhante de imobilização, apesar de permitir o movimento de prono-supinação. Assim, pode-se concluir que a órtese abaixo do cotovelo é uma boa opção, com bons resultados radiológicos, não apresentando risco de rigidez do cotovelo (GAMBA; FERNANDEZ; LLAVALL; DIEZ; PEREZ, 2017, p.1726, tradução nossa).

Algumas características deste trabalho são:

- Neste trabalho não se considerou modelos de aquisição de valores antropométricos e morfológicos do paciente, assim como modelagem de superfícies em *software* 3D, sendo dado enfoque no processo pertinente à manufatura aditiva.
- Deseja-se que este estudo seja atemporal. Desta forma, não se apresentou ou tratou valores de aquisição, manutenção, etc.
- Não se considerou fatores mercadológicos (por exemplo, vantagem econômica), sociais ou políticos.
- Não se levou em consideração a higroscopia subjetiva das órteses oriundas de materiais como: PLA, ABS, Nylon, etc. (RESINS, 2020; KHOMINETS *et al.*, 2020; LAY *et al.*, 2019; WISHBOX, 2021; SILVA *et al.*, 2020), devido ao suor do paciente em contato permanente com a órtese. “Resinas plásticas podem ser higroscópicas ou não higroscópicas, dependendo se absorve ou adsorve umidade” (MITCHEL, 1983, p. 34, tradução nossa).
- Não se avaliou o reembolso por parte de companhias de seguro das órteses impressas a serem tratadas nesta revisão sistemática, da mesma forma que não foram tratados possíveis códigos e enquadramentos desses nas tabelas de referência e valores de auxílio.
- Não se investigou, assim como agregado à síntese da presente revisão sistemática, a distinção epidemiológica entre homens e mulheres conforme descrita por Melton III *et al.* (1998), Nellans, Kowalski e Chung (2012) e Thompson, Taylor e Dawson (2004), bem como fatores relacionados às características fenotípicas como descrito em Chung, Spilson e Arbor (2001) e Nellans, Kowalski e Chung (2012).

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA

Seguindo o acrônimo PICOC (aprofundado na seção 2.2), o tema desta revisão sistemática se desdobra em: **P**: órteses; **I**: manufatura aditiva (impressão 3D); **C**: processo tradicional (por exemplo, gesso, gesso sintético e placas de material termo-moldável de baixa temperatura); **O**: constatação da presença do descritivo de elementos fabris da órtese, utilizando processo aditivo, nos artigos primários selecionados; elucidação dos elementos de impressão que forem constatados; compreensão da influência que estas órteses impressas promovem sobre o tratamento; **C**: fraturas estáveis, não cirúrgicas.

#### 2.1.1 Manufatura Aditiva

A manufatura aditiva (MA) ou fabricação aditiva (FA) se caracteriza pela transformação de um modelo tridimensional em um objeto, através da adição de consecutivas camadas de material (PATERSON; DONNISON; BIBB; CAMPBELL, 2014; BIZZOTTO *et al.*, 2016; KATT *et al.*, 2021). Assim, pode-se criar variadas formas geométricas de diferentes níveis de complexidade, obtendo liberdade para criação sem ter que pagar mais caro por isso (HAGUE; CAMPBELL; DICKENS, 2003; GÜR, 2014).

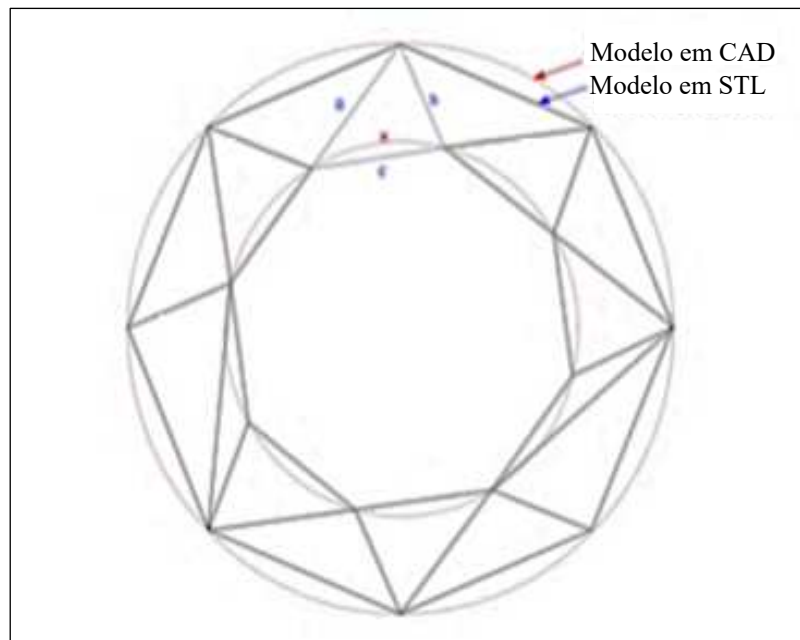
O produto final de uma impressão 3D (expressão normalmente utilizada como sinônimo de MA) pode ser um RP (protótipo para realização de testes - *rapid prototyping*), RT (uma ferramenta - *rapid tooling*), ou um DM (produto final - *direct manufacturing*), devido aos aspectos citados anteriormente (MARTIN *et al.*, 2015; LIM *et al.*, 2017; ECKHOFF, 2021; SOLOMAN, 2020). É considerada por muitos como um dos pilares da 4ª revolução industrial (referida como Indústria 4.0), conceito este introduzido pela primeira vez em 2011, o qual abrange fábricas inteligentes que podem ofertar produtos altamente personalizados atendendo as diversas necessidades dos consumidores (CHOI; SEO; LEE, 2019; JAVAID; HALEEM, 2020; WEYER *et al.*, 2015; XU; XU; LI, 2018).

O formato de arquivo responsável pela interface entre o *software* de desenho desenvolvido em um ambiente CAD (*Computer-Aided Design*) e o *software* dedicado da



impressora 3D é geralmente o STL (*Standard Triangulated Language*) (também conhecido como *Standard Tessellation Language*, MOOIJ, 2021; ABNT, 2018, ou *stereolithography*, IANCU; IANCU; STĂNCIOIU, 2010; ABNT, 2018). Ele é formado mediante uma variedade de triângulos que representam a silhueta aproximada do objeto (Fig. 3). Trata-se de um formato de arquivo anacrônico, desenvolvido pela *Albert Consulting Group* a pedido da 3D Systems Inc., dos Estados Unidos em 1988 (VOLPATO *et al.*, 2017).

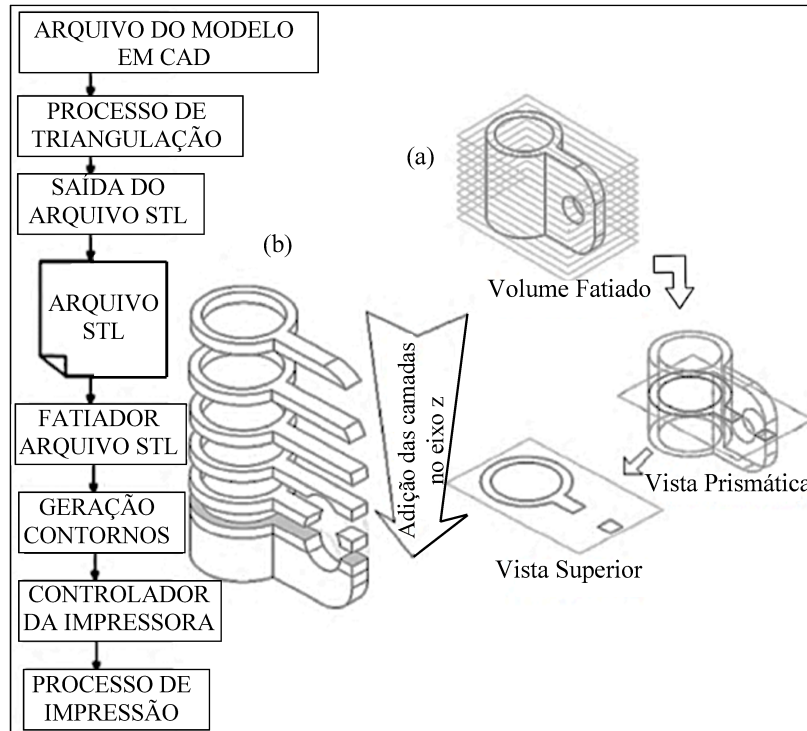
Figura 3 – Silhueta formada pelos triângulos mediante o uso do modelo STL



Fonte: Adaptado de Faria (2017, p. 45)

Após o arquivo STL ser recebido pelo *software* da impressora 3D, esse realizará o “fatiamento” da peça (Fig. 4a), ou seja, o volume tridimensional contido no arquivo STL é decomposto em camadas que são traduzidas em código NC (*Numerical Control*) específico da máquina, contendo todas as informações operacionais (Fig. 4b) para cada camada, que será seguido pela impressora 3D (BEAL, 2005; FERNANDES, 2001; SYAM; MANNAN; AL-AHMARI, 2011).

Figura 4 – Processo de fatiamento e construção de uma peça via impressora 3D



Fonte: Adaptado de Beal (2005, p. 13) e Syam, Mannan e Al-Ahmari (2011, p. 82)

De acordo com Beredjikian *et al.* (2020), modelagem por fusão e deposição (FDM), SLA (*Stereolithography*) e SLS (*Selective Laser Sintering*) estão dentre as tecnologias de impressão 3D habitualmente utilizadas para aplicação médica (material auxiliar ‘Tecnologias FDM, SLA e SLS’, seção 4.3).

As tecnologias SLA (1986), FDM (1992), SLS (1992), BJ3DP (*Binder Jet 3D Printing*), 1993 e LOM (*Laminated Object Manufacturing*), 1998 serviram de arcabouço para a criação de novas tecnologias como exemplo: (a) Deposição por energia direcionada (DED), cuja patente é US 6605795 B1 de 2003 por Arcela (2003), (b) Polyjet (jateamento de material), pertencente à empresa Stratasys Ltd., com patente US 7725209 B2 (MENCHIK; GOIHAIT; KRITCHMAN, 2010), de 2010, realizando a deposição de material curável à luz UV (ultravioleta), camada por camada, ao invés do filamento fundido (STRATASYS, 2022a).

Como se pode observar, apesar dessa tecnologia não ser nova, nos últimos anos tem ocorrido o seu aprimoramento, sendo aplicada em diversos setores e utilizada por engenheiros do campo da mecânica, indústria da aviação e equipes de fórmula um, tendo sua incipiente migração para a área médica no setor de órteses (“No contexto do setor de saúde e médico, o setor ortopédico continua adotando a manufatura aditiva, ou impressão 3D, em um ritmo surpreendente” ZEIDLER, 2020), encorajada pelo avanço da tecnologia e pela distribuição de

impressoras, que se manteve e definiu seu posicionamento após o *boom* da tecnologia no ano de 2013 (ROWAN, 2011; BEREDJIKLIAN *et al.*, 2020; KHOMINETS *et al.*, 2020; CHAPARRO-RICO *et al.*, 2021; CHOI; SEO; LEE, 2019; KATT *et al.*, 2021; BEIDAS, 2020; MAVROIDIS, 2011; CHAE *et al.*, 2020).

No final do ano de 2019 mais de 160 hospitais somente nos Estados Unidos possuíam uma instalação servindo como central de impressão 3D visando oferecer soluções utilizando manufatura aditiva, com impressoras próprias. Essa é uma quantidade elevada quando comparada com o ano de 2010, quando havia apenas três impressoras 3D (HUFF; WOHLERS, 2020; SME MEDIA STAFF, 2021).

Cook *et al.* (2010) apontam que o processo tradicional já não é mais competitivo com o método de manufatura por impressão 3D no quesito de fabricação de órteses focadas na anatomia do paciente.

Segundo Wagner *et al.* (2018), Joiner (2018) e Herron (2019), os passos preliminares à inclusão dessa nova ferramenta nas cadeiras de formação na área da saúde já começaram a ser lançados, apresentando como exemplo o caso da biblioteca da escola de ciências da saúde da Touro College, ofertando treinamento aos estudantes dos cursos de terapia ocupacional e fisioterapia de maneira prática, usando impressoras instaladas na própria biblioteca, tendo apoio do Departamento de Saúde e Serviços Humanos, Institutos Nacionais de Saúde e Biblioteca Nacional de Medicina.

### **2.1.2 Materiais para Impressão 3D por FDM**

Há a possibilidade de escolha por vários materiais para a composição ou fabricação de uma órtese. Arulmozhi *et al.* (2018) apresentam como exemplo: termoplástico, composto de fibra de carbono e polipropileno.

Dentre os termoplásticos, Novakova-Marcincinova *et al.* (2012) citam a Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e suas variações: PC-ABS, combinação de policarbonato com ABS, resultando em alta resistência térmica e ao impacto; ABSi, material translúcido mais rígido e durável comparado ao ABS padrão, sendo ainda biocompatível; ABS-M30, 25 a 75% mais forte e, com maior durabilidade comparado ao ABS padrão, resultando em peças com detalhes mais finos; ABS-M30i, similar ao ABS-M30, porém apresenta biocompatibilidade em estado bruto, estando em conformidade com a ISO 10993 (MATERIALISE, 2022; FISCHER, 2011).

De acordo com Lay *et al.* (2019), Belokar, Banga e Kumar (2017), o ABS possui maior resistência ao impacto e temperatura quando comparado, por exemplo, ao PLA (Ácido Polilático). O PLA é um polímero que, segundo Górski *et al.* (2020), William Guey (2020), Silva *et al.* (2020), Sacchi (2021) e Blok *et al.* (2018), em conjunto com o ABS, está entre as matérias-primas mais utilizadas pela tecnologia FFF, apresentando boa resistência e retração térmica aceitável, permitindo alteração da peça após sua impressão, além de diversas opções de cores, pertencendo à categoria dos plásticos *commodities*, conforme Omnexus (2022) e Tehrani, Akbari e Majumder (2014).

Assim como o ABS, o PLA possui variações, por exemplo, o PACTIVE™, que mantém suas propriedades biocompatíveis após passar pelo processo de extrusão, o qual, juntamente com suas propriedades antimicrobianas, torna-se atrativo para a manufatura de órteses (CHAPARRO-RICO *et al.*, 2021; COPPER3D, 2022; ZUNIGA; STERGIOU, 2020; MUWAFFAK *et al.*, 2017). O PLA é um material considerado de baixo custo, além de ser biodegradável (seu tempo de decomposição em uma composteira, conforme Fix it (2020), é de 45 dias, não emitindo gases prejudiciais à nossa saúde). Ele é produzido a partir do bagaço de cana-de-açúcar ou do milho, não requerendo impressora com mesa aquecida, reduzindo o custo da operação (SOUZA *et al.*, 2017; O'CONNELL, 2021; SAMPAIO, 2017; FIX IT, 2019).

Um polímero é considerado biodegradável quando sua degradação é resultado da ação de micro-organismos, exemplo, bactérias, fungos e algas (ASTM, 2021).

Há ainda o poliuretano termoplástico (TPU), pertencente à categoria de plásticos para a engenharia, possuindo significativa elasticidade, boa resistência a cargas dinâmicas e abrasivas, resistência a água, óleos e gorduras, permitindo ainda ser esterilizado por plasma de argônio (mais seguro e barato comparado à radiação gama ou óxido de etileno). Devido à sua flexibilidade torna complexo o ajuste do mecanismo de tracionamento, em razão da histerese elástica, que é maximizada pela distância entre o *hotend* e o tracionador, inviabilizando a utilização da configuração *bownden*, sendo mais indicada a configuração direta (GÓRSKI *et al.*, 2019; HARYNSKA *et al.*, 2018; PLASTICS..., 2022; ALMEIDA, 2019; SAMPAIO, 2017).

Hussin *et al.* (2019) e Shakiba *et al.* (2021) apresentam o nylon como uma opção segura devido às suas propriedades antioxidantes e não apresentar efeitos adversos à saúde, sendo também da categoria dos plásticos para a engenharia, conforme Plastics... (2022). Porém, possui algumas peculiaridades quando se trata de sua impressão, explica Wishbox (2021), pois requer configuração e maquinário específicos.

Górski *et al.* (2019) citam a limitada gama de materiais disponíveis, porém, de acordo com Novakova-Marcincinova *et al.* (2012) e Singh, Ramakrishna e Singh (2017), percebe-se que a quantidade de materiais que podem ser processados pela tecnologia FDM está crescendo constantemente.

O Quadro 1 mostra alguns dados sobre a compatibilidade à métodos de esterilização dos termoplásticos citados neste capítulo.

Quadro 1– Compatibilidade com métodos de esterilização

Polímero	Métodos de Esterilização				
	Autoclave	Calor Seco	Óxido de Etileno (Eto)	Radiação Gama	Feixe de Elétrons (E-Beam)
PLA	Ruim	Razoável	Bom	Bom	Bom
ABS	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom
TPU	Ruim	Razoável	Bom	Bom	Bom
Nylon 6 (PA6)*	Razoável	Razoável	Bom	Razoável	Razoável

\* Segundo Stratasy (2022a), se trata da melhor combinação preenchendo o *gap* entre a flexibilidade do Nylon 12 e rigidez do Nylon 12CF, sendo comercialmente mais utilizado

Fonte: Adaptado de Ism (2019, p. 1-2)

### Materiais de suporte

Conforme apresentam Griffey (2014) e 3Dlab (2018), há materiais solúveis em soluções à base de água, sendo um deles o poliestireno de alto impacto (HIPS), possuindo propriedades semelhantes ao ABS, e permite ser retirado ao final do processo com água ou limoneno, funcionando, conforme Sampaio (2017), de forma mediana com ABS e muito bem com o PLA. Há ainda o PVA (Poli(Álcool Vinílico)), que possui afinidade química com PLA, não aderindo bem ao ABS, sendo facilmente removido em água morna (SAMPAIO, 2017; SANTOS, 2014; DDDROP, 2020).

O Quadro 2 mostra mais opções de materiais de suporte solúveis (em NaOH) e destacáveis (STRATASYS, 2022b).

Quadro 2– Materiais de suporte solúvel e destacável para FDM

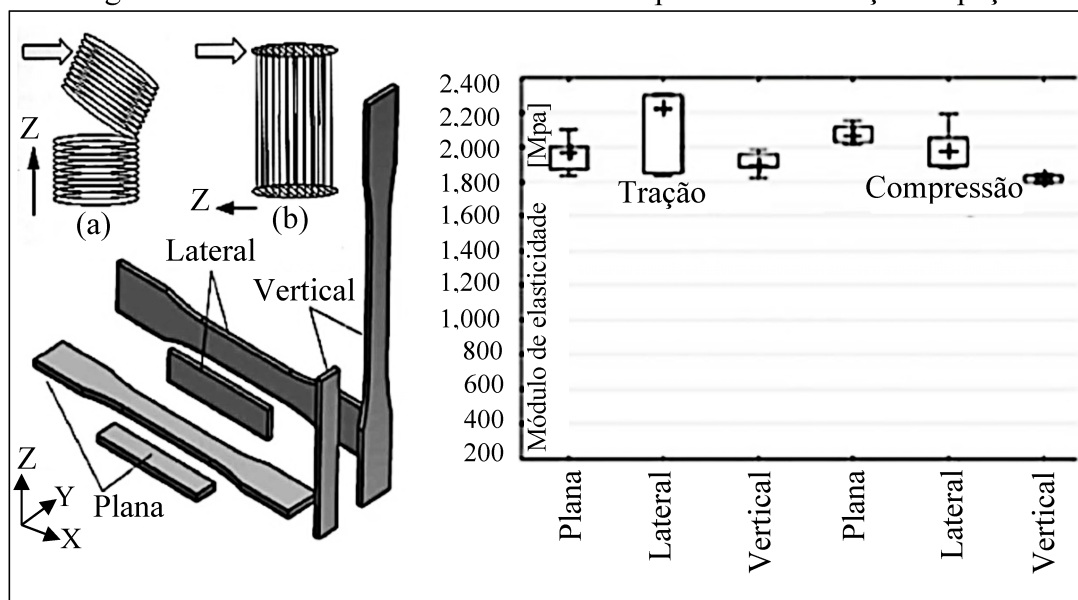
DESTACÁVEIS	SOLÚVEIS
PC-BASS	SR-30
ULTEM™ 9085	SR-35
ULTEM™ 1010	SR-100
PPSF-BASS	SR-110
P400-R	P400-SR
PLA	SR-20
SUP4000B™	QSR
SUP8000B™	
ST130 8™	

Fonte: Stratasys (2022b)

### 2.1.3 Propriedades de Peças Manufaturadas por FDM

As órteses e demais produtos manufaturados por meio de impressão 3D por tecnologia FDM são conhecidos por apresentar pronunciada anisotropia (principalmente no eixo de construção ‘Z’, no qual ocorre a adesão entre as camadas), em que suas propriedades de resistência mecânica tendem a ser menores, quando uma força é aplicada na mesma direção da união entre as camadas (Fig. 5a), do que se aplicada na direção perpendicular (Fig. 5b). Isto torna primordial a correta definição dos elementos fabris/construtivos da impressão como, por exemplo, o plano de construção ou preenchimento das camadas, sendo improvável prever o resultado final de forma intuitiva, ainda mais para geometrias mais complexas, por exemplo, órteses de antebraço (GÓRSKI *et al.*, 2018; CASAVOLA *et al.*, 2015; BUONAMICI *et al.*, 2018; MOHAMED; MASOOD; BHOWMIK, 2015; VOLPATO *et al.*, 2017; LEE *et al.*, 2007; SAMPAIO, 2017).

Figura 5 – Resistência mecânica conforme o plano de construção da peça

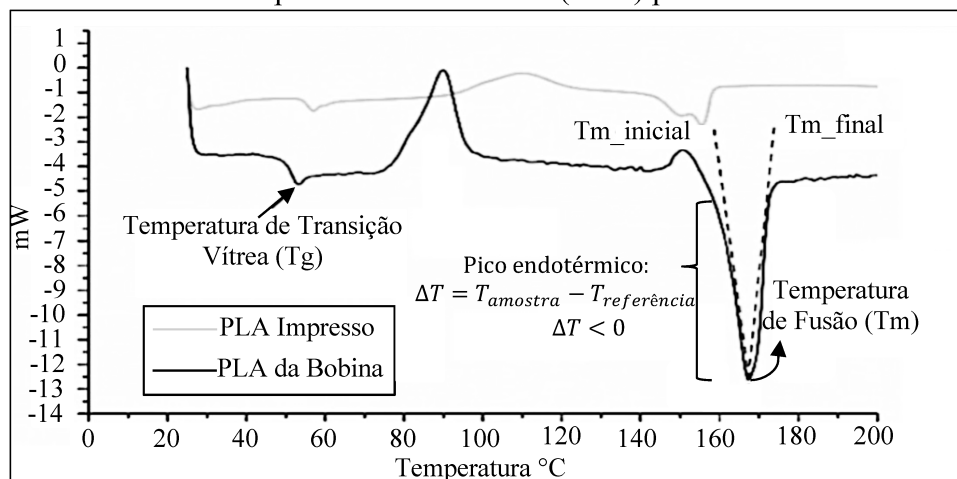
Fonte: Adaptado de Palousek *et al.* (2014, p. 30) e Volpato *et al.* (2017, p. 101)

A temperatura é uma variável muito importante no processo de extrusão de material polimérico, bem como em processos de injeção em moldes, pois, acima da temperatura de maior transição térmica que, dependendo do material, pode apresentar Tg (transição vítrea) e Tm (fusão cristalina) (como é o caso do PLA, um polímero de estrutura molecular semicristalina). Acima da Tg torna-se “borrachoso”, enquanto abaixo possui aspecto rígido ou “vítreo”; acima da Tm se apresenta fluido e facilmente deformável, sendo este último não presente em termofixos, como é o caso, por exemplo, do ABS, que é um polímero amorfo (LENDLEIN; KELCH, 2002; MARTINS, 2013; AUERBACH, 2021; KUMAR *et al.*, 2022). Materiais termofixos possuem estruturas poliméricas (por exemplo, epóxis; resinas de poliéster; borracha vulcanizada) que são aptas a suportar alta temperatura, mas, quando esta é suficientemente alta, ocorrem danos irreparáveis no material (MARTINS, 2013). Por outro lado, materiais termoplásticos são capazes de serem moldados quando recebem calor, mas retornam ao estado sólido após a retirada da fonte de calor sem perder suas propriedades (MARTINS, *loc. cit.*).

Conforme exemplifica Auerbach (2021), em termos de impressão 3D por modelagem por fusão e deposição (FDM), o material de estrutura amorfa só será capaz de passar pelo orifício do bico extrusor após alcançar a Tg, enquanto o semicristalino requer que a temperatura esteja acima da Tm.

Uma das circunstâncias que chama atenção é a exposição da órtese impressa em polímero termoplástico à ambientes que emitam energia térmica próxima a Tg ou Tm, podendo com isso ser deformada (FIX IT, 2019). Como exemplo, o Gráfico 3 (para PLA) apresenta Tg 57,5°C e Tm 166,7°C para o filamento, e Tg 53,1°C e Tm 155,1°C para a peça impressa (CUIFFO *et al.*, 2017; COPPARD; LOHMAN, 2008).

Gráfico 3 – Calorimetria Exploratória Diferencial (CED) para filamento de PLA impresso



Fonte: Adaptado de Cuiffio *et al.* (2017, p. 10); Lemos (2003, p. 1); Monlevade, Toffoli e Valera (2019, p. 19)

Além disto, peças produzidas em termoplástico estão sujeitas à fluência, ou seja, quando submetidas a uma carga constante por um longo período de tempo tendem a deformar (variando vastamente sua magnitude conforme o material), sendo este efeito influenciado pela temperatura particularmente acima da  $T_g$ , devido à natureza viscoelástica dos polímeros (DEAN; BROUGHTON, 2005; GEDDES, 2022; RAGHAVAN; MESHII, 1998; EBEWELE, 2000; DOMONE; ILLSTON, 2010).

O Quadro 3 agrupa as principais variáveis que devem ser preenchidas ao realizar a preparação de impressão 3D por FDM, tanto no material como no *software* e *hardware*, ou seja, digital e físico.

Quadro 3– Elementos de *hardware*, *software* e material para impressão 3D via FDM

Elementos		Influência	Referência
Nº	<i>Software</i>		
1	Orientação de construção da peça	Redução na quantidade de material de suporte, tempo de impressão, aparência e variação dimensional.	(LI; TANAKA, 2018; GEBHARDT, 2011; CHUA; LEONG; LIM, 2010; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; THRIMURTHULU; PANDEY; REDDY, 2004; SOOD; OHDAR; MAHAPATRA, 2009; KUMAR; REGALLA, 2011; AHN <i>et al.</i> , 2002)
2	Plano de construção da peça, eixo em que as camadas são adicionadas	Resistência máxima (tração e compressão) conforme a direção do esforço.	(GEBHARDT, 2011; PALOUSEK <i>et al.</i> , 2014; PHAM; DIMOV; O'HAGAN, 2001; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; USA, 2016; RAYEGANI; ONWUBOLU, 2014; MOOIJ, 2021; WANG; LIN; HU, 2007; LEE <i>et al.</i> , 2007; KWON; KIM, 2021; GURRALA; REGALLA, 2014; BELLINI; GÜÇERI, 2003; JAMI; MASOOD; SONG, 2013; AHN <i>et al.</i> , 2002; MISHRA; MALIK; MAHAPATRA, 2017)
3	Saliências e inclinações da peça a ser impressa	Quantidade de material suporte necessário.	(FARIA, 2017)
4	Espessura das camadas	Conforme sua expressividade pode ocorrer a pixelização da superfície da peça impressa, ou seja, há uma alteração na textura (rugosidade superficial); induz deformações	(GEBHARDT, 2011; KWON; KIM, 2021; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; MOOIJ, 2021; LEE; ABDULLAH; KHAN, 2005; HAN; JAFARI; SEYED, 2003; ANITHA; ARUNACHALAM; RADHAKRISHNAN, 2001; THRIMURTHULU; PANDEY;



		(precisão) por tensões residuais devido ao efeito escada; resistência ou rigidez final das peças; tempo de impressão.	REDDY, 2004; NANCHARAI AH; RAJU; RAJU, 2010; HORVATH; NOORANI; MENDELSON, 2007; SOOD; OHDAR; MAHAPATRA, 2009; NANCHARAI AH, 2011; KUMAR; REGALLA, 2011; LANZOTTI <i>et al.</i> , 2015; MISHRA; MALIK; MAHAPATRA, 2017)
5	Diâmetro do bico extrusor	Tempo de impressão; vazão volumétrica.	(CHUA; LEONG; LIM, 2010)
6	Trajectoria de deposição	Formação de <i>stringings</i> (cabelo de anjo), afetando o acabamento requerendo maior atenção no pós-processamento de acabamento; influencia a adesão entre as camadas que formam o dispositivo ou componente impresso, por exemplo, tempo de resfriamento da camada sendo maior se a 1ª passagem é feita da esquerda para a direita e a 2ª no sentido oposto e, menor caso ambas as passagens iniciem sempre da esquerda para a direita; influencia negativamente no tempo de impressão se o cabeçote se deslocar em vazios da peça.	Informação verbal <sup>9</sup> (USA, 2016; VOLPATO, <i>et al.</i> , 2017; WAH <i>et al.</i> , 2002; TANG; PANG, 2003; WEIDONG, 2009; VOLPATO <i>et al.</i> , 2013)
7	Temperatura de extrusão	Varição da cor da peça (por exemplo, < temperatura = mais escuro; > temperatura = mais claro); formação de <i>oozing</i> ou <i>stringings</i> (cabelo de anjo), afetando o acabamento e requisitando maior atenção no pós-processamento de acabamento; derretimento de superfícies delgadas;	(DÚVIDAS... 2015; ONSHAPE, 2016; BELLEHUMEUR <i>et al.</i> , 2004)

		união entre as camadas.	
8	Temperatura da mesa (base)	Pode gerar urdidura.	(ULTIMAKER, 2021)
9	Velocidade de extrusão (deposição)	Varição da área da secção transversal do filamento depositado; falha superficial nas peças devido à falta ou excesso de material; rugosidade superficial.	(CHUA; LEONG; LIM, 2010; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; ANITHA; ARUNACHALAM; RADHAKRISHNAN, 2001)
10	Largura das camadas ou Largura de varredura ( <i>raster</i> )	Afeta a indução de deformações (precisão) por tensões residuais; resistência à tração; resistência ou rigidez final das peças; tempo de impressão; rugosidade superficial; porosidade.	(CHUA; LEONG; LIM, 2010; KWON; KIM, 2021; RAYEGANI; ONWUBOLU, 2014; LEE; ABDULLAH; KHAN, 2005; HAN; JAFARI; SEYED, 2003; ANITHA; ARUNACHALAM; RADHAKRISHNAN, 2001; NANCHARAIH; RAJU; RAJU, 2010; SOOD; OHDAR; MAHAPATRA, 2009; KUMAR; REGALLA, 2011; ANG <i>et al.</i> , 2006; AHN <i>et al.</i> , 2002; MISHRA; MALIK; MAHAPATRA, 2017)
11	Largura do contorno	Tempo de impressão.	(KUMAR; REGALLA, 2011)
12	Comprimento de deposição do raster	Deformação por urdidura.	(WANG; XI; JIN, 2006)
13	Intervalo e velocidade de retração <sup>8</sup> ( <i>retraction</i> )	Formação de <i>stringings</i> (cabelo de anjo), ou de <i>blobs</i> (bolhas), afetando o acabamento e requisitando maior atenção no pós-processamento de acabamento.	(THREADS... 2021; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; SIMPLIFY3D, 2022a)
14	Rotação do cooler e momento de ligá-lo	Formação de urdidura.	(ULTIMAKER, 2021)
15	Padrão (estratégia) de preenchimento interno	Performance mecânica da peça produzida.	(CABREIRA; SANTANA, 2020; HILTON, 2021; BELLINI; GÜÇERI, 2003; ARIVAZHAGAN; MASOOD, 2012)
16	Porcentagem de preenchimento interno ou <i>gap</i> entre filamentos	Performance mecânica da peça produzida; quantidade de material; custo; tempo de	(3DPROS, 2022; ÁLVAREZ; LAGOS; AIZPUN, 2016; HILTON, 2021; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; BAGSIK; SCHÖPPNER,

<sup>8</sup> Trata-se de um recurso destinado à otimizar a quantidade de filamento liberado pelo bico extrusor e a velocidade com a qual este é recuado (por este motivo chama-se de retração), onde, após a extrusão, a impressora retrairá qualquer filamento adicional que seja liberado (MONROE©, 2020).

		impressão; precisão dimensional; porosidade.	2011; HOSSAIN <i>et al.</i> , 2013; LEE; ABDULLAH; KHAN, 2005; NANCHARAI AH; RAJU; RAJU, 2010; SOOD; OHDAR; MAHAPATRA, 2009; NANCHARAI AH, 2011; ANG <i>et al.</i> , 2006; AHN <i>et al.</i> , 2002; LANZOTTI <i>et al.</i> , 2015; MISHRA; MALIK; MAHAPATRA, 2017)
17	Ângulo de varredura <sup>b</sup>	Qualidade da superfície; precisão dimensional; resistência ou rigidez final das peças; tempo de impressão.	(KWON; KIM, 2021; MAGALHÃES; VOLPATO; LUERSEN, 2013; LEE; ABDULLAH; KHAN, 2005; SOOD; OHDAR; MAHAPATRA, 2009; KUMAR; REGALLA, 2011; AHN <i>et al.</i> , 2002; CHEN <i>et al.</i> , 2019; LANZOTTI <i>et al.</i> , 2015; MISHRA; MALIK; MAHAPATRA, 2017; BLOK <i>et al.</i> , 2018)
18	Tempo de impressão de camada	Temperatura da camada anterior.	(KUZNETSOV <i>et al.</i> , 2020; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017)
19	Velocidade do cabeçote extrusor	Tempo de impressão.	(VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; HAN; JAFARI; SEYED, 2003)
20	Número de camadas	Deformação por urdidura.	(WANG; XI; JIN, 2006)
21	Número de perímetros	Resistência ou rigidez final das peças.	(LANZOTTI <i>et al.</i> , 2015; MISHRA; MALIK; MAHAPATRA, 2017)
Nº	<i>Hardware</i>		
1	Distância entre bico extrusor e mesa de construção (base)	Adesão entre a camada anterior e posterior, onde se houver uma distância maior ocorre diminuição na área de contato, podendo gerar urdiduras.	Informação verbal <sup>9</sup> ; (CHUA; LEONG; LIM, 2010; ULTIMAKER, 2021)
2	Temperatura do ambiente de impressão (em equipamentos mais simples <sup>c</sup> ) ou da câmara (envelope) de construção (para equipamentos mais	Alterações na qualidade dimensional da peça, por exemplo, urdidura, delaminação e <i>curling</i> ; alteração na contração do material, assim como, dos parâmetros, por exemplo, taxa de	Informação verbal; (CHUA; LEONG; LIM, 2010; ULTIMAKER, 2021; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; USA, 2016; SUN <i>et al.</i> , 2008; WANG; XI; JIN, 2006; BELLEHUMEUR <i>et al.</i> , 2004)

<sup>9</sup> Informação verbal, pelo biomédico Hebert Costa durante videoconferência, online, em 19 de novembro de 2021 das 17 às 18h.

	completos)	solidificação; união entre as camadas; propriedades mecânicas finais.	
3	Temperatura da camada anterior	Influência na adesão entre a camada com a subcamada, assim como entre filamentos vizinhos, influenciando na integridade estrutural final do dispositivo impresso.	(KUZNETSOV <i>et al.</i> , 2020; USA, 2016; VOLPATO <i>et al.</i> , 2017; FAES; FERRARIS; MOENS, 2016; BELLEHUMEUR <i>et al.</i> , 2004)
4	Nivelamento da mesa de construção (base)	A impressão pode sair aquém do desejado, em regiões próximas às bordas externas do volume de impressão e ideal no centro, podendo, além disto, gerar <i>scars</i> (cicatrices) devido ao contato do bico extrusor com a superfície da peça ao realizar sua movimentação.	(USA, 2016; SIMPLIFY3D, 2022b)
Nº	Material		
1	Cor	Temperatura de extrusão; variação de massa; propriedades mecânicas.	(DÚVIDAS... 2015; CASTRO, 2021)
2	Viscosidade	Se o material possuir alta viscosidade, ao passar pela resistência do bico extrusor, torna-se demasiadamente pastoso, assim o filamento deixa de atuar como um “pistão”, coadunando com a secção pastosa, comprometendo a eficiência da extrusão, podendo “desabar” após a sua deposição, ou em partes delicadas como pontes e <i>overhangs</i> .	(CHUA; LEONG; LIM, 2010; AGARWALA <i>et al.</i> , 1996; SAMPAIO, 2017)
3	Taxa de retração linear	Alterações na qualidade dimensional da peça, por exemplo, urdidura e delaminação.	(WANG; XI; JIN, 2006)

<sup>a</sup>Visando mitigar os efeitos das tensões residuais, considera-se o uso do processo de recozimento (*annealing*). Contudo, na impressão 3D, não há ainda um corpo teórico científico consistente para a condução do mesmo (SAMPAIO, 2017).

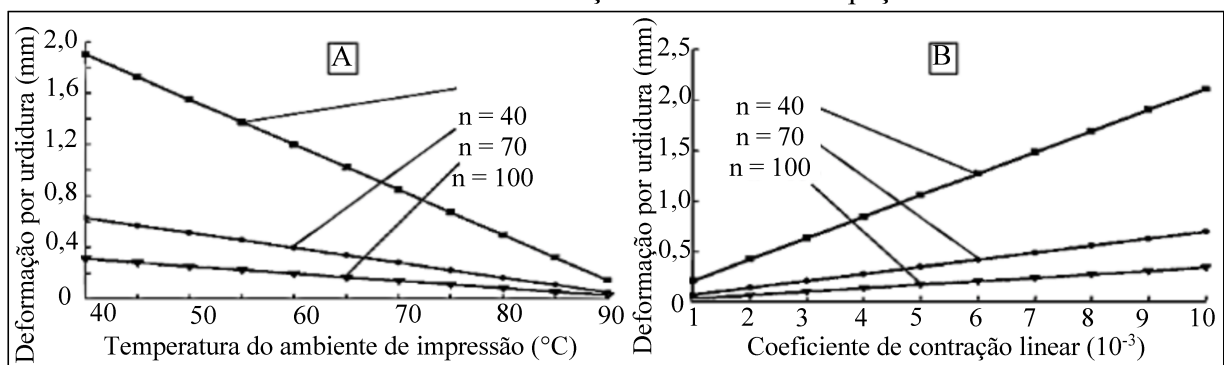
<sup>b</sup>A essência deste parâmetro é aprimorar as propriedades da peça na direção sobre a qual estará submetida maior carga, ao mesmo tempo em que não cause prejuízos para as demais direções (VOLPATO *et al.*, 2017; AHN *et al.*, 2002).

<sup>c</sup>Impressoras mais simples, no que diz respeito ao enclausuramento, são do tipo abertas, por exemplo, RepRap, em que se pode alcançar de forma direta a peça impressa, já em impressoras fechadas (por exemplo, US 6722872 B1, SWANSON *et al.*, 2004), a peça se localiza em uma câmara interna (SAMPAIO, 2017).

Fonte: Autor (2022)

As variáveis apresentadas no Quadro 3 são interdependentes e, conforme Volpato *et al.* (2017), Sood, Ohdar e Mahapatra (2010) e Mohamed, Masood e Bhowmik (2015), precisam ser analisadas como tal, de modo a obter alta qualidade na fabricação das peças por FDM. Neste interim, Wang, Xi e Jin (2006) mencionam que, para atingir uma melhoria na qualidade dimensional (mitigando o efeito de urdidura) agregam-se: a temperatura do ambiente de impressão (item 2, subitem *Hardware* do Quadro 3), coeficiente de contração linear do material (item 3, subitem *Material* do Quadro 3), e o comprimento da linha de raster (item 11, subitem *Software* do Quadro 3). Isto é, os autores verificaram que, para uma peça de material com coeficiente de retração linear  $\alpha$  igual a 0,004 e espessura de 70mm, variando o número de camadas de 40 a 100, percebeu-se que a deformação por urdidura diminui linearmente com o aumento da temperatura do envelope de impressão (Gráfico 4a), e que em temperatura constante do ambiente (70°C), variando  $\alpha$  entre 0,001 a 0,01, observa-se um aumento linear, relacionado com o aumento de  $\alpha$  (Gráfico 4b).

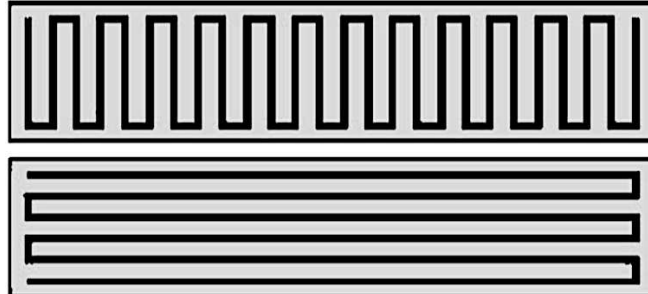
Gráfico 4 – Influência da temperatura do envelope de impressão e da taxa de retração linear do material na formação de urdiduras na peça



Fonte: Adaptado de Wang, Xi e Jin (2006, p. 1094)

Além dos elementos mostrados no Gráfico 4, o comprimento da linha de deposição do filamento extrudado (*raster*) causa aumento nas manifestações de urdidura, ao passo que se aumenta seu comprimento (Fig. 6), sendo recomendado seccionar em padrões retangulares a deposição do filamento extrudado, de modo a obter um padrão reduzido de *raster* (WANG; XI; JIN, 2006).

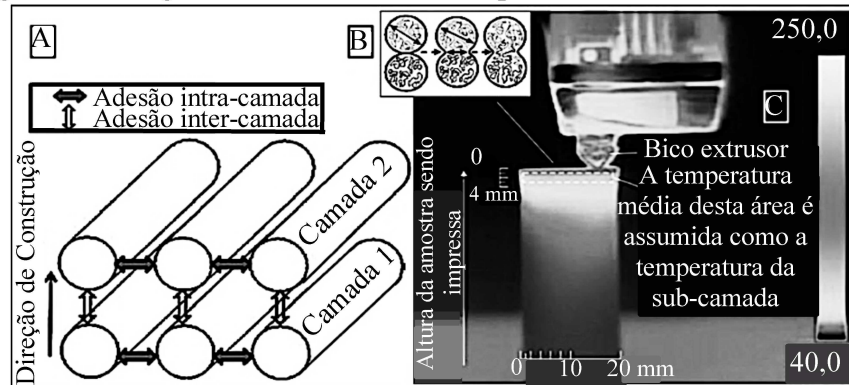
Figura 6 – Padrões de linhas curtas (acima) e longas (abaixo) de *raster*



Fonte: Wang, Xi e Jin (2006)

Conforme constatado por Kuznetsov *et al.* (2020), a temperatura da camada anterior (Fig. 7c), ou subcamada, citada no Quadro 3, no item 3 do subitem *Hardware*, é afetada por múltiplos elementos, tanto positivamente (itens 7 e 9 do subitem *Software*), quanto negativamente (itens 12 e 16 do subitem *Software*). Segundo Sun *et al.* (2008), Amza *et al.* (2019), Bellehumeur *et al.* (2004) e Blok *et al.* (2018), se esta for maior, afeta positivamente a resistência da peça impressa, em virtude da energia térmica do material extrudado, que possibilita a formação de ligações entre os filamentos (intra e inter-camadas, Fig. 7a) das peças em que, primeiramente, ocorre o contato superficial e após o crescimento do “pescoço” e, por fim, a difusão molecular (Fig. 7b). Por outro lado, Volpato *et al.* (2017) ressaltam que, se o tempo de deposição entre camadas for muito pequeno, podem ocorrer problemas de estabilidade dimensional, visto que o material pode ainda não ter solidificado o bastante para receber pressão de outra camada, gerando assim o efeito chamado de *curling* (Simplify3D, 2022c).

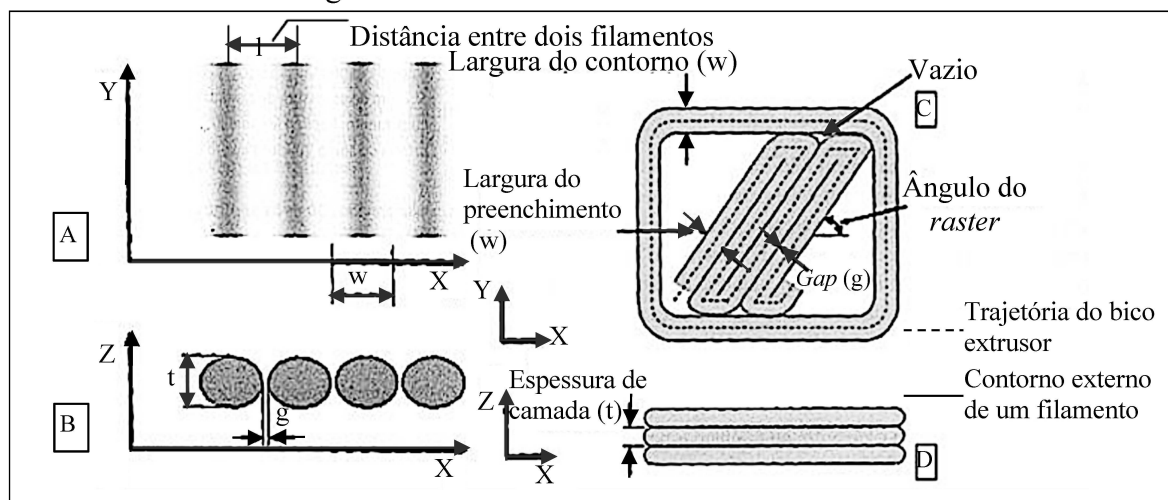
Figura 7 – Imagem infravermelho da temperatura da área de subcamada



Fonte: Adaptado de Kuznetsov *et al.* (2020, p. 110), Sun *et al.* (2008, p. 73) e Gurralla e Regalla (2014, p. 143)

Com relação à adesão do filamento recentemente depositado sobre a camada precedente, e a espessura da camada (Fig. 8b, 8d), estas são otimizadas por meio do achatamento de secção transversal do filamento após a extrusão, assemelhando-se a uma elipse (Fig. 8b), devido à pressão sobre a camada anterior (VOLPATO *et al.*, 2017). Além disto, este fenômeno é influenciado pela fluidez do material, sendo sua largura (Fig. 8a) entre 1,2 a 1,5 vezes o diâmetro do bico extrusor, podendo adotar valores diferentes de largura para contorno e preenchimento (Fig. 8c). A distância entre os filamentos (Fig. 8a, 8c) depositados, denominada *gap*, pode ser: (a) negativa, em que os filamentos vizinhos se sobrepõem; (b) zero, quando se observa o contato lateral entre filamentos vizinhos; (c) positiva, quando há maior distância presenciada (AGARWALA *et al.*, 1996; VOLPATO *et al.*, 2017; RAYEGANI; ONWUBOLU, 2014). Bagsik e Schöppner (2011), Hossain *et al.* (2013) e Ahn *et al.* (2002) chegaram à conclusão que melhores resultados em resistência, rigidez e ligações *inter-raster* foram obtidos quando utilizado *gap* negativo.

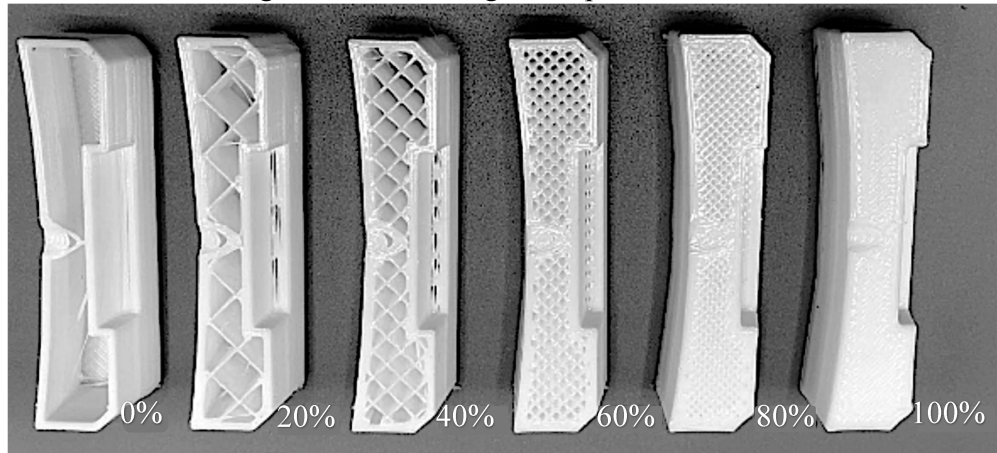
Figura 8 – Elementos do filamento extrudado



Fonte: Adaptado de Volpato *et al.* (2017, p. 158)

A Fig. 9 mostra as variações de *gap* entre os percentuais de preenchimento, sendo um parâmetro utilizado por alguns *softwares* de fatiamento (VOLPATO *et al.*, 2017).

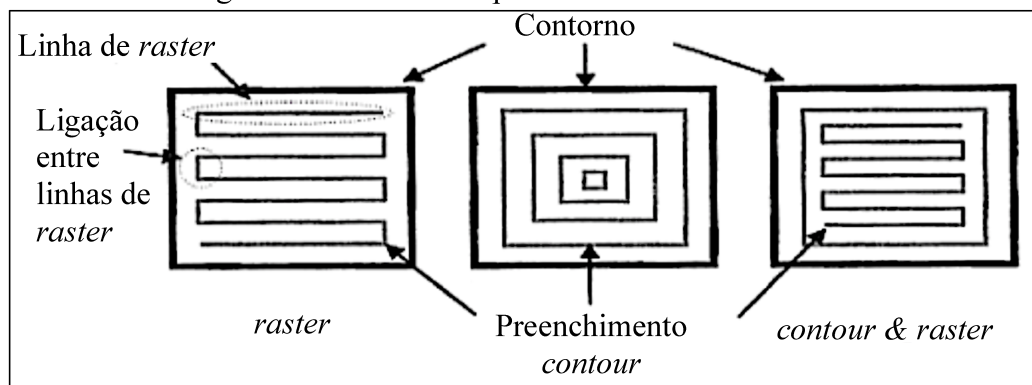
Figura 9 – Porcentagem de preenchimento



Fonte: Adaptado de 3Dpros (2022, p. 2)

Conforme aponta Volpato *et al.* (2017), dentre as estratégias convencionais de preenchimento estão: *raster*, se realiza através de deslocamentos lineares, paralelos e alternados, que resultam em uma trajetória do tipo ziguezague e *contour, offset*, ou ainda, concêntrico, em que sua trajetória é composta de diversos contornos fechados equidistantes, que seguem a geometria do contorno da seção transversal da peça). Há ainda a possibilidade de agregar ambos, iniciando com contornos equidistantes e finalizando com preenchimento tipo *raster*, conforme mostrado na Fig. 10.

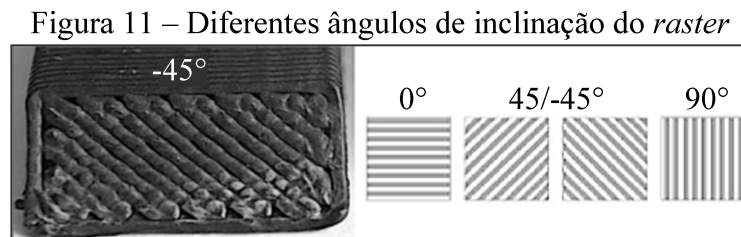
Figura 10 – Padrões de preenchimento tradicionais



Fonte: Adaptado de Volpato *et al.* (2017, p. 160)



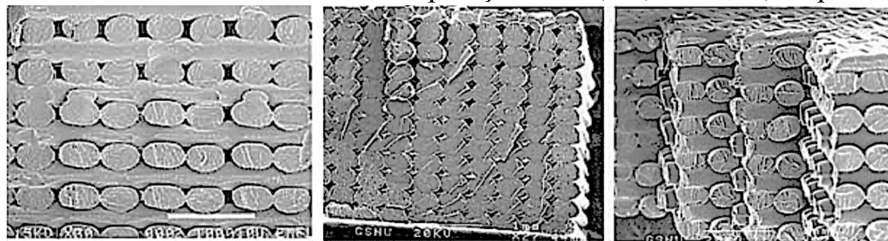
Segundo Volpato *et al.* (2017), o padrão *raster* é empregado com frequência devido à sua velocidade de construção, bem como à possibilidade de alternar o ângulo de inclinação das linhas (Fig. 11).



Fonte: Adaptado de Herrero *et al.* (2015, p. 405) e Kwon e Kim (2021, p. 5)

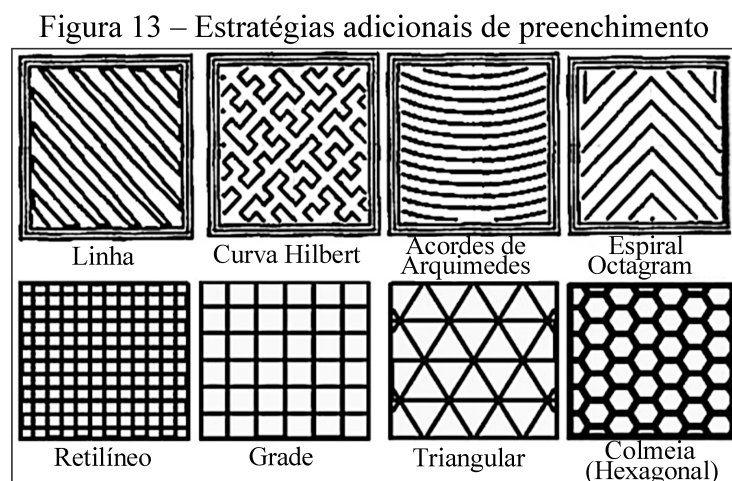
O ângulo de inclinação é uma variável muito importante, que pode alternar em qualquer ângulo de uma camada para a outra. Quando isto ocorre confere melhor resistência mecânica devido ao máximo empacotamento, bem como à redução dos *gaps* (Fig. 12) entre filamentos e camadas (SUN *et al.*, 2008).

Figura 12 – Corte transversal com sobreposição 0/90°; 0°; 45°/-45°, respectivamente



Fonte: Adaptado de Bellini e Güçeri (2003, p. 253) e Ahn *et al.* (2002, p. 254)

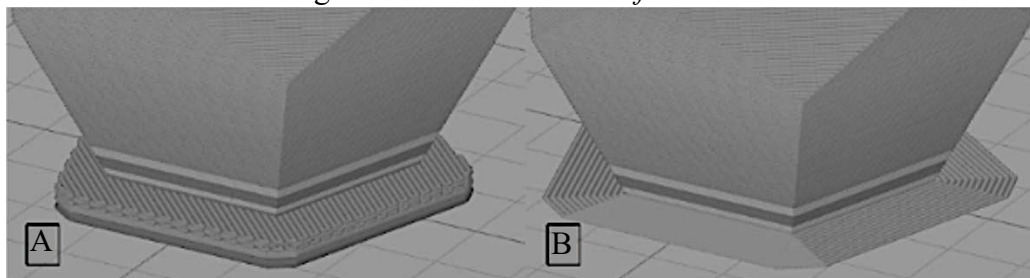
Há estratégias adicionais de preenchimento, conforme se observa na Fig. 13.



Fonte: Adaptado de Volpato *et al.* (2017, p. 160) e Cabreira e Santana (2020, p. 3)

Alguns fatores são mais complicados de serem resolvidos do que outros, dependendo da impressora disponível para operação. Por exemplo, impressoras abertas, dificultando o controle da temperatura no envelope de impressão, porém há maneiras de diminuir tais desvantagens por meio do uso de técnicas como *raft* (Fig. 14a) e *brim* (Fig. 14b), tendo ambas o intuito de mitigar os efeitos de urdidura e melhorar a aderência na mesa, podendo ser utilizadas também para aumentar a estabilidade de peças que tenham bases muito pequenas, sendo a primeira delas utilizada geralmente para impressões em ABS, e se localiza abaixo da peça, ao contrário do *brim*, que é anexado somente nas bordas (SIMPLIFY3D, 2022d). Ambos são retirados após a finalização do processo de impressão no processo de acabamento (HILTON, 2021).

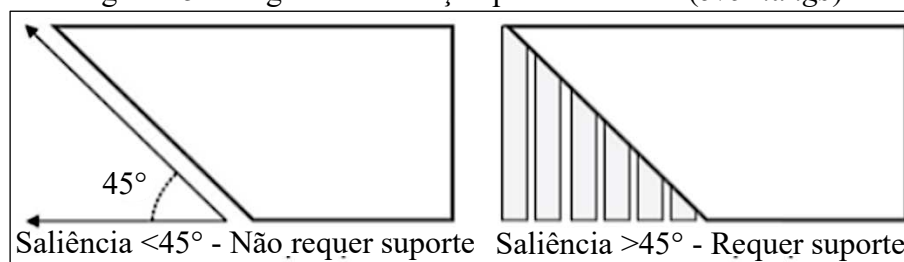
Figura 14 – Técnicas de *Raft* e *Brim*



Fonte: Simplify3D (2022d)

No tocante à escolha das formas do produto a ser impresso, um bom guia é o ‘YHT’, ou seja, de modo geral, de acordo com Gambody Team (2019), 45 graus de inclinação é considerado seguro para uma impressão de qualidade, sem a necessidade de adicionar material de suporte (Fig. 15).

Figura 15 – Regra de inclinação para saliências (*overhangs*)

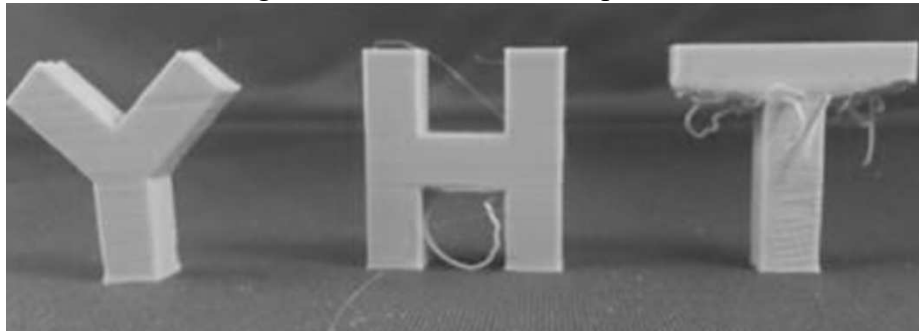


Fonte: Adaptado de Gambody Team (2019, np)

Com isso, de acordo com Larson (2014) e Faria (2017), a silhueta da letra ‘Y’ (Fig. 16) se torna ideal, já o perfil da letra ‘H’, apesar de não apresentar ângulos de 45 graus, permite a construção de uma “ponte” entre duas torres, resultando em uma impressão

relativamente segura, mas não com 100% de certeza, pois depende do comprimento entre as torres. Para Vikings (2020), este comprimento ideal é 10mm, já para Gambody Team (2019) é 5mm. Conforme Onshape (2016), a letra ‘T’ não fornece qualquer suporte, gerando erros na impressão se não utilizado suporte.

Figura 16 – Guia YTH de impressão



Fonte: Faria (2017)

#### 2.1.4 Órteses

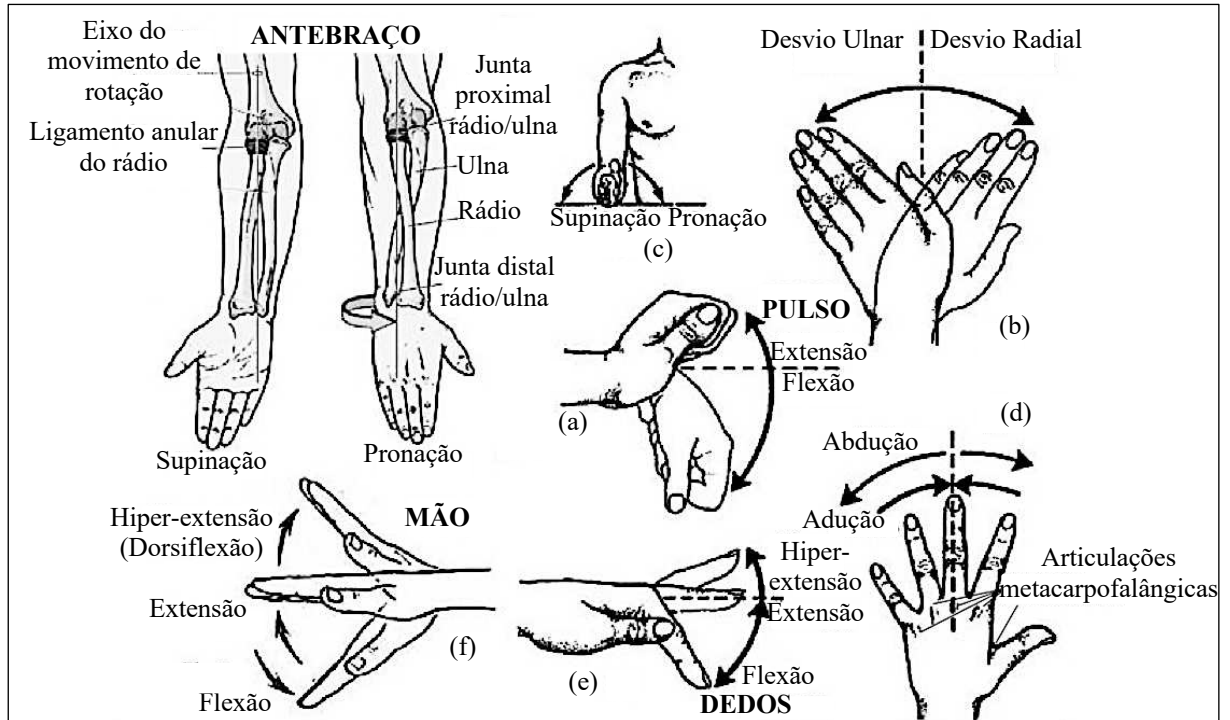
Órtese é derivada do grego “Orthos”, que traduzido significa: direto; reto; normal. De forma generalista, trata-se de um dispositivo responsável por proporcionar alinhamento e posição ideais a um dado membro do corpo humano (BRASIL, 2019; KUSIATZA, 2019).

Imobilização, restrição e mobilização são os propósitos de uma tala/órtese, que têm como objetivo manter a estrutura em sua posição anatômica ou em repouso de forma mais confortável possível e, quando cruzam uma articulação, imobilizam as juntas. Buscam limitar o movimento após o ferimento; mover ou esticar tecidos moles, ou articulações específicas de maneira a modificá-las (LUSARDI; JORGE; NIELSEN, 2013; FARIA, 2017; COLDITZ, 1996; GUARNIERI, 2018; JACOBS; AUSTIN, 2003; MENDOZA; BENAVIDES; MATTA, 2009; KHOMINETS *et al.*, 2020).

As órteses baseadas no antebraço (*forearm-based*) devem ser capazes de imobilizar os movimentos de flexão/extensão (Fig. 17a e 17f), desvio radial/ulnar do pulso (Fig. 17b), permitindo: movimento de pronação/supinação do antebraço (Fig. 17c.), pois não contempla a imobilização do cotovelo; abdução/adução (Fig. 17d.), hiperextensão/extensão/flexão dos dedos (Fig. 17e). Isso significa garantir a mobilidade das articulações metacarpofalângicas, bem como do polegar permanecendo livre após a aplicação da órtese (AMIRI; VARGHESE; DEMURCHYAN, 2017; GAMBA; FERNANDEZ; LLAVALL; DIEZ; PEREZ, 2017; FESS

*et al.*, 2005; JACOBS; AUSTIN, 2003; FRICKER; JUPITER; KASTELEC, 2022; PFENNINGER; FOWLER, 2011; GARCIA-RODRIGUEZ; LONGINO; JOHNSTON, 2018).

Figura 17 –Amplitude de movimento (antebraço, pulso, mão e dedos)



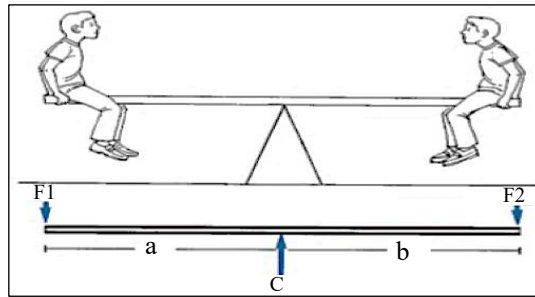
Fonte: Adaptado de Assh (2022a, n.p), Jacobs e Austin (2013, p. 32), Flexão... (2022, p. 1) e Oliveira (2020, p. 6; (ASSH, 2022b, n.p)

Essas utilizam o princípio de pressão em três pontos ou sistema paralelo, atuando por meio de forças de compressão e cisalhamento, seguindo o princípio da gangorra (Fig. 18), ou seja, alavanca de classe 1 (interfixa), onde o ponto de apoio ou eixo (C) se localiza entre o ponto de aplicação da força de ação e o da força de resistência seguindo a Equação (1), em que  $F_1$  é a força de ação (localizada na extremidade proximal do antebraço), e  $F_2$  de resistência (localizada na face palmar na extremidade distal),  $a$  é o comprimento da alavanca direita, e  $b$  o da esquerda (DIVEDI, 2020; PARANÁ, 2022; AMAZONAS, 2022; FARIA, 2017; BULLEN *et al.*, 2017; CHOI *et al.*, 2018; FESS *et al.*, 2005).

$$F_1 \cdot a = F_2 \cdot b \quad (1)$$

Estando o eixo no meio de ambas as forças o sistema fica em equilíbrio e, quando o eixo está mais próximo de  $F_1$  produz amplitude de movimento e, quando mais próximo de  $F_2$  produz força. Ou seja, tais fatores devem ser levados em consideração para que a órtese possa suportar e manter alinhado o membro afetado (BENASULY; BARRAGÁN, 2003; AMAZONAS, 2022; FARIA, 2017).

Figura 18 – Princípio mecânico da alavanca de classe 1

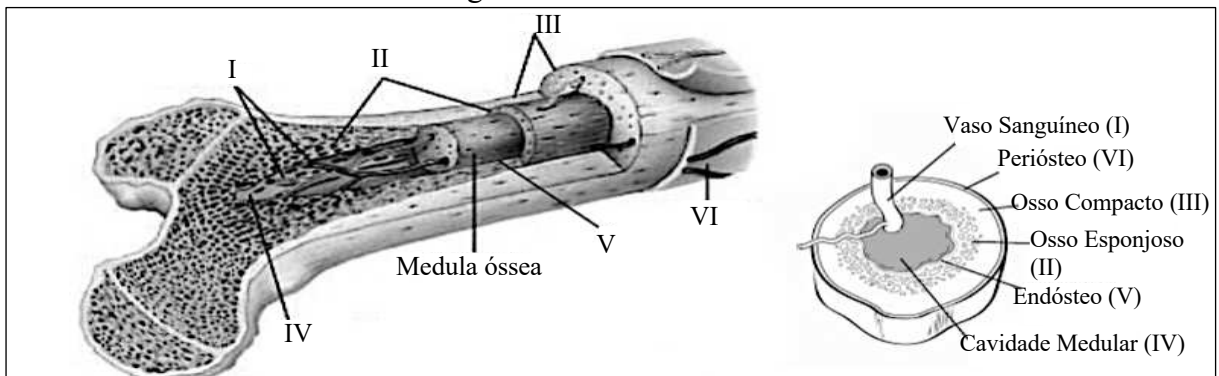


Fonte: Adaptado de Fess *et al.* (2005, p. 173)

A equação da alavanca de classe 1 é um cálculo de torque (força multiplicada pela distância perpendicular) em que a vantagem mecânica obtida mediante o seu uso é proporcional ao comprimento do braço de alavanca utilizado, ou seja, uma maior força a ser aplicada a uma parte do corpo é obtida aumentando o comprimento da órtese (TAYLOR; HANNA; BELCHER, 2003). Fess (1995) menciona que, ao aumentar o comprimento do componente do antebraço (aumentando assim sua vantagem mecânica), esse irá resultar em maior conforto e, por diminuir a magnitude da força recíproca média, torna a órtese mais durável.

Esta aplicação desfruta da ligamentotaxia, ou seja, o alinhamento é mantido pela tensão aplicada pelos tecidos moles intactos circundantes (AGEE, 1993; FRICKER; JUPITER; KASTELEC, 2022; CAMBRIDGE, 2022). Dentre os tecidos moles está o perióstio (Fig. 19), que é uma membrana resistente e protetora, tendo capacidade adaptativa, reacional e/ou reparatória (CONSOLARO, 2014).

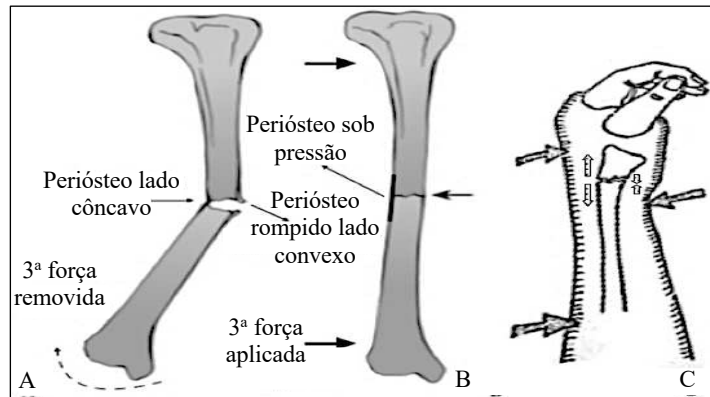
Figura 19 – Osso em corte



Fonte: Adaptado de American Cancer Society (2021, p. 2) e Anatomy Medicine (2022, p. 1)

Em muitos casos o periósteo está intacto no lado côncavo (compressão) da fratura (Fig. 20a) e, quando aplicada à órtese, atua como uma banda de tensão (Fig. 20b, 20c) que, por sua vez, também impede que a fratura passe do ponto necessário (HOWARD; SLOGO; SCHMITTENBECHER, 2022; ROCKWOOD; GREENS, 2015; KELLER; MONTAVON, 2006; CAMBRIDGE, 2022). Sempre que é retirada a terceira força (Fig. 20a), perde-se a estabilização da fratura (HASHEM, 2008; CAMBRIDGE, 2022).

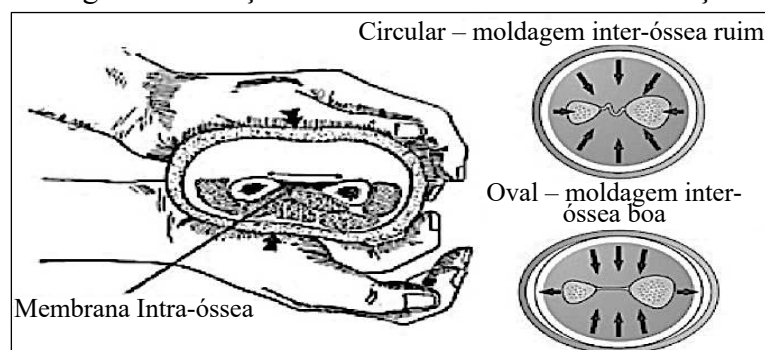
Figura 20 – Periósteo agindo como banda de tensão ao aplicar uma órtese de três pontos



Fonte: Adaptado de Rockwood e Greens (2015, p. 166-167) e Lee (2013, p. 21)

Entretanto, durante o projeto das órteses deve-se atentar em deixar tais pontos de aplicação das três forças salientes, caso contrário, se for “colada” à pele, a fratura ficará instável, pois não haverá apoio em três pontos como prevê o tratamento (CAMBRIDGE, 2022). Outro cuidado que se deve considerar ao utilizar órteses de antebraço é o formato do “cartucho” da mesma, que deve possuir seção transversal oval (Fig. 21), de maneira a corresponder com o formato do antebraço, mantendo a membrana intraóssea tensionada (LEE, 2013; THE ROYAL CHILDREN'S HOSPITAL MELBOURNE, 2022; HOWARD; SLOGO; SCHMITTENBECHER, 2022).

Figura 21 – Seção transversal da órtese de antebraço

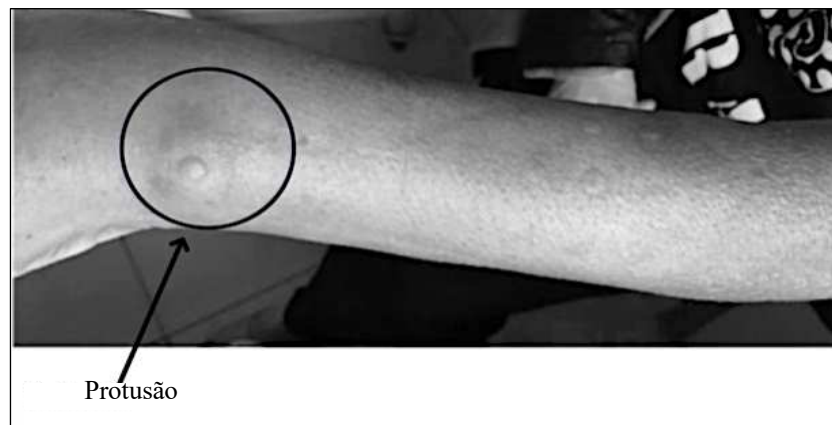


Fonte: Adaptado de Lee (2013, p. 21) e The Royal Children's Hospital Melbourne (2022, p. 6)

Van Helden (2020), Fess *et al.* (2005), McKee e Rivard (2004), NHS (2015), Portnova *et al.* (2018), Castillo (2021), Brasil (2019), Brown e Radja (2015), Khominets *et al.* (2020), Mooij (2021) e Ziekenhuis St. Jansdal (2022) pontuam alguns dos mais importantes requisitos de projeto para órteses, a saber:

- Capacidade de manter estável o membro afetado pela fratura; reduzir a dor devido a movimentos do membro fraturado; caber corretamente no braço do paciente – atributo salientado por Fess *et al.* (2005) e Andringa, Port e Meijer (2013), como o mais importante, interferindo diretamente no conforto durante o uso da órtese, evitando pontos de pressão em locais como no processo estiloide (sendo preferencialmente ajustável);
- Permitir adequada ventilação, porém se atentando para que as aberturas destinadas para isso não provoquem protrusão da pele (Fig. 22);
- Possibilitar contato com a água;
- Ser harmoniosa à pele, ou seja, não provocando erupções cutâneas (sendo necessário que os cantos internos e externos sejam arredondados) ou alergias;
- Ser economicamente acessível (carecendo para isso impressoras de baixo custo);
- Propiciar aplicação e produção em período curto de tempo, onde um projeto adequado pode agilizar o processo de fabricação e diminuir despesas;
- Promover ajustes de modo a acomodar a órtese à medida que ocorre a diminuição do inchaço e se inicia a atrofia muscular;
- Permitir acesso visual e radiológico;
- Possuir aparência agradável simultaneamente mantendo-a simples, manifestando preferivelmente comportamento dúctil, o que a torna tolerante a impactos ocasionais. Porém, como expõem Daines *et al.* (2014), esta condição não se aplica a casos mais complexos e que necessitem de meticulosa precisão.

Figura 22 – Protrusões causadas por aberturas na órtese



Fonte: Adaptado de Chen *et al.* (2017, p. 6)

Além de informações relacionadas ao estado da arte, encoraja-se que sejam coletados dados gerados durante: seu processo de produção; uso pelo paciente; uso pelos profissionais (ABNT, 2020).

### 2.1.5 Anatomia – Fratura do rádio distal

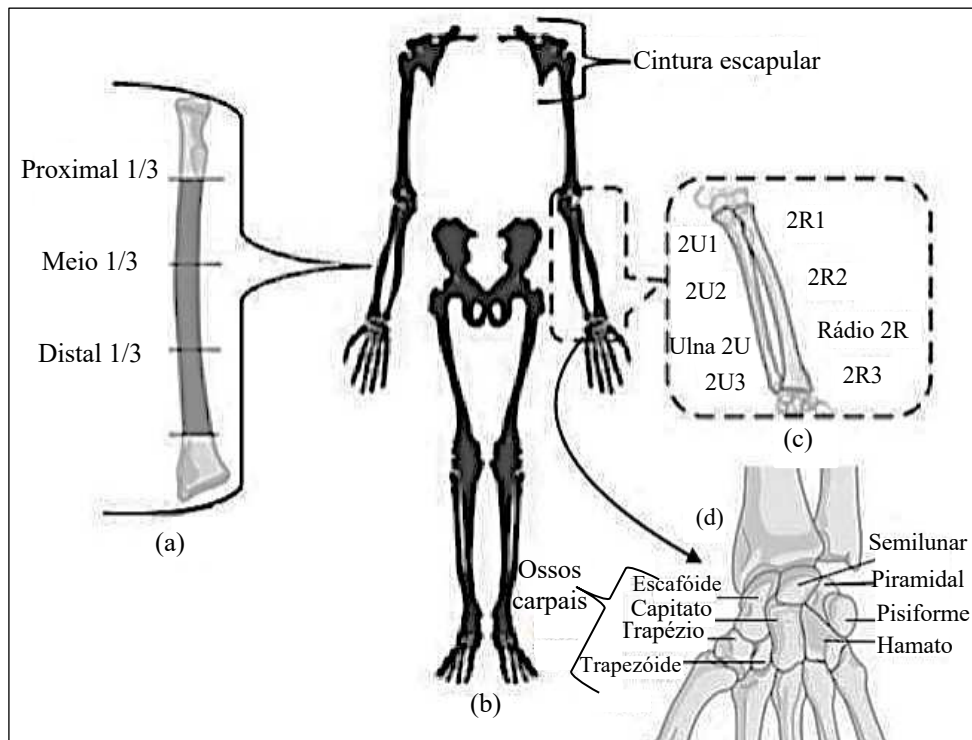
O rádio é um dos dois ossos do antebraço e, de acordo com Distal... (2021), está localizado próximo ao polegar. O mesmo pertence ao esqueleto apendicular, grupo este formado por 126 ossos, ficando na categoria membros superiores e antebraço (ANDERSON; EKBLAD; BORDONI, 2021; GARCÍA *et al.*, 2013).

Nota-se ao observar a Fig. 23a que o terço proximal é, de acordo com Termos... (2022), aquele próximo à raiz do membro, de modo que o terço distal está do lado oposto, longe do ponto de inserção (cintura escapular, formada pela clavícula e escápula Fig. 23b).

No terço do rádio (Fig. 23a), localizado próximo ao punho, ocorre popularmente a fratura a cerca de 1 polegada da extremidade do osso, sendo, por conseguinte, designada ‘fratura do rádio distal’, onde dentre os 10 ossos que compõe o punho (Fig. 23d), é o mais comum a sofrer fraturas (DISTAL... 2021; AMIRI; VARGHESE; DEMURCHYAN, 2017; BONE CLINIC, 2022; FESS *et al.*, 2005; EVILL, 2013; ROCKWOOD; GREENS, 2015; SSOC, 2021; LIKENS; STERGIU, 2020).



Figura 23 – (a) Segmento diafisário osso rádio (Código *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association* (AO/OTA) 2R2); (b) Esqueleto apendicular; (c) Codificação AO/OTA - Osso e Localização; (d) Ossos carpais



Fonte: Adaptado de Journal Of Orthopaedic Trauma (2018, p. 24); The... (2021, p. 1); AOtrauma (2018, p. 28); Melatti (2014, p. 2)

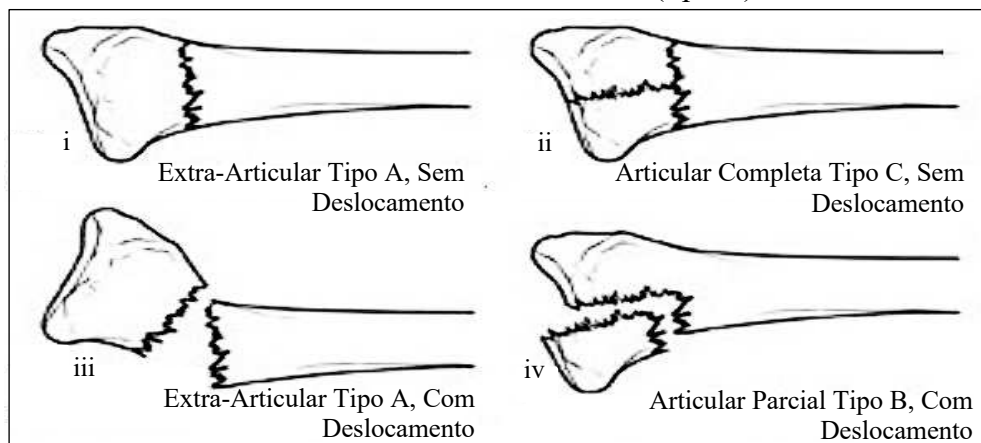
A fratura do rádio distal é responsável por 17,5% de todas as fraturas em adultos segundo Ahn, Vitale e Franko (2021) e Court-Brown e Caesar (2006); 15% para Davis e Baratz (2010), e 1/6 para Ilyas e Jupiter (2007) e Lindau (2000), estando esses autores dentro da faixa ponderada por Sebastin e Chung (2018). É considerada por Jerrhag *et al.* (2017), Mauck e Swigler (2018) e Koo *et al.* (2013) comum dentre as fraturas do antebraço, sendo mais habitual em mulheres (11,8 a cada 10.000 nos Estados Unidos<sup>10</sup>) conforme apresenta Karl, Olson e Rosenwasser (2015) corroborado por Ahn, Vitale e Franko (2021).

As fraturas do rádio distal que não sofreram deslocamento, ou seja, os ossos não se moveram após a fratura, são considerados estáveis, similarmente fraturas que sofreram deslocamento (Fig. 24iii e 24iv), as quais podem ser estáveis o suficiente (AMIRI; VARGHESE; DEMURCHYAN, 2017; SSOC, 2021). O padrão de critérios anatômicos para classificação de instabilidade de fraturas do rádio distal é o Lafontaine, cuja classificação se

<sup>10</sup> Medida do RA (risco absoluto), incidência de uma patologia em que, dentro do conceito de epidemiologia, que é o estudo da distribuição das enfermidades e seus fatores determinantes, atua como indicador de morbidade, expresso por meio da Equação  $RA = \frac{\text{númerodeentes}}{\text{populaçãodereferência}}$  notempot (BRANCO, 2019; ROUQUAYROL; GURGEL, 2021; CELENTANO; SZKLO, 2019).

dá por meio dos padrões da fundação AO (Fig. 23c)<sup>11</sup>. Os critérios são: angulação dorsal >20°, cominuição dorsal, envolvimento intra-articular radio-carpal (Fig. 24ii e 24iv), fratura da ulna associada, idade >60 anos, em que fraturas que apresentam 3 ou mais desses fatores estão relacionadas com a perda da posição, não sendo eficiente somente a imobilização com a órtese (LAFONTAINE; HARDY; DELINCE, 1989; NESBITT; FAILLA; LES, 2004; TAHRIRIAN *et al.*, 2013). Segundo Volpon (2013) e Donati e Pagnotta (2018), fraturas sem desvio ou com mínimo desvio (Fig. 24i e 24ii) são aquelas que denotam melhores resultados com o tratamento conservador (Fig. 26).

Figura 24 –Fraturas não-articulares ou extra-articulares (tipo A), articulares parciais (tipo B) e articulares ou intra-articulares (tipo C)

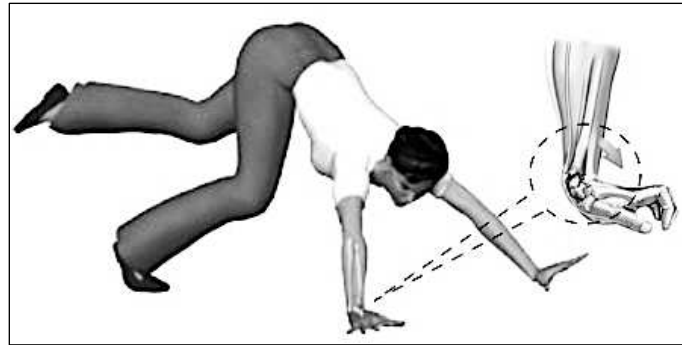


Fonte: Adaptado de Sarwark (2010) *apud* OrthoInfo (2022, p. 2), AOtrauma (2018, p. 31) e Shehovych *et al.* (2016, p. 528)

O fator FOOSH (*Fall Onto an Outstretched Hand*) está habitualmente ligado ao mecanismo de fratura do rádio distal, sendo a queda sobre a mão espalmada (Fig. 25), com punho dorsiflexionado (hiperextensão, Fig. 17f). Porém, outros agentes também podem levar a essa condição como sobrecarga única ou repetitiva, traumas de maior energia como, por exemplo, acidente de carro, queda de altura, trauma direto (FIGUEIREDO, 2018; GUIDA *et al.*, 2019; NELLANS; KOWALSKI; CHUNG, 2012; MEENA *et al.*, 2014; HSU; FAHRENKOPF; NALLAMOTHU, 2021; SSOC, 2021; AHN; VITALE; FRANKO, 2021; KUSIATZA, 2019).

<sup>11</sup> Notícia fornecida por Dr. Roman durante web-conferência sobre fraturas do rádio distal estáveis, *online*, em fevereiro de 2022 das 16h às 16:30h.

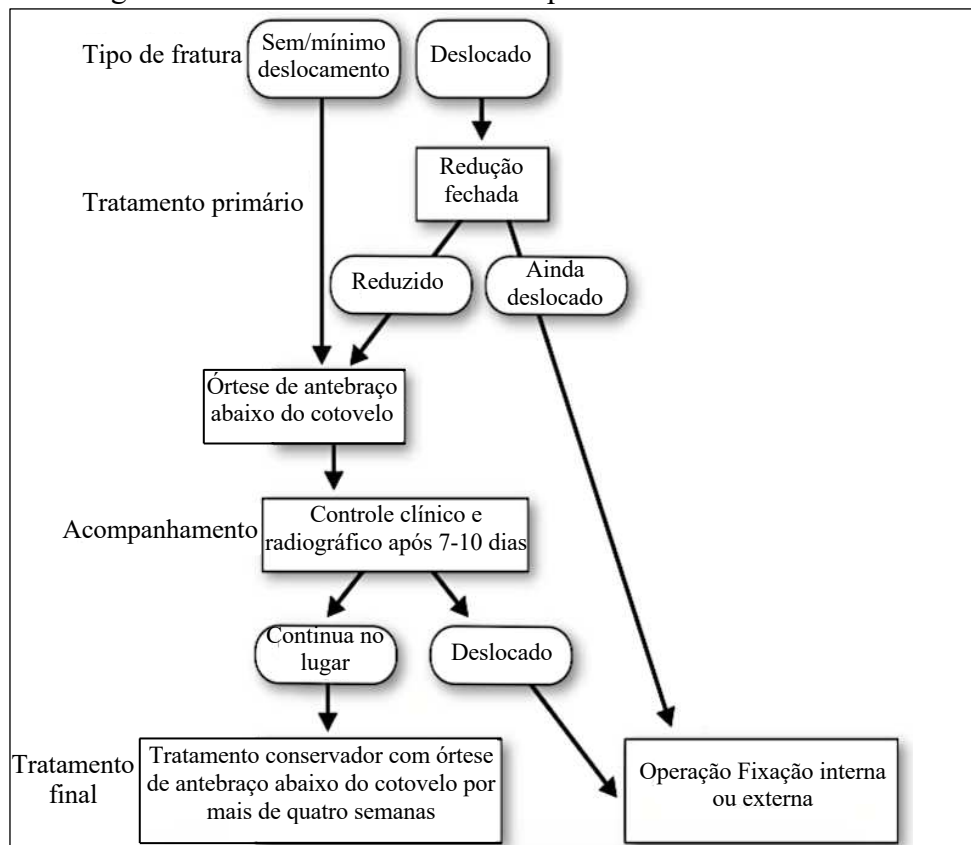
Figura 25 –Queda sobre a mão espalmada como mecanismo para fratura do rádio distal



Fonte: Adaptado de Kavroudakis (2022, n.p)

As fraturas do rádio distal sem deslocamento (estáveis) são mantidas imobilizadas (Fig. 26) por órtese como padrão por um período de aproximadamente 6 semanas (informação verbal<sup>12</sup>), corroborado por Solgaard (1988), Fricker, Jupiter e Kastelec (2022) e Rockwood e Greens (2015), e complementado por Hsu, Fahrenkopf e Nallamothu (2021).

Figura 26 –Protocolo de tratamento para fraturas do rádio distal



Fonte: Adaptado de Abramo, Kopylov e Tägil (2008, p. 377)

<sup>12</sup> Notícia fornecida por Dr. Roman, durante web-conferência sobre fraturas do rádio distal estáveis, online, em fevereiro de 2022 das 16h às 16:30h.

Conforme Nellans, Kowalski e Chung (2012), os casos apresentaram aumento ao longo dos anos, podendo ser consequência do surgimento de novos meios de transporte e regulamentações para os mesmos (Puzio *et al.*, 2020).

## 2.2 METODOLOGIA

Assim como a impressão 3D está fazendo seu caminho da indústria para os centros hospitalares, pode-se dizer que a recíproca também é verdadeira, ocorrendo com a abordagem sistemática de revisão da literatura, em que suas ferramentas de operacionalização provêm da área da saúde (BEIDAS, 2020; ERMEL, 2020). Nesse contexto, é aplicado um protocolo denominado PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, material auxiliar ‘PRISMA-P’, seção 4.3), que dita as etapas para o correto cumprimento da revisão sistemática da literatura.

[...] a investigação sobre o conhecimento científico e tecnológico necessita de um método de pesquisa que articule, sistematize, e suporte à geração e avaliação de novos conhecimentos científicos ou tecnológicos [...] (ERMEL, 2020, p. 22).

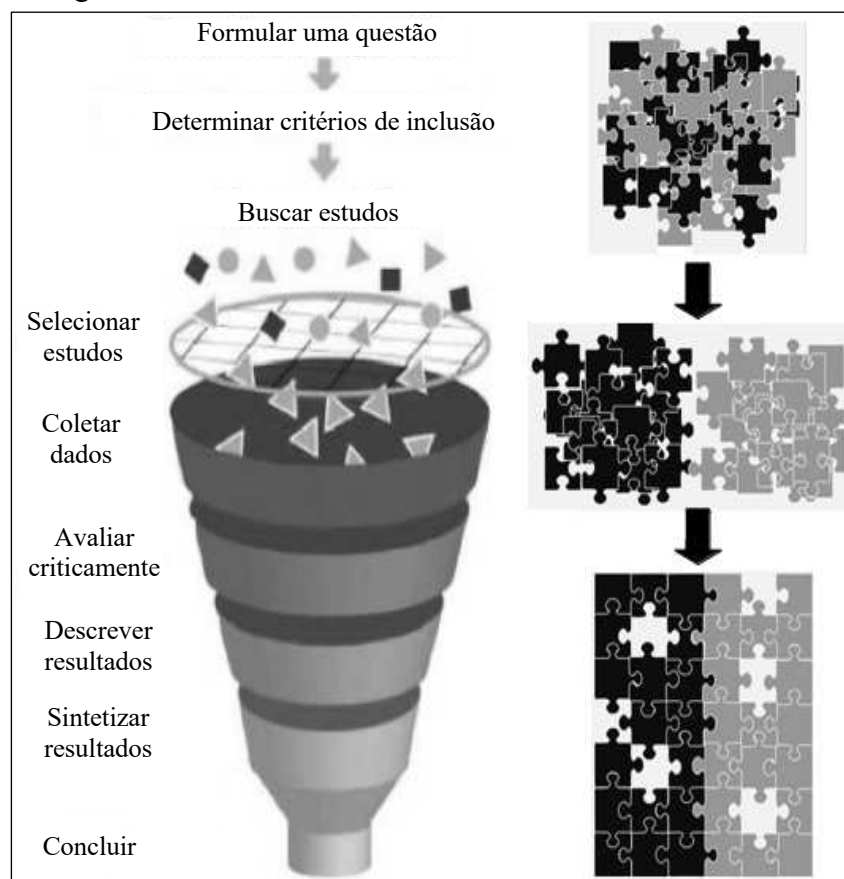
Como relatado por Denyer e Tranfield (2009), durante este processo recorreu-se à observação de revisões existentes, tendo em vista assegurar o rigor e validade, confiabilidade e verificabilidade das descobertas e conclusões.

Previamente, é necessário apontar para o problema de pesquisa e, utilizando o acrônimo PICOC (População; Intervenção; Controle; *Outcome*; Contexto), definir as entidades que darão sentido à busca nas bases de informação (ERMEL, 2020). Conforme Denyer e Tranfield (2009), cada campo acadêmico possui características peculiares, sendo necessárias abordagens específicas ao aplicar o acrônimo, conforme o propósito da presente revisão sistemática.

Conforme apresenta a Fig. 27, após ser formulada a questão de pesquisa com auxílio da literatura existente e do acrônimo PICOC, são selecionados os critérios tanto de inclusão como de exclusão, que são elaborados com base na pergunta de pesquisa. Decorridas tais etapas se deve realizar a busca estruturada nas bases de dados científicas (que podem ser referenciais ou fonte/textuais). Bases de dados referenciais remetem ou encaminham às fontes primárias, sendo tipicamente de natureza bibliográfica ou de diretório, porém, podem ser

ainda do tipo catalográficas, enquanto as bases de dados de fonte contêm dados primários, fornecendo a informação completa, podendo ser classificada de acordo com seu conteúdo: numéricas, texto integral, textual e numérico, multimídia, dicionário e gráficas (CUNHA, 1989; ROWLEY, 2002). Utiliza-se uma estratégia que emprega vocabulário controlado obtido por meio de tesouros, ou palavras-chave, assim como operadores booleanos, onde para a realização deste estágio foi obtido apoio da biblioteca central da UFSC (<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/201414>), que possui um protocolo específico para esta finalidade, bem como uma mentoria com um(a) bibliotecário(a) certificado.

Figura 27 – Processo sistemático da síntese do conhecimento



Fonte: Adaptado de Ermel (2020, p. 200), Ferreira (2020, p. 38), Gough, Oliver e Thomas (2017, p. 16), Needleman (2002, p. 7), e Brereton *et al.* (2007, p. 572)

Greenhalgh e Peacock (2005) mencionam que uma revisão sistemática de evidências complexas não pode decorrer somente das buscas planejadas no protocolo e, assim, aponta como alternativa o método ou amostragem qualitativa denominada “*Snowballing*” (bola de neve), com o que concordam Snowball... (2009), Assis, Sousa e Dias (2019) e Papaioannou *et al.* (2009). *Snowballing* é conhecido também como *pearl growing*, *citation mining* ou *reference tracking* (UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARIES, 2022; HADFIELD, 2020).

Na primeira etapa da pesquisa exploratória se utilizou o método exponencial não-discriminante visando abranger uma pluralidade de respondentes. Já durante as etapas de leitura e *survey* confirmatório os respondentes foram filtrados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão (que serão detalhados na seção 2.2.2), usufruindo dessa forma das técnicas de bola de neve não-discriminante e discriminante.

Depois de obtidos os artigos das bases de dados, inicia-se o processo de avaliação, com base nos critérios previamente definidos e apresentados. Esse processo é realizado em duplicidade com um segundo revisor (conforme definido no protocolo de pesquisa) e, para isso acontecer, é necessário primeiramente que ambos estejam alinhados com os critérios da revisão sistemática. De modo a resolver ou medir esse indicador, realiza-se um teste Kappa de Cohen, a partir da seleção em duplicidade de uma amostra de 20% dos artigos obtidos mediante a busca nas bases de dados (ASSIS; SOUSA; DIAS, 2019).

Utilizou-se a contagem de voto e direção de efeito como uma ferramenta para avaliação crítica, sendo, conforme Baird (2018), elemento obrigatório quando se pretende atingir solidez em um trabalho de revisão sistemática, que pode utilizar de CATs (*Critical Appraisal Tools*), que variam conforme o projeto do estudo a ser avaliado. Os resultados são melhor exibidos (corroborado por Ramsey, Winder e McVeigh, 2014) utilizando recurso visual que contemple as variáveis da avaliação do risco de viés e seus resultados em forma de cores ou tonalidades, bem como símbolos que representam positivo, negativo ou incerto, sendo, conforme Boon e Thomson (2019), um método factível de melhor sintetizar as evidências disponíveis quando não for possível a realização de uma metanálise.

### **2.2.1 Protocolo e Registro de Pesquisa**

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes da lista de verificação de itens de relatório preferenciais para revisão sistemática e metanálise (PRISMA-P), conforme apresentado por Moher *et al.* (2009), e baseando-se no Manual Cochrane para revisões sistemáticas de intervenções (NEEDLEMAN, 2002). O protocolo foi registrado sob o número CRD42021279877 no PROSPERO (*International Prospective Register of Systematic Reviews*) em 31 de outubro de 2021. Ambiciona-se com isso que esta seja replicável, exclusiva, agregativa e algorítmica (DENYER; TRANFIELD, 2009). O PROSPERO tem por finalidade o registro de protocolos de revisões sistemáticas dos efeitos

de uma intervenção, assim como estratégias de prevenção, diagnóstico, tratamento e monitoramento de condições de saúde (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2017).

Na estratégia de busca não foram consideradas patentes como fonte para aplicação na revisão sistemática, devido aos meandros que contribuem para o seu caráter no que concerne a não utilização de métodos científicos para a sua concepção (informação verbal)<sup>13</sup>.

### 2.2.2 Critérios de Elegibilidade

Antes da aplicação do protocolo de pesquisa e, de modo a agregar robustez, empregou-se uma análise do risco de viés por meio da introdução analítica de um especialista independente na área de engenharia e manufatura aditiva, conferindo imparcialidade e reduzindo a presença de viés ao projeto de estudo planejado, garantindo que as perguntas pertinentes à ferramenta (PRISMA-P) sejam respondidas (ERMEL, 2020; KEELE, 2007). As especificidades foram devidamente documentadas.

“O objetivo de ser explícito sobre os critérios de seleção é tornar as decisões do revisor disponíveis para escrutínio e avaliação” (DENYER; TRANFIELD, 2009, tradução nossa). Assim, dentro da proposta do acrônimo PICOC se tem os seguintes critérios:

- Quanto à população: Órteses passivas de antebraço abaixo do cotovelo;
- Quanto à intervenção: Manufatura aditiva (impressão 3D), aplicando a tecnologia FDM cartesiana, utilizando apenas um filamento de material polimérico;
- Quanto ao controle: Processo tradicional (por exemplo, gesso, gesso sintético e placas de material termo-moldável de baixa temperatura), e as normas/regras que os regem;
- Quanto ao contexto: Casos de fraturas estáveis do rádio, que não dependam de processos cirúrgicos para a sua cura, em pacientes com idades entre 20 e 60 anos.

Além dos critérios acima apresentados e, por meio do material auxiliar ‘Critérios de inclusão e exclusão’, seção 4.3, a seleção dos artigos primários foi empregada.

---

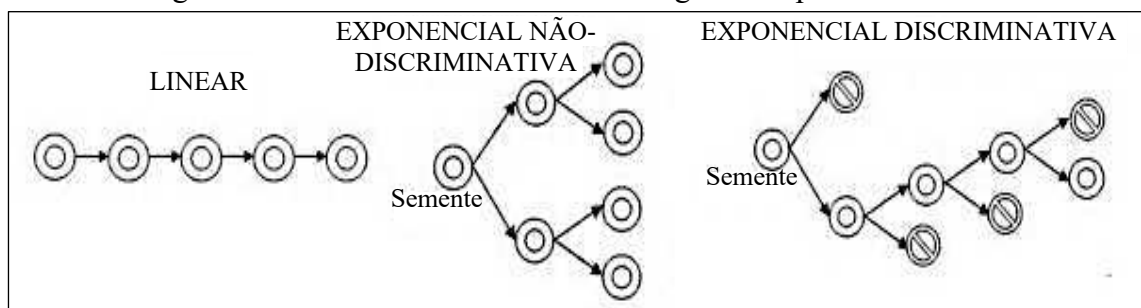
<sup>13</sup>Notícia fornecida por Dr. Chi-Nan Pai no Webinar Revisão Sistemática em Engenharia (Mecatrônica/Biomédica), online, em setembro de 2021 das 10 às 11h.

### 2.2.3 Fonte de informação e estratégia de busca

Reed e Baxter (2009) apontam que a localização do material relevante requer persistência e amplitude da estratégia de busca, sendo aconselhável que se considere estender a busca à literatura cinzenta no ímpeto de identificar todos os dados disponíveis correlatos ao tópico de revisão (Chaabna *et al.*, 2018, e Baird, 2018).

O escaneamento não probabilístico das referências, de artigos incluídos por meio de critérios de seleção provenientes da busca orientada por protocolo, forma uma espécie de rede (Baldin e Munhoz, 2011) que pode ser linear, exponencial não discriminativa e exponencial discriminativa (Fig. 28), sendo tal método adequado para identificar fontes de alta qualidade em locais obscuros ou, como apontam Bockorni e Gomes (2021), temas mais privados.

Figura 28 – Métodos de redes de amostragem do tipo bola de neve



Fonte: Adaptado de Snowball... (2009, p. 2) e Luciano (2017, p. 22-23)

Dentre estas, a exponencial não-discriminante é o método que converte maior quantidade de respondentes a partir de uma “semente”, nome este dado ao artigo inicial que trará os demais (respondentes), a partir de suas citações, em que o pesquisador não elege critérios de seleção (LUCIANO, 2017). Por outro lado, Luciano (2017) menciona que a discriminante, apesar de semelhante à não-discriminante, permite a seleção de apenas um respondente por semente, com base em critérios de seleção definidos pelo pesquisador. A forma linear se limita a cada artigo identificar apenas um candidato a respondente, e esse processo se repete até a conclusão da amostragem (LUCIANO, 2017).

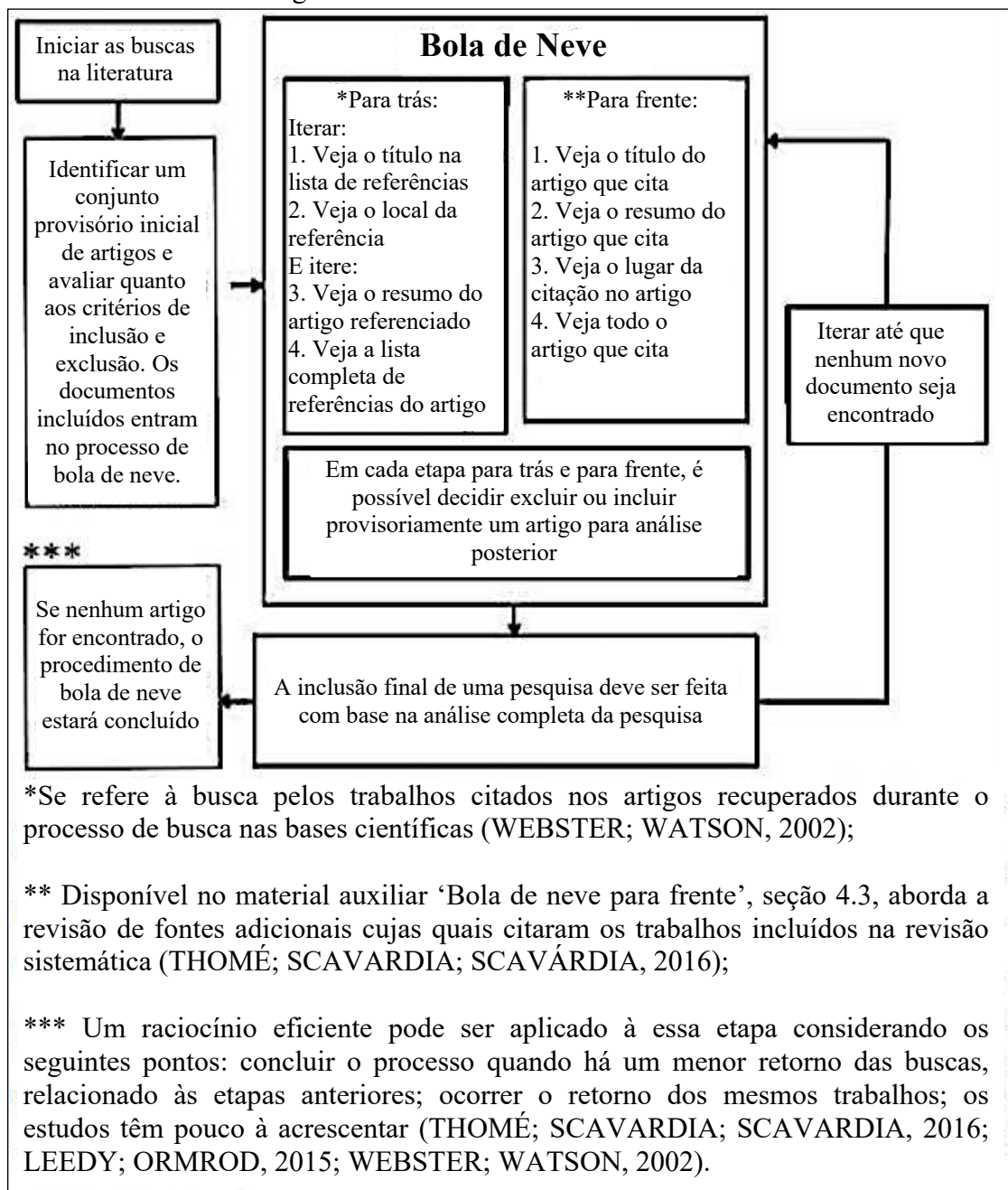
Wohlin (2014) propôs um procedimento para a aplicação do método de bola de neve, conforme mostrado na Fig. 29.

Se executado cuidadosamente, esse método produz uma amostra empiricamente sólida e, uma vez iniciado, assume energia e direções próprias (PENROD; PRESTON; CAIN;



STARKS, 2003). Assim como o processo de revisão sistemática, o método bola de neve deve seguir os mesmos princípios de transparência e documentação (NICE, 2016).

Figura 29 – Procedimentos Bola de Neve



Fonte: Adaptado de Wohlin (2014, p. 4)

Neste trabalho de revisão sistemática da literatura, assim como expressa Baird (2018) e Denyer e Tranfield (2009), uma bibliotecária experiente e habilitada prestou o suporte necessário na elaboração da estratégia de busca (Quadro 4), bem como a escolha por bancos

de dados apropriados. Além disto, assuntos descritores e sinônimos em saúde foram consultados no DeCS<sup>14</sup> e no MeSH<sup>15</sup>, bem como vocabulários controlados a partir de tesouros como: GEMET<sup>16</sup>, Engineering Village<sup>17</sup>, Cochrane<sup>18</sup>.

Quadro 4– Estratégia de busca separada por assunto  
ESTRATÉGIA DE BUSCA

ESTRATÉGIA DE BUSCA
<b>Assunto 1</b>
("deposição de material fundido" OR "fabricação por deposição de material fundido" OR "impressão 3D" OR "Impressão em 3D" OR "manufatura aditiva" OR "impressora 3D" OR "impressão tridimensional" OR "prototipagem rápida" OR "fabricação aditiva" OR "manufatura ágil" OR "manufatura por camadas" OR "fabricação de forma livre" OR "técnica aditiva" OR "deposición de material fundido" OR "fabricación con material fundido" OR "impresión 3D" OR "manufatura aditiva" OR "impresora 3D" OR "impresión tridimensional" OR "creación rápida de prototipos" OR "fabricación aditiva" OR "manufatura ágil" OR "fabricación de capas" OR "fabricación de forma libre" OR "fused deposition modeling" OR "fused filament fabrication" OR "3D printing" OR "additive manufacturing" OR "additive manufacture" OR "3D printer" OR "three dimensional printing" OR "rapid prototyping" OR "additive fabrication" OR "agile manufacturing" OR "layer manufacturing" OR "layered manufacturing" OR "freeform fabrication" OR "additive technique" OR "Three-Dimensional Printing" OR "Three-Dimensional Printings" OR "3 D Printing" OR "3 Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3-D Printings" OR "3-Dimensional Printing" OR "3-Dimensional Printings" OR "3D Printing" OR "3D Printings")
<b>Assunto 2</b>
("rádio distal" OR "fraturas do rádio com mínimo desvio" OR "fratura do rádio distal com mínimo desvio" OR "fratura do rádio distal" OR "punho quebrado" OR "osso do punho" OR "Traumatismos do Punho" OR "Lesões do Pulso" OR "Lesões do Punho" OR "Traumatismos do Pulso" OR "Articulação Radiocarpal" OR "Ossos do Carpo" OR "Ossos Cárpicos" OR "Ossos da Munheca" OR "Ossos do Punho" OR "Região Carpal" OR "fracturas del radio con mínima desviación" OR "fractura del radio distal con mínima desviación" OR "fractura del radio distal" OR "puño roto" OR "hueso de la muñeca" OR "Traumatismos de la Muñeca" OR "Traumatismos del puño" OR "Lesiones de la Muñeca" OR "Lesiones del puño" OR "Articulación Radiocarpiana" OR "Articulación de la Muñeca" OR "Huesos del Carpo" OR "Huesos Carpianos" OR "Región Carpiana" OR "distal radius fracture" OR "distal radius" OR "minimally displaced radius fracture" OR "minimally displaced distal radius fracture" OR "broken wrist" OR "wrist bone heal" OR "wrist joint injury" OR "wrist bone injury" OR "Wrist Injury" OR "Wrist Injuries" OR "Wrist Joints" OR "Wrist Joint" OR "Carpal Bones" OR "Carpal Bone")
<b>Assunto 3</b>
(órteses OR órtese OR "suprimentos ortopédicos" OR "reabilitação de mão" OR "reabilitação de punho" OR "reabilitação de membros superiores" OR "imobilização de punho" OR "tratamento

<sup>14</sup> Descritores em Ciências da Saúde (<http://decs.bvs.br>)

<sup>15</sup> *Medical Subject Headings* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>)

<sup>16</sup> General Multilingual Environmental Thesaurus (<https://www.eionet.europa.eu/gemet>)

<sup>17</sup> <http://periodicos.capes.gov.br/>

<sup>18</sup> <https://www.cochranelibrary.com/advanced-search/mesh>

de fratura" OR imobilização OR "dispositivo ortopédico" OR "Aparelho Ortopédico" OR "Aparelhos Ortopédicos" OR "tipologia da órtese de punho" OR "morfologia da órtese de punho" OR "estrutura da órtese de punho" OR "composição da órtese de punho" OR "estruturas lamelares" OR "Ortesis OR Ortosis" OR "suministros ortopédicos" OR "rehabilitación de manos" OR "rehabilitación de la muñeca" OR "aparatos ortopédico" OR "rehabilitación de miembros superiores" OR "inmovilización de muñeca" OR "tratamiento de fracturas" OR inmovilización OR "Aparato Ortopédico" OR "Aparato Ortésico" OR "Aparatos Ortóticos" OR "Dispositivos Ortésicos" OR "Dispositivos Ortóticos" OR "tipología de órtesis de muñeca" OR "morfología de la órtesis de muñeca" OR "estructura de órtesis de muñeca" OR "composición de la órtesis de muñeca" OR "estructuras laminares" OR "Orthotic Devices" OR Orthose OR Orthoses OR Orthosis OR "Orthotic Device" OR Parapodium OR Parapods OR "forearm cast" OR "rigid cast" OR "superior limbs orthosis" OR "orthopedic supplies" OR "hand rehabilitation" OR orthotics OR "wrist cast" OR "upper limbs rehabilitation" OR "wrist immobilization cast" OR "wrist immobilization orthosis" OR "orthopedic cast" OR "personalized casts" OR "customized wrist cast" OR "fracture care" OR "custom 3d cast" OR casting OR "fracture cast" OR "orthopedic cast" OR immobilization OR "typology of wrist cast" OR "morphology of wrist cast" OR "typology of wrist orthosis" OR "morphology of wrist orthosis" OR "structure of wrist cast" OR "composition of wrist cast" OR "structure of wrist orthose" OR "composition of wrist orthoses" OR "lamellar structures")

Fonte: Autor (2022)

#### 2.2.4 Análise de concordância inter-observadores

Do total de artigos recuperados por meio da busca realizada nas bases a partir do protocolo elaborado (citado na seção 2.2), foram selecionados aleatoriamente 20%, conforme indicam os autores Favaretto *et al.* (2019), Honório (2022), Riedel *et al.* (2008), com a ajuda do *software* Rstudio Team (2021), em que o código-fonte para a seleção aleatória bem como os números “sorteados” são apresentados no APÊNDICE B. Como mencionado na seção 2.2, estes 20% servirão para a realização do cálculo do Kappa de Cohen, também conhecido como kappa, representado pela letra  $\kappa$  (que em grego significa pequeno kappa), de modo a avaliar a concordância entre os revisores para um resultado categórico (MARSTON, 2010). O coeficiente de kappa pode variar de -1 a +1, onde 0 representa um valor de uma hipótese aleatória, e 1 concordância perfeita entre os revisores. Apesar de possível, valores abaixo de 0 são improváveis na prática, mas, caso ocorram, representam um problema grave (MCHUGH, 2012; SHEHOVYCH *et al.*, 2016). Segundo Marston (2010), é desejável que se obtenha valor de kappa  $>0,60$ .

Landis e Koch (1977) propuseram uma nomenclatura de modo a descrever a força relativa à concordância associada à estatística kappa atribuindo intervalos correspondentes de kappa, conforme mostrado no Quadro 5.




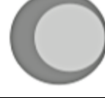


Quadro 5 – Intervalos correspondentes de kappa

<b>Estatística kappa</b>	<b>Força de concordância</b>
<0,00	Pobre
0,00 – 0,20	Fraco
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Quase perfeito


Fonte: Landis e Koch (1977)

Por outro lado, Altman (1991) *apud* Marston (2010, p.126) apresenta uma interpretação do Kappa de Cohen mais conservadora apresentada no Quadro 6, onde considera que qualquer concordância menor que perfeita (1,0), referindo-se de acordo com McHugh (2012), não somente a concordância, mas da discordância entre os revisores, sendo qualquer kappa < 0,60 inadequado em que pouca confiança pode ser investida nos resultados do estudo, pois os intervalos de confiança são amplos permitindo inferir que cerca de metade dos dados podem estar incorretos.


Quadro 6 – Interpretação do Kappa de Cohen

Valor de kappa	Nível de concordância	% de dados confiáveis	Nível de congruência
0 – 0,20	Nenhum	0 – 4%	
0,21 – 0,39	Mínimo	4 – 15%	
0,40 – 0,59	Fraco	15 – 35%	
0,60 – 0,79	Moderado	35 – 63%	
0,80 – 0,90	Forte	64 – 81%	
> 0,90	Quase perfeito*	82 – 100%	

Observações:



Dados  
Corretos



Conjunto  
de dados de  
pesquisa

\* Conforme apontam Marusteri e Bacarea (2010), o pesquisador não obtém 100% de certeza sobre uma diferença investigada, mesmo que esta seja estatisticamente significativa, sendo necessário recorrer a estatística inferencial, utilizando, por exemplo, intervalo de confiança que, como explica Šimundić (2008), exprime uma gama de valores dentre as quais, com alguma certeza, pode-se determinar a medida estatística da população.

Fonte: Adaptado de McHugh (2012, p. 279-280) e Altman (1991) *apud* Marston (2010, p. 126)

Segundo McHugh (2012), a estatística kappa ( $\kappa$ ) pode ser calculada por meio da Equação (4), onde  $Pr(a)$  representa o valor real observado obtido pela Equação (2), e  $Pr(e)$  significa a chance de acordo, obtida por meio da Equação (3), sendo  $cm^1$  a representação da coluna marginal 1 e  $cm^2$ , coluna marginal 2, da mesma forma que  $rm^1$  simboliza linha marginal 1 e  $rm^2$ , linha marginal 2. Por sua vez,  $n$  denota o número de observações (não o número de avaliadores/revisores).

$$\Pr(a) = \frac{a + d}{(a + b) + (c + d)} \quad (2)$$

$$\Pr(e) = \frac{[a^2 + a \cdot (b + c) + b \cdot c] + [d^2 + b \cdot (d + c) + d \cdot c]}{[(a + b) + (c + d)]^2} \quad (3)$$

$$\kappa = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)} \quad (4)$$

As letras a; b; c; d presentes na Tabela 1, interpretando o que é mencionado por McHugh (2012), correspondem ao acumulado das respostas ‘sim’ dos dois revisores, acumulado entre ‘sim’ revisor 2 e ‘não’ revisor 1, acumulado entre ‘não’ revisor 2 e ‘sim’ revisor 1, acumulado das respostas ‘não’ dos dois revisores respectivamente.

Tabela 1 – Dados normalizados para cálculo de kappa

		Revisor 1		Linhas Marginais	
		SIM	NÃO		
Revisor 2	SIM	a	b	a+b	rm <sup>1</sup>
	NÃO	c	d	c+d	rm <sup>2</sup>
Colunas marginais		a+c	b+d	(a+b)+(c+d) e (a+c)+(b+d)	n
		cm <sup>1</sup>	cm <sup>2</sup>		

Fonte: Adaptado de McHugh (2012, p. 280)

### 2.2.5 Seleção dos Estudos

A seleção dos estudos foi realizada por dois revisores independentes (J.M. e A.P.), condição esta que, segundo Higgins e Green (2011), objetiva o aumento da confiabilidade dos resultados, aumentando a probabilidade de identificar erros mediante um processo de duas etapas. Na primeira etapa, títulos e resumos foram rastreados utilizando um *software online* (Rayyan, Qatar Computing Research Institute), melhor descrito por Ouzzani *et al.* (2016), em que aqueles que não preencheram os critérios de elegibilidade foram excluídos. Na segunda etapa, os critérios de exclusão/inclusão foram aplicados ao texto completo dos trabalhos remanescentes. Qualquer discordância entre os revisores se resolveu por arguição de modo a

atingir o consenso. Caso necessário, um terceiro revisor (J.C.) é inserido de maneira a resolver o impasse. A seleção final se baseia somente nas publicações que tiveram seu texto lido na íntegra, em que aqueles que foram inclusos conforme os critérios de exclusão/inclusão seguiram para a codificação dos dados.

Apesar de não estar explícito no protocolo, conforme cita Morandi e Camargo (2015), além do segundo revisor (J.M.), prezou-se a relação com as partes interessadas que contribuíram com conhecimentos técnicos e metodológicos, dentre as etapas as quais tiveram disponibilidade.

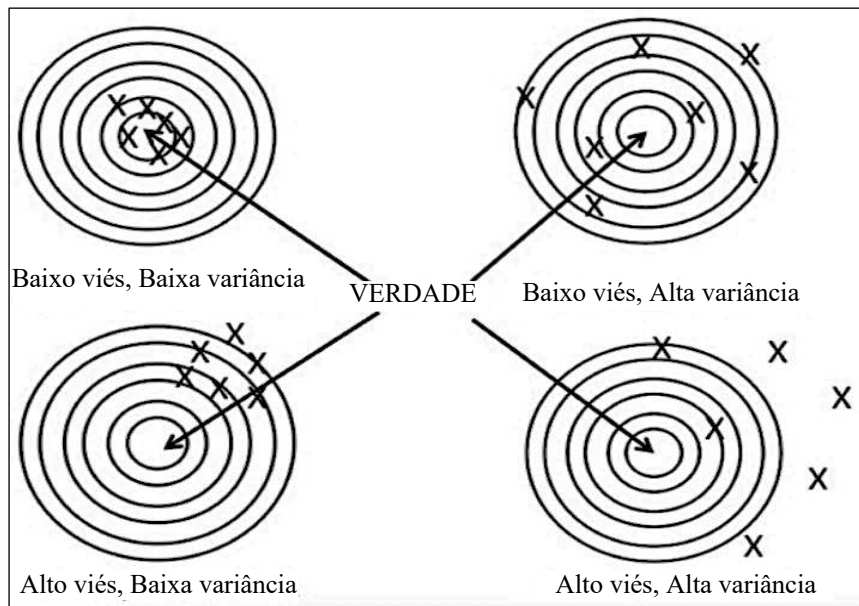
### **2.2.6 Extração dos Dados**

Para a realização desta etapa seguiu-se os passos descritos por Keele (2007), partindo do projeto de um formulário (denominado ‘matriz de síntese’) para registro das informações contidas nos estudos primários inclusos na revisão sistemática, sendo testado/avaliado e definido já na etapa de elaboração do protocolo de pesquisa, e a extração dos dados realizada. Fundamentado em Jørgensen (2007) e Munthe-Kaas *et al.* (2018), foram enviados os dados extraídos dos estudos primários aos seus respectivos autores, solicitando que informassem a respeito de qualquer classificação e interpretação incorretas.

### **2.2.7 Risco de Viés nos Estudos Individuais**

Seguidamente ao crivo dos critérios de inclusão e exclusão, os artigos incluídos para a fase de síntese passam pela análise do risco de viés, sendo a confiabilidade e precisão da metodologia empregada fatores críticos para permitir a correta conclusão e formulação de recomendações quanto à intervenção no resultado de interesse (BAKER, 2019). O viés pode se manifestar em qualquer etapa durante o processo de revisão sistemática, uma vez que revisores podem considerar potenciais vieses ao interpretar os resultados e concluir a revisão sistemática (WHITING *et al.*, 2016). Segundo Baird (2018), o viés é um erro não aleatório, podendo ser melhor distinguido do erro aleatório, conforme mostrado na Fig. 30.

Figura 30 – Representação gráfica do viés (erro não randomizado) e variância (erro randomizado), onde o centro do alvo representa a resposta verdadeira para uma pergunta falsificável



Fonte: Adaptado de Baird (2018, p. 339)

O que se pretende buscar mediante essa análise é o viés de seleção que, conforme Pocinho (2008), é subdividido em: publicação, localização, língua, citação e múltiplas publicações, sendo viés de publicação o nome dado à tendência de se publicar somente pesquisas que geraram resultados positivos (PEREIRA; GALVÃO, 2014; NEEDLEMAN, 2002).

Para avaliar o viés nos estudos individuais, optou-se por utilizar o *checklist* Downs & Black, sendo realizado por um revisor somente, baseando-se em trabalhos de revisão sistemática desenvolvidos por outros autores (DENYER; TRANFIELD, 2009), e que seguiram rigorosamente as diretrizes PRISMA (como citado na seção 2.2), bem como aplicaram a ferramenta Downs & Black em suas análises de qualidade metodológica.

Utilizou-se uma ferramenta cujo desenvolvimento se iniciou em 2019 durante um evento de *Hackathon* (MCGUINNESS; HIGGINS, 2020). A ferramenta se chama ‘Robvis’ (<https://mcguinlu.shinyapps.io/robvis/>), que busca promover uma visão geral dos resultados de uma análise de risco de viés através de figuras, de forma *open-source* (código aberto), gerando um gráfico tipo semáforo, alimentado pelos resultados do *checklist* Downs & Black (MCGUINNESS; HIGGINS, 2020).



### 2.2.8 Risco de viés na revisão sistemática

De modo a avaliar o risco de viés de seleção, a ferramenta ROBIS (*Risk of Bias in Systematic Reviews*) foi pioneira, desenvolvida com rigor e especificidade para revisões sistemáticas, ou seja, voltada para a revisão em si ao invés dos estudos primários, estando dentre as partes interessadas autores que desejam avaliar ou mitigar o risco de viés em suas revisões sistemáticas, se apresentando em três fases, a saber: avaliação da relevância (opcional); identificação das preocupações com o processo de revisão; julgamento do risco de viés (WHITING *et al.*, 2016).

De forma a aplicar a ferramenta ROBIS na presente revisão sistemática em seus passos preliminares, optou-se pela sua adaptação, tomando como base as alterações descritas por Ermel (2020), em que se excluiu a 1ª fase em vista de sua arbitrariedade para os casos de avaliação isolada, conforme descreve Whiting *et al.* (2016). Seguidamente foram selecionadas as perguntas da 2ª e 3ª fases, que poderiam ser respondidas considerando a fase incipiente da revisão.

Após avaliação cabe ao autor do trabalho analisar o resultado, em que, se o risco de viés for baixo, pode-se dar continuidade à revisão, caso contrário os pontos negativos devem ser identificados e sanados, requerendo uma nova avaliação, sendo essa sequência retroalimentada até que se obtenho baixo risco de viés (ERMEL, 2020).

### 2.2.9 Heterogeneidade

Há três tipos de heterogeneidade (variação entre os estudos), a saber: estatística (variação nos efeitos da intervenção avaliada dentre os diferentes estudos), clínica (variação nos participantes, intervenção e resultados), e/ou metodológica (variação no projeto do estudo, ferramentas de medição do resultado, risco de viés e falhas no *follow-up*). A presença ou ausência de uma delas não implica nas demais, sendo indispensável considerar sua abordagem nas três frentes em estudo de revisão sistemática onde sua(s) presença(s) e efeitos devem ser explicitados (POCINHO, 2008; DEEKS; HIGGINS; ALTMAN, 2021; EGGER *et al.*, 2001).

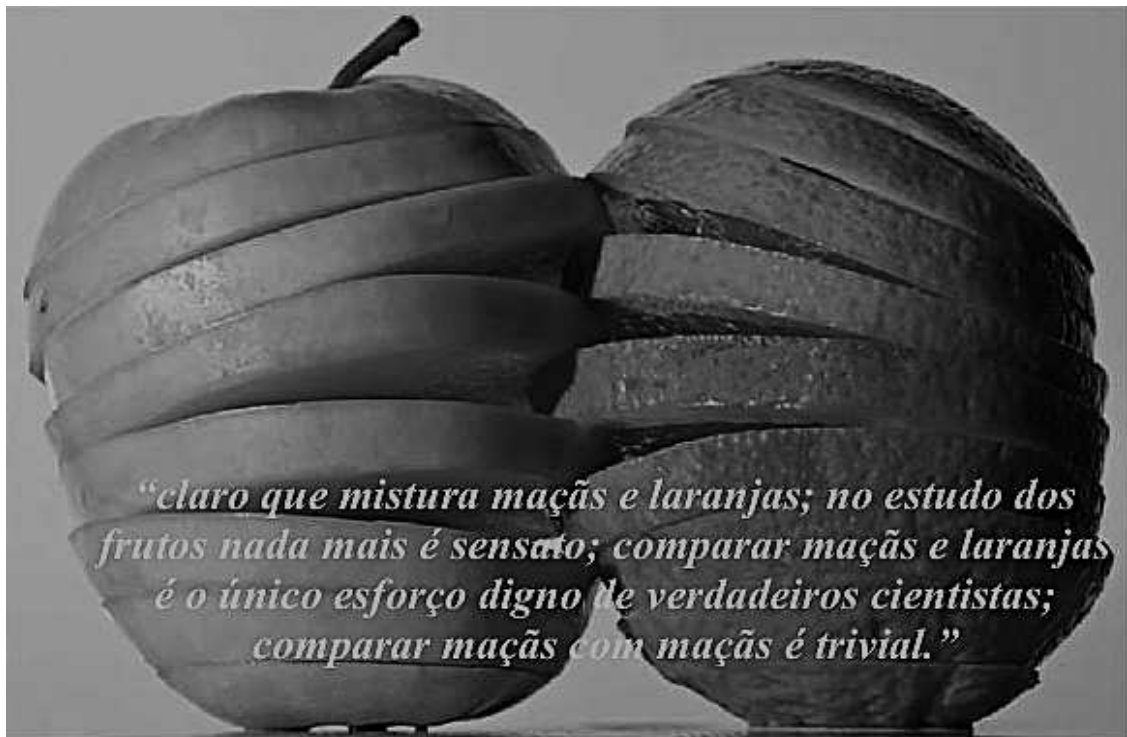
Para os eventos raros não é recomendada a aplicação da estatística do inverso da variância, pois tais métodos foram desenvolvidos para grandes amostras (DEEKS; HIGGINS; ALTMAN, 2021).

Após identificar a presença de heterogeneidade nas amostras recomenda-se:

- checar novamente os dados inseridos na análise;
- não realizar uma metanálise, para os casos em que há considerável variação nos resultados, bem como inconsistência na direção dos efeitos, caso contrário pode gerar um dado errôneo;
- explorar a heterogeneidade, de modo a determinar as suas causas, porém, para poucos estudos são questionáveis;
- ignorar, realizando uma metanálise de efeito fixo, porém, possui um intervalo de confiança muito estreito, pois pode haver mais de um efeito em uma intervenção;
- realizar uma metanálise de efeitos aleatórios, sendo destinada aos casos em que a heterogeneidade não pode ser explicada;
- reconsiderar a medida do efeito, pois cada estudo pode considerar diferentes escalas e/ou unidades. Assim, quando analisada a diferença média, pode sugerir heterogeneidade ou homogeneidade falsos, porém, quando normalizados, um resultado mais apropriado é percebido;
- excluir estudos, porém, trata-se de uma prática imprudente, introduzindo com isso viés à revisão sistemática. Encoraja-se que se realizem análises com e sem os estudos “*outliers*” (valores atípicos), especificando sempre de maneira específica e clara as fontes de diversidade que podem levar a tal situação (DEEKS; HIGGINS; ALTMAN, 2021).

Conforme Gough, Oliver e Thomas (2017), revisões sistemáticas da literatura científica social provavelmente irão conter estudos heterogêneos dentre os artigos inseridos, e nos traz ainda uma imagem (Fig. 31), que consta uma frase de Gene Glass, um dos pioneiros da metanálise, destacando a importância da heterogeneidade.

Figura 31 – Heterogeneidade por Gene Glass



Fonte: Adaptado de Gene Glass (2000) *apud* Gough, Oliver e Thomas (2017, p. 67, tradução nossa)

### 2.2.10 Análise da Qualidade

Ermel (2020) aponta que não há na literatura uma referência universal para a condução da análise de qualidade dos estudos individuais. Todavia, Littell e Corcoran (2010) salientam sua importância em capturar e analisar variações em termos de sua credibilidade e vulnerabilidade diante das várias fontes de viés.

Dybå e Dingsøyr (2008) destacam como principais três questões a serem consideradas ao avaliar os trabalhos, que são: rigor (abordagem metodológica), credibilidade (apresentação das descobertas) e relevância (utilidade das descobertas).

Para a análise da qualidade foi aplicada a metodologia GRADE CERQual (*Confidence in Evidence from Reviews of Qualitative research*), baseando-se em quatro elementos: limitações metodológicas; coerência; adequação; relevância (GRADE-CERQual, 2018a), graduados pela preocupação que se percebe: nenhuma ou muito pouca, provavelmente não reduzirá a confiança nos achados; menores, podem reduzir a confiança nos achados; moderadas, provavelmente reduzirão a confiança nos achados; sérias, muito provavelmente reduzirão a confiança nos achados (MUNTHE-KAAS *et al.*, 2018; LEWIN *et al.*, 2018a).

A realização desta etapa se deu por meio da condução do processo de teste-reteste (conforme sugere Keele, 2007), sendo um método onde ocorrem múltiplas administrações sobre um instrumento em específico pela mesma(s) pessoa(s) de modo a aferir a sua consistência (entende-se conforme Santos, Carvalho e Araújo (2016), como homogeneidade), e confiabilidade (HENDRICKSON; MASSEY; CRONAN, 1993). Busca-se desta forma reduzir o erro não aleatório (descrito na seção 2.2.7), tornando fidedigna a análise, utilizando para isso um lapso temporal de 2 semanas (apontado por Nunnally e Bernstein, 1994, como conveniente para permitir que flutuações de curto alcance em habilidades e características de personalidade se manifestem).

Para isto será utilizado o teste kappa de Cohen similarmente à seção 2.2, tratado em detalhes na seção 2.2.4. Porém, para uma análise intra-observador, de maneira a checar a consistência das escolhas por apenas um revisor, durante o procedimento do teste-reteste, utiliza-se para isso variáveis qualitativas dicotômicas, as quais preencheram os *checklists* Downs & Black e CASP (material auxiliar ‘Downs-Black’ e ‘CASP’, seção 4.3), e variáveis categóricas nominais, que formam o enredo da análise pela metodologia GRADE CERQual.

Polit (2014) menciona que, embora a correlação entre as pontuações do teste (tempo 1) e reteste (tempo 2) seja utilizada como relato de confiabilidade do teste-reteste, o índice recomendado é o ICC (*Intraclass Correlation Coefficient*). Os valores de ICC variam entre 0 (variância do erro muito grande) e 1 (variância do erro é insignificante), sendo um valor de 0,70 considerado aceitável, contudo, valores > 0,80 ou 0,90 são ideais (VET *et al.*, 2011; NUNNALLY; BERNSTEIN, 1994). Koo e Li (2016) sugerem que valores de correlação intraclass menores que 0,5 sejam indicativos de baixa confiabilidade, valores entre 0,5 e 0,75 indicam confiabilidade moderada, valores entre 0,75 e 0,90 sugerem boa confiabilidade, e valores maiores que 0,90 manifestam excelente confiabilidade.

As estimativas do ICC e seus intervalos de confiança de 95% foram calculadas utilizando a versão 2.2.5 da biblioteca (*‘psych’*) do *software* Rstudio Team (2021) (cujo código se encontra no Apêndice C), com base em uma classificação de único avaliador (ICC: 3,1), concordância absoluta, modelo de efeitos mistos bidirecionais, conforme proposto por Koo e Li (2016).

Os valores integrados na Tabela 2, utilizada para as análises de concordância intra-observador, foram obtidos a partir dos *checklists* CASP e Downs & Black, e sua contagem se

deu da seguinte forma: perguntas respondidas com ‘sim’ receberam valor um; perguntas respondidas com ‘não’ ou ‘indeterminado’ receberam valor zero.

Tabela 2 – Pontuações obtidas a partir dos *checklists* CASP e Downs & Black

CASP			Downs & Black		
Seção A			Relato		
Questão	Teste 1	Teste 2	Questão	Teste 1	Teste 2
1	0	1	1	1	1
3	0	1	2	0	1
5	1	1	3	1	1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	4	1	1
			6	0	1
			<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
			Validade Externa		
			Questão	Teste 1	Teste 2
			20	1	1
			<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

**Obs.:** as pontuações das seções A (CASP), viés de seleção e poder (D&B) foram zero.

Fonte: Autor (2022)

### 2.2.11 Análise Estatística dos Elementos Fabris/Construtivos

Utilizou-se o teste de Friedman quando se dispõe de ‘k’ amostras apresentadas mediante uma escala ordinal, e deseja-se comprovar sua nulidade (H0) quanto às amostras advirem da mesma população (VIALI, 2008; MARSHALL; MARQUIER, 2022).

$$\chi_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1) \quad (5)$$

Onde:  $R_j$  é o total dos postos da coluna  $j$ ;  $k$  é o número de colunas;  $n$  é o número de linhas Equação (5). No exemplo da Fig. 32, a fórmula ficaria na forma da Equação (6), apresentada a seguir.

$$\chi_r^2 = \frac{12}{3 \times 3(3 + 1)} (R_a^2 + R_b^2 + R_c^2) - 3 \times 3(3 + 1) \quad (6)$$

Figura 32 – Matriz de aplicação do teste de Friedman

Linhas	Postos (k=3)		
	a	b	c
n=3	p1	p4	p7
	p2	p5	p8
	p3	p6	p9
	Ra=p1+p2+p3	Rb=p4+p5+p6	Rc=p7+p8+p9

Fonte: Autor (2022)

Conforme Viali (2008), a estatística criada por Friedman foi nomeada de  $\chi_r^2$ , sendo esta responsável por determinar se a soma dos postos difere de forma significativa, servindo de alternativa não-paramétrica ao teste ANOVA (Análise de Variância) quando se tem blocos completamente aleatórios (PIRES, 2018; ASSIS; SOUSA; DIAS, 2019).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 RISCO DE VIÉS NA REVISÃO SISTEMÁTICA (META-VIÉS)

O item 16 do protocolo desta revisão sistemática é satisfeito por meio da aplicação da ferramenta ROBIS, em que em sua fase final estão reunidos os 4 domínios avaliados (Fase 3 - Avaliação do risco de viés geral) (Quadro 7).

Quadro 7 – Resumo dos problemas identificados durante avaliação

Domínio	Gradação do potencial risco de viés
1. Critérios de elegibilidade dos estudos	Baixo
2. Identificação e seleção dos estudos	Baixo
3. Coleta de dados e avaliação do estudo	Baixo
4. Síntese e resultados	Baixo

Fonte: Autor (2022), com base nas respostas do segundo revisor J.M.

O Quadro 8 diz respeito à conclusão sobre o meta-viés, em que o segundo revisor (J.M.) baseou-se nos domínios do Quadro 7 para definir o viés da revisão sistemática, obtendo um parecer favorável, indicando nível ‘BAIXO’.

Quadro 8 – Conclusões embasadas por evidências sobre o risco de viés na revisão

RISCO DE VIÉS NA REVISÃO					
Descreva se as conclusões foram embasadas pela evidência:					
*	S	PS	PN	N	SI
A. A interpretação dos achados considerou todos os riscos potenciais identificados na Fase 2?	X				
B. A relevância dos estudos para a pergunta de pesquisa da revisão foi adequadamente considerada?	X				
C. Os revisores evitaram enfatizar os resultados com base na sua significância estatística.	X				
Risco de viés da revisão	ALTO	BAIXO	INCERTO		
		X			
* S=SIM, PS=PROVAVELMENTE SIM, PN=PROVAVELMENTE NÃO, N=NÃO, SI= SEM INFORMAÇÃO					

Fonte: Autor (2022), com base nas respostas do segundo revisor J.M.

### 3.2 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Os estudos foram obtidos por meio das fontes de informação (conforme seção 2.2.3), utilizando estratégias de busca, desenvolvidas em conjunto com uma bibliotecária no dia 29 de setembro de 2021. O fluxograma PRISMA desta etapa pode ser visualizado na Fig. 33.

A seção ‘informação’ foi seccionada em três domínios, a saber: bases de dados; literatura cinzenta; “bola de neve”, que possuem respectivamente seis e cinco bases, com exceção da última que se trata de uma metodologia que foi descrita na seção 2.2.3.

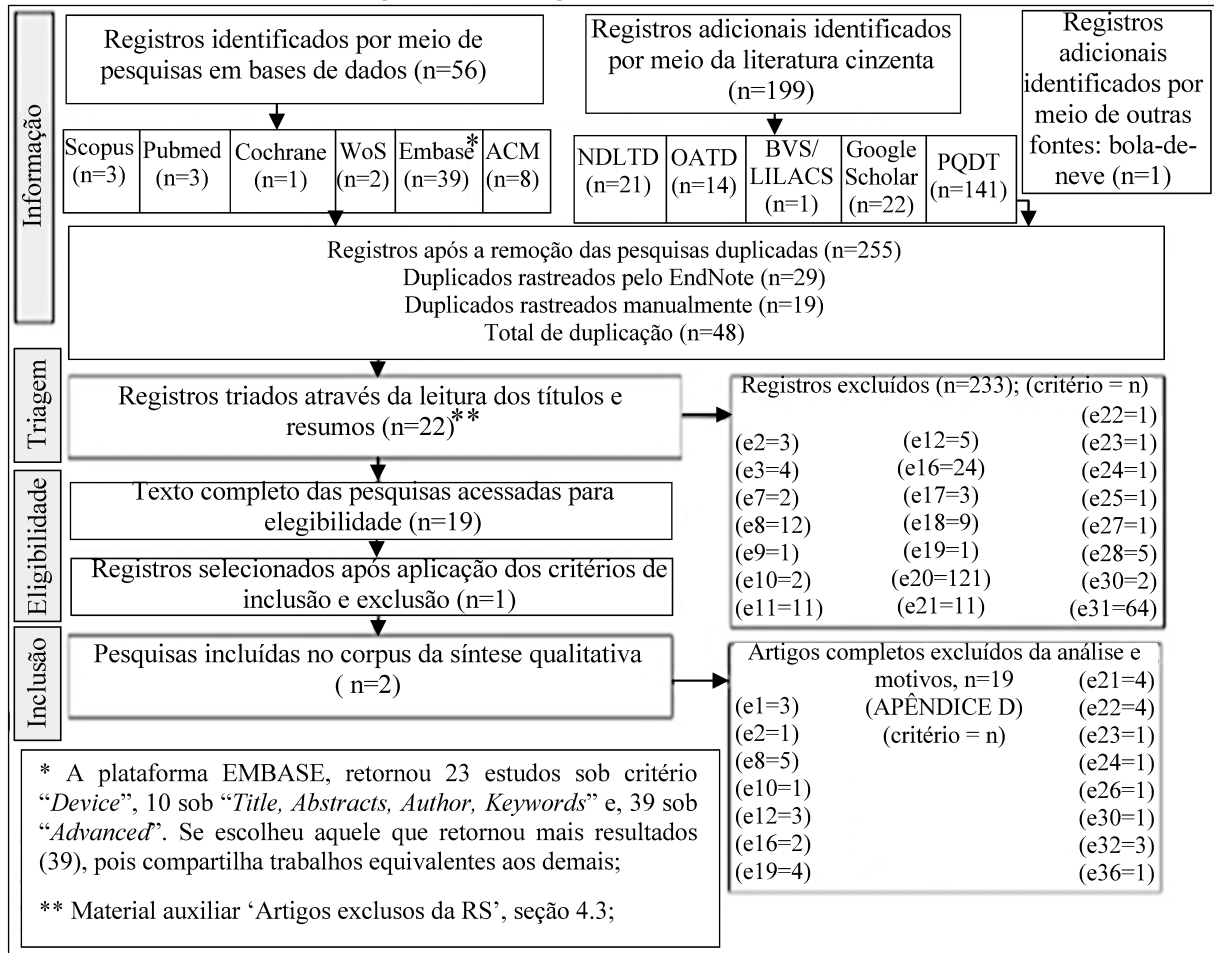
O segmento ‘triagem’ diz respeito àqueles artigos os quais tiveram seus títulos e resumos confrontados com os critérios de inclusão e exclusão (seção 2.2.2).

Por sua vez, a parcela ‘elegibilidade’ engloba estudos primários que passaram pela leitura na íntegra dos revisores (A.M.; J.M.), e aqueles que foram inclusos para fazerem parte da síntese da revisão sistemática.

O último fragmento engloba os trabalhos inclusos citados na parcela anterior (elegibilidade), e aqueles provenientes da aplicação da metodologia bola de neve que, por sua vez, retornou um estudo primário durante a busca para trás.



Figura 33 – Diagrama de fluxo PRISMA



Fonte: Adaptado de Page *et al.* (2021, p. 19)

A base que mais retornou estudos primários na área de pesquisa foi a PROQUEST, seguida pela EMBASE e Google Scholar. O total de bases consultadas foi 11, resultando em uma soma de 303 artigos, porém, 48 dentre esses apresentaram duplicidade, sendo 29 detectadas automaticamente pela plataforma EndNote, e 19 manualmente, resultando em um novo total de 255 artigos primários (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultado das buscas nas bases

(continua)

ID	Base	Resultados (Total)	Resultados (Após remoção de duplicados)
1.	PQDT	141	141
2.	EMBASE	39	39
3.	Google Scholar	23	22

Tabela 3 – Resultado das buscas nas bases

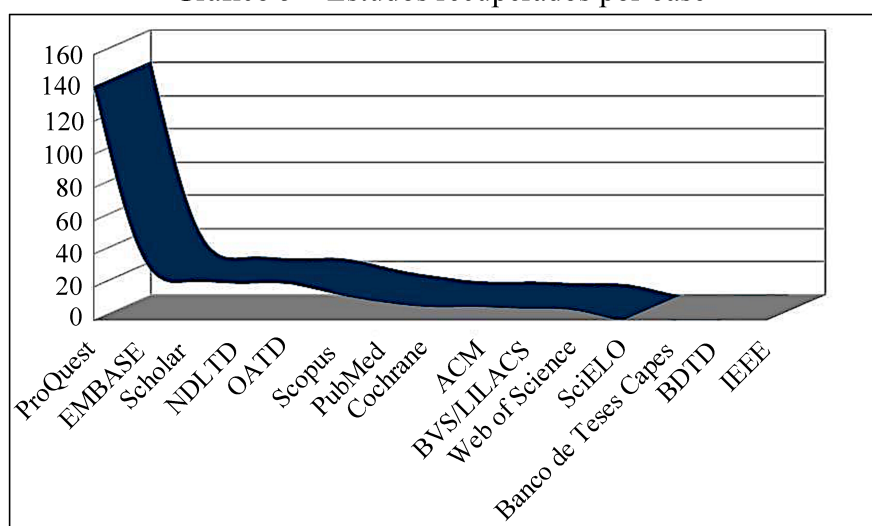
(conclusão)

ID	Base	Resultados (Total)	Resultados (Após remoção de duplicados)
4.	NDLTD	22	21
5.	OADT	22	14
6.	Scopus	16	3
7.	PubMed	11	3
8.	Cochrane	8	1
9.	ACM	8	8
10.	BVS/LILACS	7	1
11.	WoS	6	2
<b>TOTAL</b>			303
<b>DUPLICADOS (EndNote)</b>			29
<b>DUPLICADOS (Manual)</b>			19
<b>DUPLICADOS (Total)</b>			48
<b>TOTAL (Sem duplicados)</b>			255

Fonte: Autor (2022)

Conforme pode ser observado no Gráfico 5, quatro bases (SciELO, Banco de Teses Capes, BDTD, IEEE) não retornaram resultados.

Gráfico 5 – Estudos recuperados por base



Fonte: Gerado pelo Autor (2022), a partir das buscas realizadas

A busca na literatura cinzenta foi delimitada em concordância com os critérios de parada apresentados por Garousi, Felderer e Mäntylä (2019), onde, devido ao número de artigos identificados pela plataforma Google Scholar, OADT, NDLTD, BDTD, PQDT Global e Banco de Teses da Capes, houve o esgotamento de evidências e saturação teórica/dados.

A busca para a frente do método bola de neve foi realizada com base nos artigos que citaram os trabalhos incluídos no processo de revisão sistemática da literatura, que foram recuperados conforme sugere Webster e Watson (2002), por meio da plataforma Web of Science (<http://www.webofscience.com/>) (versão *online* do Índice de Citação de Ciências da Clarivate™). Segundo Pinto e Gonzalez-Aguilar (2014), foi a primeira a fazer a adição de citações como ponto de partida para exploração da ciência no mundo. Buscas adicionais à base da Clarivate™ foram realizadas mediante as interfaces Google Scholar (<https://scholar.google.com.br>), e Dimensions Analytics (<http://app.dimensions.ai>), tratando-se o primeiro de um mecanismo de busca capaz de explorar trabalhos relacionados, citações, autores e publicações, e o segundo de uma base lançada em 2018 desenvolvida por empresas do grupo Digital Science que, dentre seus recursos, também permite a busca pela ocorrência de citações (NASCIMENTO, 2019; AGÊNCIA USP DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO ACADÊMICA, 2022; GOOGLE, 2022).

A busca para trás (APÊNDICE E) foi realizada conforme descrito por Badampudi, Wohlin e Petersen (2015), com base nas referências dos artigos acessados para a leitura na íntegra, resultando na inclusão de um artigo primário no processo de revisão sistemática.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS (EXTRAÇÃO DE DADOS)

Ao final, conforme apresentado na seção 3.2, dois artigos foram incluídos no processo de revisão sistemática, sendo um deles intitulado ‘*Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint*’, consistindo esse um complemento ao artigo ‘*Study, Design and Prototyping of arm splint with additive manufacturing process*’ (DOI: 10.1145/3144826.3145407), e o outro denominado ‘*Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture*’, sendo os elementos extraídos conforme mostrado no Quadro 9.

Quadro 9 – Características e abordagem dos estudos incluídos na revisão sistemática

<p><i>Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint</i></p>	Autores	Fernando Blaya; Pilar San Pedro; Julia López Silva; Roberto D’Amato; Enrique Soriano Heras; Juan Antonio Juanes.
	Ano de publicação	2018
	Periódico	Journal of Medical Systems
	País	Estados Unidos
	Tipo	Artigo científico
	Modelo do estudo	Experimental, não randomizado <sup>1</sup> (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010).
	Métodos Aplicados	<p>O método adotado para a fase de projeto (<i>design</i>), do produto foi o de dar ênfase em características como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aberturas estéticas e funcionais na superfície da órtese (Fig. 34a), possibilitando a ventilação e redução no peso, assim como a possibilidade de melhorar o processo de recuperação, ao passo que, através do controle visual o responsável técnico desempenha com acurácia seu diagnóstico durante as revisões, bem como auxilia na contenção de suor, problemas alérgicos, mudanças na pele e síndromes de pressão. Na segurança pública, inclusive tem o seu papel, em evitar que armas sejam escondidas por debaixo da órtese, pois, devido às aberturas, ficariam visíveis;</li> <li>• Promover um formato orgânico (Fig. 34a), pois oferece melhor resistência, quando comparado à formas geométricas devido aos seus pontos de acúmulo de tensão. As geometrias responsáveis pelo acúmulo de tensão, também acumulam sujeira, sendo o formato orgânico de melhor limpeza e higiene apresentando ainda uma aparência agradável, se desvincilhando da imagem hospitalar;</li> <li>• Assegurar a possibilidade de retirar e colocar novamente a órtese sempre que necessário, fornecendo fechamento com auxílio de borrachas e pinos impressos no corpo da órtese (Fig. 34), que é constituído de duas partes, sendo uma solução discreta e de baixo custo.</li> </ul> <p>O processo para obtenção da órtese física foi dividido em 3 fases, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalização com o uso de um aparelho de <i>scanner</i> (volume de varredura entre 0,2x0, 2x0,2m<sup>3</sup> e 3x3x3m<sup>3</sup>, amplitude de operação entre 0,35 e 3m, campo de visão horizontal de 45°, vertical de 57,5° e diagonal de 69°, resolução da imagem de 240px (altura) por 320px (largura)), do antebraço e mão de uma mulher caucasiana de 20 anos de idade, operando a uma temperatura entre 10°C e 40°C, na configuração manual;</li> <li>• Modelagem, realizada com o <i>software</i> Geomagic®DesignX, através da importação do arquivo *.ply, gerando a malha pelo recurso 3D MeshSketch. Os detalhes foram aperfeiçoados com o auxílio de <i>splines</i> em áreas de maior complexidade. Assim que finalizada, a superfície é exportada em arquivo *.igs para o <i>software</i> Rhinoceros®5, onde se realiza os ajustes finos nas superfícies do modelo. Este por sua vez possui 1 mm de compensação de maneira a permitir uma certa “folga” não se mantendo muito apertado no braço. É nesta fase que são</li> </ul>

	<p>adicionadas as aberturas com as formas orgânicas utilizando operações booleanas, assim como a partição em 2 partes e adição dos pinos de fechamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufatura aditiva, comandada a partir do programa Cura, cujo qual gerou o arquivo de impressão a ser “lido” pela impressora 3D. Foi impresso também, de modo a testar a adaptação da órtese, uma seção do antebraço gerado pelo <i>software</i> Blender™.</li> </ul>
DOI	10.1007/s10916-018-0909-6
Conflito de Interesses	Os autores informam que não há conflito de interesses.
Financiamento	Não descrito.
Autores	Wei Yan; Mao Ding; Bo Kong; XiaoBing Xi; Mingdong Zhou.
Ano de publicação	2019
Periódico	Journal of Medical Systems
País	Estados Unidos
Tipo	Artigo científico
Modelo do estudo	Experimental, não randomizado <sup>1</sup> (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010).
Métodos Aplicados	<p>Por meio do fluxo de trabalho generativo apresentar o <i>design</i> de uma órtese leve e focada no usuário, para tratamento da fratura do rádio distal, adotando os seguintes passos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escaneamento do membro fraturado por um médico;</li> <li>• Baseado no modelo gerado a partir do <i>scanner</i>, divide-se o projeto da estrutura da órtese em dois domínios, projeto e não-projeto;</li> <li>• A partir de experimentos clínicos e teoria biomecânica se analisam os pontos e direções das forças cuja as quais estará submetida a órtese durante todo o processo de tratamento;</li> <li>• Aplicar otimização topológica almejando a redução de massa, sem que haja a perda das suas propriedades mecânicas e requisitos de desgaste e geometria;</li> <li>• Com os dados dos passos anteriores, aplicar o método de elementos finitos para analisar o desempenho da estrutura projetada, para posterior impressão 3D.</li> </ul> <p>O modelo inicial foi obtido a partir de um paciente masculino, com 57 anos de idade do hospital Shanghai Ruijin, através do uso de um aparelho de scanner do próprio hospital resultando em um arquivo de formato estereolitográfico (STL), ou seja, a superfície da órtese é modelada de modo a seguir o contorno externo do membro afetado.</p> <p>O projeto é composto de três anéis (domínio de não-projeto), e duas seções (Fig. 35), sendo uma delas frontal e a outra traseira (domínio de projeto), unidas através dos anéis convexos e presos ao membro fraturado com o emprego de bandagens (Fig. 36).</p> <p>Valendo-se de uma órtese tradicional e 22 sensores de pressão de membrana, localizados em posições-chave da anatomia, da extremidade proximal e distal da linha da fratura, e posição sensitiva do nervo da dor, obtém-se a pressão de contato de cada ponto. Esses dados são</p>

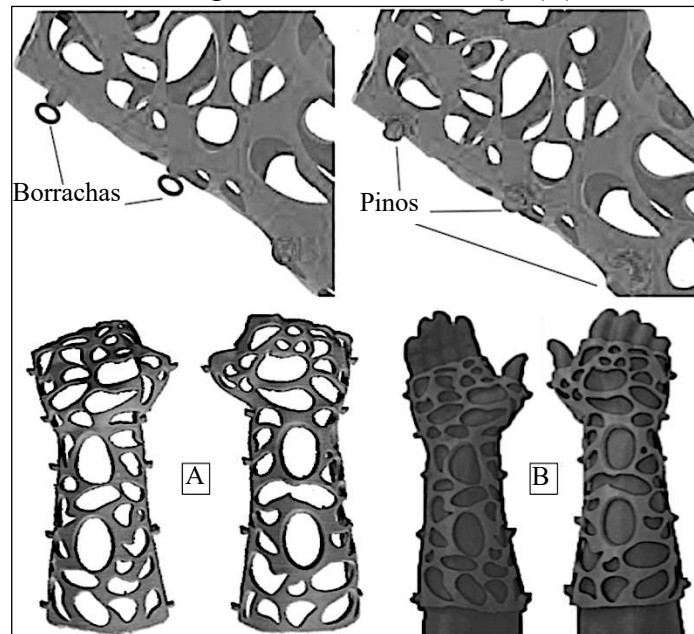
*Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture*

	<p>utilizados para realizar a simulação das propriedades mecânicas da órtese em ambiente virtual usando o <i>software</i> Radioss, aplicando o método de elementos finitos, utilizando malha de elementos sólidos tetraedros, no qual os domínios de não-projeto são assumidos como limites fixos.</p> <p>A partir dos resultados da etapa anterior, inicia-se o processo de otimização topológica dos domínios de projeto, utilizando desta vez uma malha composta de 2.254.225 hexaedros, servindo-se das mesmas condições de contorno anteriormente apresentadas. Após uma comparação considerando peso e rigidez da órtese otimizada, uma é escolhida.</p> <p>Tão logo escolhida, é então impressa a parte dorsal e depois a parte volar, ou vice e versa, ou seja, não ocorre a impressão simultânea de ambas as partes da órtese.</p>
DOI	10.1007/s10916-019-1404-4
Conflito de Interesses	Não descrito.
Financiamento	Projeto-Chave da Fundação de Pesquisa Cruzada de Engenharia Médica da Universidade Jiao Tong de Xangai (Concessão №.YG2015ZD02), o Projeto-Chave de Pesquisa Científica da Comissão Municipal de Saúde e Planejamento Familiar de Xangai (Concessão No.201640021), Nacional Fundação de Ciências Naturais da China (concessão nº 51705311) e o Laboratório Chave do Estado de Sistema Mecânico e Vibração da Universidade Shanghai Jiao Tong (concessão nº MSVZD201709).
<p><sup>1</sup> Percebeu-se que a execução do estudo apresenta procedimentos experimentais, mas seu desfecho se dá sobre o modelo descritivo de natureza qualitativa devido ao caráter de seus resultados.</p>	

Fonte: Autor (2022)

É muito importante mencionar que o artigo ‘*Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint*’, como informa D’Amato (2022), não visa a aplicação específica para casos de fraturas estáveis do rádio distal, porém foi incluso no processo de revisão sistemática, conforme citado acima, uma vez que suas características construtivas e morfológicas (Fig. 34) corroboram com os itens de inclusão (seção 2.2.2), estando visualmente dentro dos limites dimensionais.

Figura 34 – Sistema de fechamento com pino e borracha, órtese impressa em PLA (A) e montagem no modelo de braço (B)



Fonte: Adaptado de Blaya *et al.* (2018, p. 2;13)

#### 3.4 RESULTADO DOS ESTUDOS (EXTRAÇÃO DOS DADOS)

Os resultados relatados pelos autores são mostrados no Quadro 10. As informações contidas neste capítulo, assim como no anterior, foram extraídas conforme retratado na seção 2.2.6.

Quadro 10 – Síntese dos resultados obtidos pelos artigos primários

<i>Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint</i>	Resultados	Os atributos da modelagem e processo são similares para diversos modelos, havendo no material uma maior pluralidade de soluções. A biocompatibilidade do material que constitui a órtese é fator essencial, assim como, a possibilidade de ser reciclado ou biodegradado. A peça impressa (Fig. 34a e 34b) deve ser capaz de facilitar a reabilitação, ser confortável, confiável, eficaz, econômico e possuir aparência atraente, mantendo sempre o foco no paciente. Em outro estudo da mesma equipe de D’Amato (2022), foram obtidos resultados quanto à umidade e temperatura da parte interna da órtese ao ser aplicada no paciente. A umidade variou na faixa entre 34 e 36%, ficando acima da umidade exterior em 1 a 5%, já a temperatura se manteve em 33°C (BURGO <i>et al.</i> , 2020).
	Principais Conclusões	Obteve-se o aprimoramento de alguns atributos com relação às órteses tradicionais: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência à água;</li> <li>• Redução no custo, devido ao material utilizado;</li> <li>• Produto reciclável;</li> <li>• Leve;</li> <li>• Estética agradável e contemporânea;</li> <li>• Permite o controle visual e antecipação na aplicação de tratamentos psicoterápicos durante o período de imobilização;</li> <li>• Biocompatibilidade.</li> </ul>
<i>Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture</i>	Resultados	Sendo o PLA um material biocompatível e reciclável, permite atenuar possíveis reações e irritações da pele, ao passo que retém custos e seus efeitos na poluição. A simulação pelo método de análise FEA ( <i>Finite Element Analysis</i> ) apresentou um deslocamento máximo de 0,13mm, ficando abaixo do valor de deslocamento máximo aceitável por uma órtese tradicional, sendo de 2,5mm, mostrando a oportunidade para retirar material e tornar a órtese mais leve e barata, sem sofrer perda de resistência mecânica. Após passar pela otimização topológica e retirada de material, e sob as mesmas condições de simulação virtual apresentadas no item ‘Métodos Aplicados’, Quadro 9, realiza-se uma nova análise FEA, apresentando como resultado um deslocamento de 1,00mm, ou seja, ainda dentro de um valor aceitável, além de estar localizado fora da área que estará sobre a parte lesionada do membro. O uso do PLA como matéria prima permitiu a redução do custo.
	Principais Conclusões	A superfície vazada da órtese devido à retirada de 40% de material pela otimização topológica permite o contato da pele do antebraço com o ar, evitando assim complicações relacionadas, bem como oportuniza a limpeza e acompanhamento médico em tempo real. Esta abordagem fornece uma ideia nova e esclarecedora, que pode ser empregada em outros dispositivos médicos.

Fonte: Autor (2022)



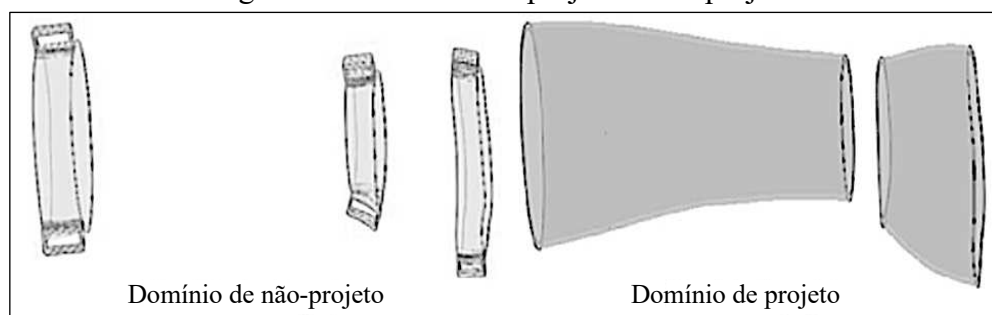
A Fig. 34 refere-se ao estudo primário ‘*Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint*’, e mostra em detalhes o sistema de fechamento com borrachas semelhantes a *O-rings*, que atuam como elemento de junção entre ambas as partes dos pinos que, por sua vez, apresentam formato cilíndrico, sendo partidos ao meio ao longo da sua seção longitudinal.

Da mesma forma que os pinos, a órtese do tipo casca também é bipartida ao longo do eixo coronal, conforme evidenciado na Fig. 34a, que permite ainda observar as aberturas em formatos orgânicos, que são responsáveis por grande parte dos benefícios listados no Quadro 10.

A montagem da órtese em um modelo de membro superior (também impresso) permite verificar de forma visual seus limites dimensionais, onde se nota que seu início se dá na dobra palmar distal, indo até o terço proximal do antebraço (Fig. 34b), além de permitir o livre movimento do polegar.

A Fig. 35 refere-se ao estudo primário ‘*Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture*’, e tem o propósito de ilustrar os domínios utilizados pelos autores no momento da aplicação da otimização topológica, método este que, segundo Yan *et al.* (2019), permitiu primariamente a redução na massa da órtese e, de forma complementar (*spin-off*), os demais benefícios apontados no Quadro 10. O domínio de não-projeto é estipulado como fixo (todos os graus de liberdade restringidos), já o domínio de projeto é onde ocorre a otimização da distribuição de material.

Figura 35 – Domínio de projeto e não-projeto

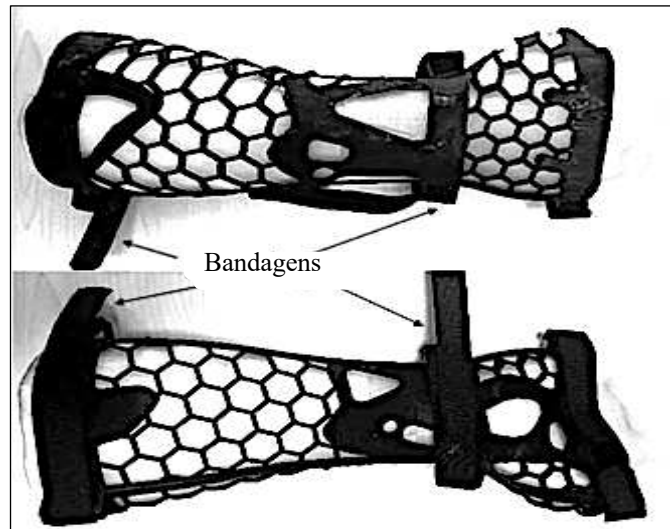


Fonte: Adaptado de Yan *et al.* (2019, p. 4)

Da mesma forma que Blaya *et al.* (2018), Yan *et al.* (2019) “vestiram” a órtese desenvolvida em um modelo de antebraço (Fig. 36) de maneira a verificar seu encaixe anatômico, permitindo similarmente visualizar seus limites dimensionais, sendo o primeiro

estabelecido na dobra palmar distal, e o segundo no terço distal do antebraço, permitindo franco movimento ao polegar.

Figura 36 – Órtese após otimização topológica "vestida" em um modelo de antebraço



Fonte: Adaptado de Yan *et al.* (2019, p. 9)

Na Fig. 36 destacam-se as bandagens, que têm o propósito de manter ambas as partes ocas (que formam a órtese do tipo casca) vinculadas ao membro do paciente.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS FABRIS/CONSTRUTIVOS

Dentre os artigos incluídos não foram apresentados valores de intervalo de confiança, desvio padrão e média, e os dados extraídos (Tabela 4) são considerados como contínuos (material auxiliar ‘Matriz de síntese’, seção 4.3)

Tabela 4 – Comparação de elementos fabris/construtivos da impressão entre os dois estudos aceitos conforme critérios de inclusão e exclusão

Parâmetro	Yan <i>et al.</i> (2019)	Blaya <i>et al.</i> (2018)
Espessura da camada [mm]	0,1	0,1
Velocidade de impressão [mm/s]	70	60
Porcentagem de preenchimento [%]	100	80
Diâmetro do bico extrusor [mm]	0,4	0,4
Temperatura de construção [°C]	200	210

Fonte: Autor (2022)

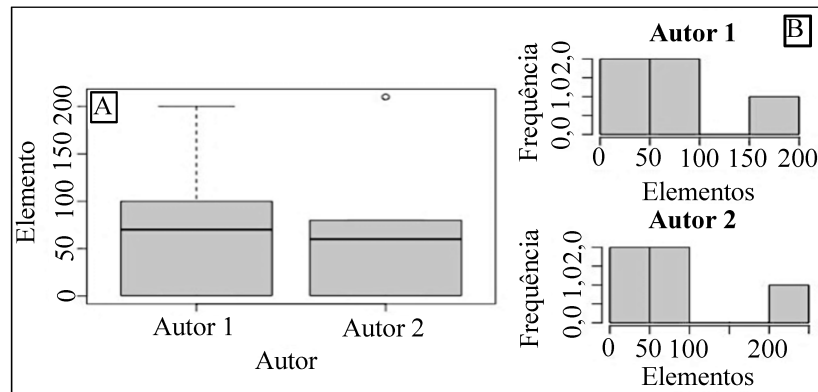
Conforme argumentado na seção 2.2.11, estes dados alimentaram os códigos-fonte (APÊNDICE F), reproduzido no *software* Rstudio Team (2021).

Optou-se por questões de redundância aplicar o comando baseado na seção 3.5 do trabalho de Pires *et al.* (2018, p. 20-21), em seguida à compilação apresentada pela Dra. Fernanda (TESTES... 2020).

O valor de  $p$  obtido (0,5637) indica a aceitação da hipótese nula, ou seja, não há evidências de que os valores adotados pelos autores são diferente entre todos os elementos fabris/construtivos estudados.

O Gráfico 6a mostra que as medianas entre os autores são próximas, o que evidencia que a distribuição dos dados é semelhante (por se tratar de um teste não paramétrico), complementado pelo histograma (Gráfico 6b), apresentando a similaridade que ocorre nas frequências dos elementos fabris/construtivos da impressão descritos pelos autores.

Gráfico 6 – *Box plot* e histograma (elementos entre autores)



Fonte: Autor (2022)

### 3.6 HETEROGENEIDADE

Seguindo o que foi embasado pela seção 2.2.9, não foi factível a avaliação da heterogeneidade estatística em razão do pequeno número de amostras julgadas pelos estudos primários inclusos (havendo nulidade de hipóteses comparáveis) no processo de revisão sistemática, da mesma forma que conclusões qualitativas foram exibidas em suas sínteses individuais. Por outro lado, constatou-se a presença de heterogeneidade clínica e metodológica devido a diferentes métodos de relato do desfecho e elementos fabris/construtivos de foco (Quadro 11), sendo os dados não adequados para agrupamento, o

que leva a não ser realizada uma metanálise, pois, como salientam Cohn e Becker (2003), seu papel é de oferecer uma análise de maior poder estatístico por meio da junção dos estudos.

Quadro 11 – Elementos que apontam para heterogeneidade clínica e metodológica

<b>Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint</b>	<b>Lightweight Splint Deign for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture</b>
<b>Heterogeneidade Clínica</b>	
<b>Participantes</b>	
Mulher caucasiana de 20 anos de idade saudável	Paciente masculino, com 57 anos de idade, com fratura no rádio distal
<b>Resultados</b>	
Destaca a biocompatibilidade do material como fator essencial, desfrutando ainda de seu potencial em promover resistência à água, redução no custo, leveza, cosmese, reciclabilidade e controle visual	Maior ênfase na otimização topológica para atingir aeração da pele, limpeza, leveza e acompanhamento médico em tempo real
<b>Heterogeneidade Metodológica</b>	
<b>Ferramentas</b>	
Projeto com base em premissas <sup>19</sup> de desenvolvimento e qualidade (por exemplo, aberturas estéticas e funcionais na superfície da órtese, formato orgânico, possibilidade de retirar e colocar novamente), visando melhorar o método conservador	Através de um fluxo de trabalho generativo apresentar o <i>design</i> de uma órtese leve e focada no usuário

Fonte: Autor (2022)

Valentine, Pigott e Rothstein (2010) mencionam que, em geral, combinar estudos com características distintas torna qualquer técnica de sintetização insustentável, agravando-se quando o caso possui poucos estudos (dois, no caso da presente revisão sistemática), resultando em conclusões dúbias.

### 3.7 RISCO DE VIÉS NOS ESTUDOS PRIMÁRIOS (ESTUDOS INDIVIDUAIS)

O risco de viés nos estudos primários fora acessado pela ferramenta de avaliação crítica Donws-Black, selecionada com base no modelo de projeto dos estudos.

O Gráfico 7 mostra a paridade entre os estudos 1 e 2 na distribuição dos julgamentos. No tocante ao viés de relato, os trabalhos mostraram, com base na ferramenta Downs-Black, um julgamento bom, porém ruim nos quesitos validade externa e variável de confusão. Não foi possível julgar sobre o poder, devido aos dados qualitativos comunicados e à natureza não comparativa dos trabalhos (vide seção 3.3, Quadro 9).

<sup>19</sup>“Um fator do processo de planejamento considerado verdadeiro, real ou certo, sem a necessidade de prova ou demonstração” (PMI®, 2017, p. 720).

De modo geral, para as escalas 17-19 (Excelente); 11-16 (Bom); 6-10 (Razoável); =< 5 (Ruim), pode-se dizer que ambos os estudos foram razoáveis, ao lidar com o viés.

Gráfico 7 – Gráfico semáforo, viés dos estudos primários incluídos na revisão sistemática

		Risco de viés				
		D1	D2	D3	D4	Global
Estudo	Estudo 1	+	X	X	(Indeterminado)	-
	Estudo 2	+	X	X	(Indeterminado)	-

D1: Relato  
D2: Validade Externa  
D3: Variável de confusão  
D4: Poder

Julgamento  
X Ruim  
- Razoável  
+ Bom

Fonte: Autor (2022), gerado pela ferramenta Robvis conforme McGuinness e Higgins (2020, p.58)

### 3.8 CONTAGEM DE VOTOS

“Revisões sistemáticas dos efeitos da intervenção podem tirar conclusões com base na direção do efeito, em vez de agrupamento estatístico de estimativas de efeito” (BOON; THOMSON, 2019, n.p, tradução nossa).

As saídas-chave presentes no Quadro 12 provêm dos dados extraídos, comparados e interpretados de dois estudos experimentais não randomizados que sintetizam qualitativamente suas descobertas, além dos resultados primários medidos. O estudo conduzido por Yan *et al.* (2019) dá enfoque na massa (peso) da órtese atuando na sua otimização topológica, ao passo que destaca suas contribuições funcionais. A pesquisa de Blaya *et al.* (2018) avança no tópico do desenvolvimento sustentável de uma órtese individualizada, destacando de igual forma seus aportes operacionais.

Quadro 12 – Síntese dos achados com base na contagem de votos para: impacto da órtese impressa e seus elementos fabris/construtivos nas medidas mais comuns de saída

Saídas	Autores (ano)/Tipo	Direção do achado	Estatisticamente significativo	Medidas	Contagem de votos
Conforto e usabilidade	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Peso; aberturas na superfície da órtese.	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018)	▲	N/R	Peso.	

	/ Experimental, não randomizado				
Inspeção/monitoramento visual	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Aberturas na superfície da órtese.	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Aberturas na superfície da órtese em formato orgânico; botões de fechamento com borrachas.	
Higiene	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Aberturas na superfície da órtese.	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Resistência à água; aberturas na superfície da órtese em formato orgânico.	
Cosmese <sup>20</sup>	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Aberturas na superfície da órtese; cores; material.	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R		
Efeito terapêutico	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Deslocamento máximo (que é influenciado pelo projeto, material, e processo de impressão).	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Tecnologia de manufatura aditiva.	
Tempo	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Seccionamento e impressão individual de ambas partes que compõe a órtese.	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Tecnologia de manufatura aditiva.	
Custo	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Material; seccionamento e impressão individual de ambas partes que compõe a órtese; porcentagem de preenchimento; altura da camada; velocidade de impressão.	2
	Blaya <i>et al.</i> (2018)	▲	N/R	Material; tecnologia de	

<sup>20</sup>Conforme explica Cairns *et al.* (2014), trata-se da cobertura cosmética colocada sobre o membro, abordando características como: estética (cor, formato, sensível ao toque); dinamicidade (ajuste sob a roupa, influência no movimento das articulações); manutenção (resistente à água, habilidade de se manter limpo, durabilidade).

	/ Experimental, não randomizado			manufatura aditiva.	
Precisão dimensional (urdidura)	Yan <i>et al.</i> (2019) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Porcentagem de preenchimento; altura da camada; velocidade de impressão.	1
Biocompatibilidade	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Propriedades do material.	1
Reciclabilidade	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Propriedades do material.	1
Complexidade da impressão	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Orientação de construção da peça; saliências e inclinações da peça a ser impressa.	1
Investimento inicial	Blaya <i>et al.</i> (2018) / Experimental, não randomizado	▲	N/R	Tecnologia de manufatura aditiva.	1
▲ efeito positivo sobre o resultado; ▲ efeito positivo sobre o resultado, porém tratado de forma mais superficial; N/R não registrado.					

Fonte: Adaptado de Ramsey, Winder e McVeigh (2014, p. 487), Boon e Thomson (2019, n.p), Higgins *et al.* (2022, n.p) e Thomson e Thomas (2012, p. 97)

Ambos os artigos primários consideram que houve efeito positivo (▲), ou seja, melhorias no tratamento com o uso da órtese impressa/desenvolvida, quando comparada ao processo tradicional. Porém, ao contrastar as saídas ‘Inspeção/monitoramento visual’ e ‘Higiene’, entre ambos, infere-se que Blaya *et al.* (2018) resolvem de forma mais completa suas soluções. Por este motivo, para Yan *et al.* (2019) foi empregada a seta cinza (▲) nos respectivos temas, já no que tange ‘Investimento inicial’ e ‘Complexidade da impressão’, embora tratados por apenas um dos estudos primários, têm a seta cinza (▲) porque são tratados superficialmente, e as resoluções ‘Custo’ e ‘Tempo’, ainda que abordados por ambos artigos primários, do mesmo modo são tratados de modo superficial.

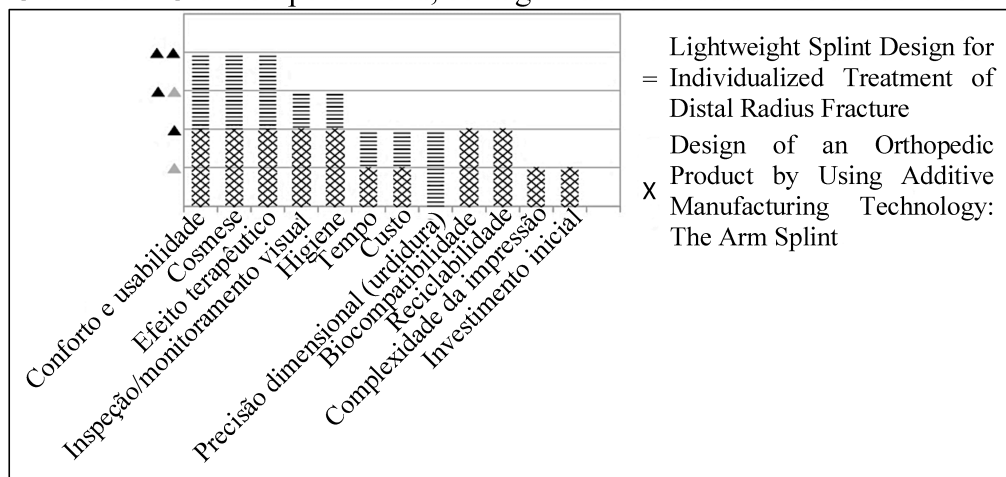
As regras para a condução da contagem de votos, conforme observado no parágrafo anterior, são do tipo subjetivas, e visam proporcionar detalhes suficientes para que os resultados sejam reproduzidos (Higgins *et al.*, 2022). Isso está de acordo com Valentine, Pigott e Rothstein (2010), determinante para a sua aceitação ou não.

Apesar de suas limitações como técnica inferencial, a contagem de votos é plausível quando utilizada para estudos de baixo poder estatístico se baseando na direção do efeito (BUSHMAN, 1994).

No Gráfico 8 estão representados visualmente em forma de colunas as saídas descritas no Quadro 12, bem como a forma que os artigos inclusos as trataram, sendo importante para relatórios transparentes em revisões sistemáticas em que não é factível aplicar uma metanálise (Higgins *et al.*, 2022). Sobre a representação gráfica tipo colheita:

Contribui para o desafio de fazer o melhor uso de todas as evidências disponíveis, incorporando todos os dados relevantes. A exibição visual auxilia tanto no processo de síntese quanto na assimilação dos achados. O método é adequado para adaptação a uma variedade de questões na síntese de evidências, e pode ser particularmente útil para revisões sistemáticas abordando o tipo mais amplo de questão de pesquisa [...] (OGILVIE *et al.*, 2008, p. 1, tradução nossa).

Gráfico 8 – Gráfico tipo colheita, contagem de votos da síntese dos achados



Fonte: Autor (2022)

Slavin (1995) destaca a exclusão inadequada, aplicada a estudos em que o tamanho de efeito não pode ser medido, pois, embora os tamanhos dos efeitos não possam ser calculados diretamente devido a dispor de pouca informação para tal, não há uma boa razão para a sua eliminação com base nisso. Ou seja, mesmo que os desfechos não possam ser agrupados estatisticamente, esses estudos devem e podem ser discutidos em pé de igualdade com estudos de qualidade semelhante que produzem tamanhos de efeito.

### 3.9 CONFIANÇA NA EVIDÊNCIA

O primeiro componente CERQual (Quadro 13) foi conduzido por meio das seguintes etapas (MUNTHER-KAAS *et al.*, 2018): Coleta das informações necessárias com relação às limitações metodológicas; Avaliação do conjunto de dados que contribuíram para a



descoberta da revisão sistemática; Avaliação da gravidade das preocupações com a qualidade metodológica e sua justificativa.

Quadro 13– Avaliação geral do CERQual e SoQF (*Summary of Qualitative Findings*) encontrados no processo de revisão sistemática

Achados	Componente de limitações metodológicas <sup>a</sup>	Componente de relevância <sup>b</sup>	Componente de coerência <sup>c</sup>	Componente de adequação <sup>d</sup>
Conforto e usabilidade	Moderada – dois estudos contribuíram com dados para este achado de revisão. Ambos foram avaliados como ‘razoável’ pelo <i>checklist</i> Downs & Black (seção 3.7) e, apesar de não propor uma escala para sua avaliação, através da ferramenta CASP (CRITICAL APPRAISAL SKILLS PROGRAMME, 2018), obteve-se três respostas positivas, duas negativas e três indeterminadas para ambos os estudos primários, sendo interpretada pelo autor deste trabalho de forma análoga ao <i>checklist</i> Downs & Black como ‘razoável’. As limitações metodológicas se relacionam principalmente com: relato de fatores de confusão e eventos adversos; análise dos dados (estimativas quanto à dispersão e variabilidade dos principais resultados); Nº de participantes no grupo de intervenção.	Direta	Moderada – esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de conforto/usabilidade	—
Inspecção/monitoramento visual		Indireta	Menor – as aberturas na superfície da órtese de fato proporcionam acesso visual	—
Higiene		Indireta	Menor – de fato as propriedades das órteses impressas viabilizam melhor higiene (vide seção 1.3)	—
Cosmese		Indireta	Moderada - esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de cosmese	—
Efeito terapêutico		Direta	Muito pouca – a descoberta reflete a variação dos dados e a associação com o efeito terapêutico é apoiada por detalhes nos estudos subjacentes	—
Tempo		Incerta	Moderada - esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de tempo	—
Custo		Incerta	Moderada - esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de custo	—
Precisão dimensional (urdidura)		Direta	Moderada - esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de precisão dimensional	—
Biocompatibilidade		Indireta	Menor – o material utilizado é considerado como sendo biocompatível inclusive por Yan <i>et al.</i> (2019, p.	—

	ferramenta CASP (CRITICAL APPRAISAL SKILLS PROGRAMME, 2018), obteve-se três respostas positivas, duas negativas e três indeterminadas para ambos os estudos primários, sendo interpretada pelo autor deste trabalho de forma análoga ao <i>checklist</i> Downs & Black como 'razoável'. As limitações metodológicas se relacionam principalmente com: relato de fatores de confusão e eventos adversos; análise dos dados (estimativas quanto à dispersão e variabilidade dos principais resultados); Nº de participantes no grupo de intervenção.		284)	
Reciclabilidade		Indireta	Menor – a reciclabilidade é de fato possível, utilizando-se os processos de fabricação descritos pelos autores, sendo aliás, tal qual disposto na seção 2.1.2, biodegradável	—
Complexidade da impressão reduzida		Direta	Moderada - esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de complexidade da impressão	—
Investimento inicial menor		Incerta	Moderada - esse achado é uma descrição simplificada dos padrões subjacentes de investimento inicial	—

Conforme resolve Lewin *et al.* (2018b) e Colvin *et al.* (2018):

<sup>a</sup> Preocupa-se com o projeto/condução dos estudos primários inclusos no processo de revisão sistemática;

<sup>b</sup> Avalia o quão claro e cogente é o ajuste entre os dados nos estudos primários;

<sup>c</sup> Resolve de maneira geral acerca do grau de riqueza e volume de dados que sustentam a descoberta;

<sup>d</sup> Extensão em que as evidências contidas no estudo sancionam um achado dentro do contexto no qual se está aplicando uma revisão sistemática.

Os achados se caracterizam pela ênfase em dados nominais, definidos por meio de um levantamento tópico, carente de intenção em obter uma amostra estatisticamente representativa, sendo classificados como tópicos (SANDELOWSKI; BARROSO, 2003). Importante ressaltar que a expressão descritiva dos achados pertinentes à presente revisão sistemática não implica na categorização dos artigos primários, embora esses não terem sido categorizados pelos autores quanto à temática.

Fonte: Adaptado de GRADE-CERQual (2018a, n.p)

De acordo com Munthe-Kaas *et al.* (2018), a confiança nas descobertas diminui quando se constata que: o recrutamento dos participantes não foi feito de maneira a satisfazer os objetivos do estudo primário; os métodos de análise não foram apropriados para o projeto do artigo primário.

O *checklist* CASP (CRITICAL APPRAISAL SKILLS PROGRAMME, 2018) foi utilizado conforme indicado por Munthe-Kaas *et al.* (2018), de modo a auxiliar no processo de condução do primeiro componente, apresentando ainda uma “dualidade” com o *checklist* Downs & Black. Ainda que um conjunto de estudos contribua para alguns achados, as características individuais de um estudo primário não necessariamente implicarão em outros achados da revisão sistemática. Contudo, se um estudo seriamente limitado metodologicamente contribuir com a maioria dos dados, é provável que ocorram sérias

preocupações com limitações metodológicas na síntese da revisão sistemática, independentemente das limitações presentes nos demais estudos contribuintes (MUNTHER-KAAS *et al.*, 2018).

Dois estudos contribuíram com os dados para o achado da revisão sistemática. Ambos foram avaliados como tendo limitações metodológicas relacionadas à análise rigorosa dos dados (falta de informações quantitativas e abordagens a respeito do viés), estratégia de recrutamento (sentiu-se falta de uma maior quantidade de participantes, o que auxiliaria na validação dos processos expostos), assim como discussões dos autores sobre o motivo de terem optado pelo(a) paciente selecionado que forneceu suas medidas para o trabalho.

A coerência foi avaliada por meio do acesso às tabelas de extração de dados, de modo a garantir que não somente dados que contribuem diretamente, mas, também, indiretamente com o achado da revisão sistemática, fossem recuperados a partir dos artigos primários, seguindo os seguintes passos relatados por Colvin *et al.* (2018) em seu estudo: coleta e consideração das informações necessárias relacionadas à coerência; avaliação do conjunto de dados contribuintes de cada achado, caso haja dúvida sobre à sua coerência; julgamento e justificativa sobre a gravidade das preocupações, buscando com isto responder a seguinte pergunta: o ajuste entre os dados subjacentes dos estudos primários e o achado de revisão sistemática é claro e convincente?

Deve-se lembrar que o objetivo não é julgar se foi alcançado algum padrão de coerência, mas se há motivos seriamente preocupantes (por exemplo, padrões nos dados não são bem explorados ou explicados pelos autores dos estudos primários), de modo a diminuir a confiança no achado da revisão. Sendo assim, não se deve priorizar a coerência em detrimento da utilidade e, além disto, este passo provê a chance de verificar se os resultados da revisão sistemática simplificaram (suavizaram) os dados ou estenderam demais uma explicação (COLVIN *et al.*, 2018).

A adequação dos dados segue a definição dada por Glenton *et al.* (2018), que tratam de uma determinação geral do grau de riqueza, assim como a quantidade de dados que suportam uma evidência. Isto é, quando se fala em riqueza dos dados refere-se ao detalhamento das informações fornecidas pelos autores e, quando se fala em quantidade de dados, considera-se o tamanho da amostra, em que uma pequena amostra pode prejudicar a capacidade de realizar afirmações amplas sobre o fenômeno, enquanto uma grande amostra pode ameaçar a capacidade de realizar uma análise completa. Ou seja, preocupações com a

adequação dos dados tendem a surgir quando há preocupações sobre a riqueza ou quantidade de dados que sustentam as alegações dos estudos primários. Sua avaliação dependerá dos objetivos do estudo “o que você espera que os dados façam [...]” (GREEN; THOROGOOD, 2014, p. 120, tradução nossa).

Os passos para a sua realização são os seguintes: coleta das informações necessárias; avaliação do conjunto de dados que contribuem para os achados da revisão sistemática; julgamento e justificativa da gravidade das preocupações sobre a adequação. Isso significa que a coleta na adequação dos dados difere do conceito de saturação de dados (conforme expresso na seção 3.2 na busca pela literatura cinzenta), pois concentra-se na medida em que um tema ou descoberta individual é adequadamente suportado pelos dados, ao invés de concentrar-se na identificação de novos temas até a sua saturação (GLENTON *et al.*, 2018).

Conforme salientam Sandelowski e Barroso (2003), tal abordagem permeia descobertas em um *continuum* que indica o grau de transformação dos dados de estudos qualitativos. Sendo assim, a inclusão de trabalhos com abordagens quantitativas ou tópicas não é aconselhada neste componente. Por esse motivo, não foi realizada uma análise do componente de adequação (vide Quadro 13).

O componente de relevância (Quadro 14) é definido com base no protocolo da revisão sistemática, responsável pelo crivo de inclusão dos artigos primários através de itens como: (a) questão de revisão e contexto, como também a execução das etapas subsequentes: decidir sobre a adequação e implicações da estratégia de amostragem; (b) reunir informações acerca da relevância nos estudos primários; (c) avaliar o conjunto de dados que contribui para os achados, e decidir se há preocupações sobre a relevância; (d) julgar e justificar sobre a gravidade das preocupações (NOYES *et al.*, 2018; Lewin *et al.*, 2015).

Para Noyes *et al.* (2018), os estudos inclusos devem ser relevantes para a questão da revisão, partindo do pressuposto de que os critérios de inclusão refletem de perto a questão da revisão, havendo preocupações quando o contexto dos estudos incluídos não reflète adequadamente o contexto determinado pela questão da revisão.

Quadro 14 – Avaliações de relevância do CERQual (achados da revisão sistemática)

Questão de revisão: Há alguma evidência da aplicação de órtese impressa por modelagem por fusão e deposição e seus elementos fabris na melhoria do tratamento não cirúrgico da fratura do rádio distal em adultos, com relação ao tratamento convencional e as normas/regras que o regem?				
Dimensões do contexto a serem consideradas conforme especificado na pergunta e no protocolo	Avaliação da relevância de cada estudo que contribui para a descoberta mapeada em relação ao contexto da questão de revisão			
	Relevância direta	Relevância indireta	Relevância parcial	Relevância incerta
Conforto e usabilidade	Yan <i>et al.</i> (2019) Blaya <i>et al.</i> (2018)			
Inspeção/monitoramento visual		Yan <i>et al.</i> (2019)		
		Blaya <i>et al.</i> (2018)		
Higiene		Yan <i>et al.</i> (2019)		
		Blaya <i>et al.</i> (2018)		
Cosmese		Yan <i>et al.</i> (2019)		
		Blaya <i>et al.</i> (2018)		
Efeito terapêutico	Yan <i>et al.</i> (2019)			
	Blaya <i>et al.</i> (2018)			
Tempo				Yan <i>et al.</i> (2019)
				Blaya <i>et al.</i> (2018)
Custo				Yan <i>et al.</i> (2019)
				Blaya <i>et al.</i> (2018)
Precisão dimensional (urdidura)	Yan <i>et al.</i> (2019)			
Biocompatibilidade		Blaya <i>et al.</i> (2018)		
Reciclabilidade		Blaya <i>et al.</i> (2018)		
Complexidade da impressão	Blaya <i>et al.</i> (2018)			
Investimento inicial				Blaya <i>et al.</i> (2018)

Fonte: Adaptado de Noyes *et al.* (2018, p. 57)

Conforme Lewin *et al.* (2015), o nível de confiança nos achados da revisão sistemática (Quadro 15), por meio da abordagem CERQual, pode ser dividido em quatro níveis de representação do fenômeno de interesse, sendo: alto, moderado, baixo e muito baixo.

Quadro 15 – Perfil de evidência CERQual, descobertas qualitativas

Resumo da descoberta da revisão	Estudos que contribuem para o achado da revisão	Avaliação CERQual de confiança na evidência	Explicação da avaliação CERQual
Conforto e usabilidade	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Moderada	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas e coerência, muito pouca relativo à relevância.
Inspeção/monitoramento visual	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Alta	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, menor associada à relevância, e menor no tocante à coerência.
Higiene	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Alta	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, menor associada à relevância, e menor no tocante à coerência.
Cosmese	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Moderada	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, menor associada à relevância, e moderada no tocante à coerência.
Efeito terapêutico	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Alta	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, muito pouca associada à relevância, e muito pouca no tocante à coerência.
Tempo	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Baixa	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, séria associada à relevância, e moderada no tocante à coerência.
Custo	Yan <i>et al.</i> (2019); Blaya <i>et al.</i> (2018)	Baixa	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, séria associada à relevância, e moderada no tocante à coerência.
Precisão dimensional (urdidura)	Yan <i>et al.</i> (2019)	Moderada	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, muito pouca associada à relevância, e moderada no tocante à coerência.
Biocompatibilidade	Blaya <i>et al.</i> (2018)	Moderada	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, menor associada à relevância, e menor no tocante à coerência.
Reciclabilidade	Blaya <i>et al.</i> (2018)	Moderada	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, menor associada à relevância, e menor no tocante à coerência.
Complexidade da impressão	Blaya <i>et al.</i> (2018)	Moderada	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, muito pouca associada à relevância, e moderada no tocante à coerência.
Investimento inicial	Blaya <i>et al.</i> (2018)	Baixa	Preocupação moderada em relação às limitações metodológicas, séria associada à relevância, e moderada no tocante à coerência.
<b>Avaliação geral de limitações metodológicas do CERQual</b>			O corpo de evidências que contribuiu para os achados da revisão sistemática foi avaliado como tendo preocupações moderadas em relação às limitações metodológicas, devido às preocupações com o rigor das análises realizadas.
<b>Avaliação geral de relevância do CERQual</b>			Preocupações moderadas sobre relevância, porque 42% das dimensões foram indiretas, ou seja, foram apresentadas durante o artigo primário, porém, carente de aprofundamento, e 25% foram incertas, necessitando de evidências mais completas.
<b>Avaliação geral de coerência do CERQual</b>			Preocupações moderadas sobre coerência, pois 58% dos fatores foram moderados, sendo 33% menores e apenas 8% muito pouca.

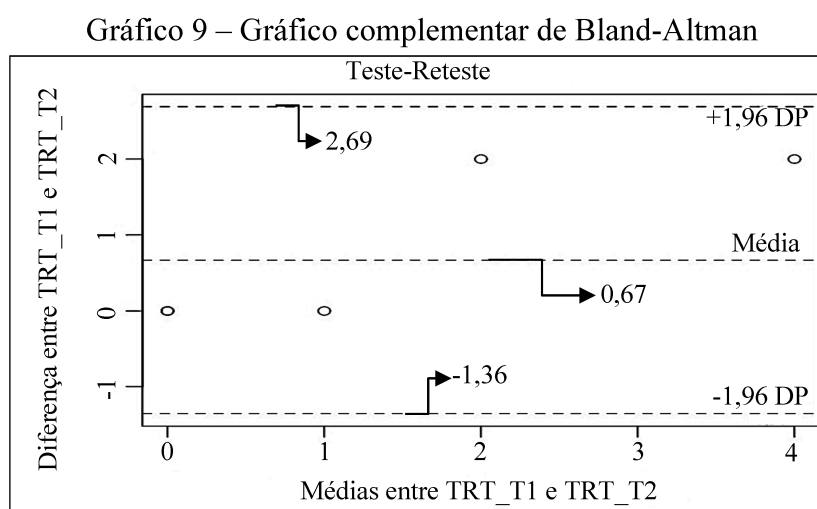
Fonte: Adaptado de Lewin *et al.* (2018a, p. 20-21)

Complementarmente, e com auxílio de itens de relatório SWiM (*Synthesis Without Meta-analysis*), encontra-se disponível no material auxiliar ‘SWiM’, seção 4.3, a síntese sistêmica das ações empregadas neste estudo, bem como, os desfechos implicados.

### 3.9.1 Concordância Intra-observador (estudos individuais)

Observando o Gráfico 9, nota-se três linhas horizontais, sendo a diferença média entre TRT\_T1 (teste-reteste do tempo 1) e TRT\_T2 (teste-reteste do tempo 2) representada pela linha do meio, e os limites de concordância simbolizado pelas demais, localizadas nas extremidades superior/inferior do gráfico (MEDCALC, 2022).

Observa-se que as diferenças entre TRT\_T1 e TRT\_T2 se mantiveram dentro dos limites inferior e superior, ou seja, apresentam concordância aceitável, dentro dos limites de 95%.



Conforme os valores retornados pelo *software* Rstudio Team (2021) (APÊNDICE C) e, aplicando a diretriz de Koo e Li (2016) presente na seção 2.2.10, a confiabilidade do teste-reteste foi boa (ICC = 0,81,  $p = 0,013$ , 95% IC 0,15 – 0,97).

No tocante aos dados qualitativos, utilizando o teste kappa de Cohen, obteve-se:

- Para o *checklist* CASP, o teste de kappa mostrou que há uma confiabilidade fraca intra-observador ( $k=0,55$  [IC 95%: 0,06 - 1,04]; concordância= 66,7%);

- Para o *checklist* Downs & Black, o teste de kappa mostrou que há uma confiabilidade moderada intra-observador ( $k=0,655$  [IC 95%: 0,42 – 0,89]; concordância=74,1%).
- Para a metodologia GRADE CERQual, o teste de kappa mostrou que há uma confiabilidade moderada intra-observador ( $k=0,714$  [IC 95%: 0,30836 - 1,1202]; concordância= 83,3%)



#### 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O autor não pretende que esta revisão sistemática seja interpretada como meio de avaliar/determinar os méritos acadêmicos dos estudos primários, sequer apontar se estes são “bons” o suficiente para serem inclusos em um estudo de integração de pesquisa. Enfatiza-se as diferenças entre os achados, não entre a qualidade dos mesmos.

Este estudo tem como pano de fundo uma estrutura metodológica baseada nos moldes da revisão sistemática da literatura. Entretanto, em alguns aspectos resgata e explora elementos de uma revisão de escopo, quando lacunas do conhecimento ou incongruências são identificadas, expondo a necessidade de pesquisas futuras (DENYER; TRANFIELD, 2009).

De forma correlata, a análise de propagação de incertezas em um teste experimental (no tocante à sua importância), é de extrema necessidade que se realize uma investigação do viés e se entenda a qualidade dos estudos que servem de alicerce para a síntese da revisão. Isso foi alcançado por meio da abordagem sistemática e as ferramentas que respaldam este processo, contribuindo substancialmente para as recomendações finais deste estudo.

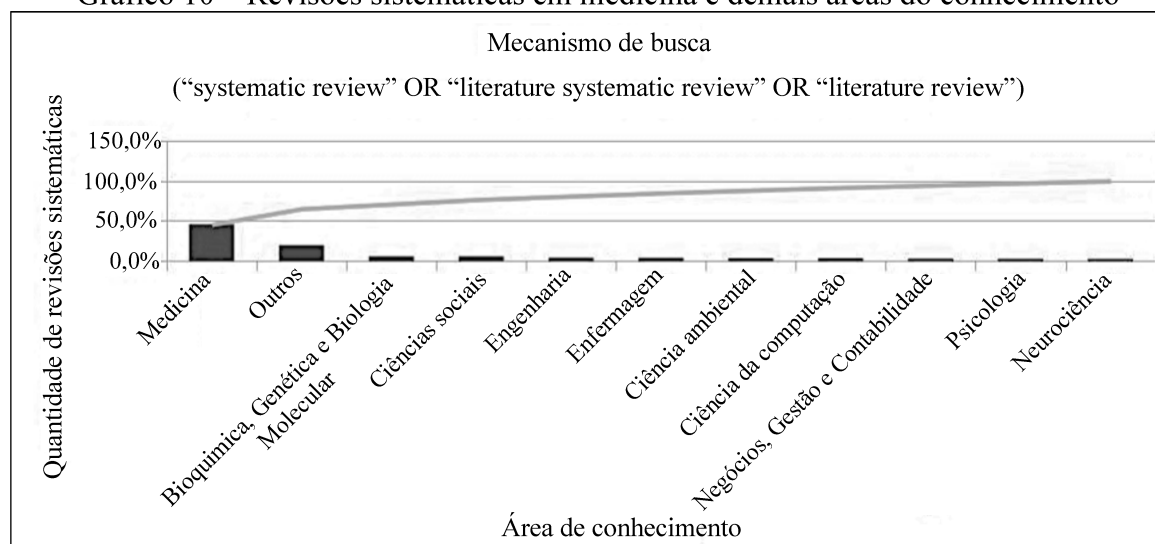
Esta se trata de uma revisão sistemática rigorosa da literatura, no que tange a impressão tridimensional de órteses de antebraço utilizando a tecnologia FDM cartesiana, para os casos de fratura estável com mínimo ou sem deslocamento do rádio distal. Durante o processo se deparou com alguns desafios, a saber:

I. Dificuldade em gerar boas RS's na área da engenharia, devido a serem mais difundidas na área médica do que na engenharia (informação verbal)<sup>21</sup>, podendo ser verificado no Gráfico 10;

---

<sup>21</sup>Notícia fornecida por Dr. Chi-Nan Pai no Webinar Revisão Sistemática em Engenharia (Mecatronica/Biomédica), online, em setembro de 2021 das 10 às 11h.

Gráfico 10 – Revisões sistemáticas em medicina e demais áreas do conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em pesquisa realizada na Scopus

II. Necessidade de ferramentas e protocolos específicos para a engenharia e, no presente estudo, durante as consultas foi encontrado somente um trabalho de dissertação (ERMEL, 2020), o qual propõe um guia voltado para engenharia e outro na área de engenharia de *software* (KEELE, 2007);

III. Em algumas situações ao longo deste estudo foi necessário utilizar citação da citação, pois o material base se tratava de livros e, por conta da pandemia que assolou o mundo durante o período da realização desta dissertação, não puderam ser verificados devido à sua indisponibilidade.

IV. O contato com profissionais da saúde foi prejudicado devido ao momento de sobrecarga na saúde ao qual se deparava o mundo no período do trabalho, conforme pode ser observado na Tabela 5 e Gráfico 11.

A opção por um caso clínico de fratura mais simples se deu pelo fato de este estudo não almejar gerar alguma espécie de relatório médico, tendo seu foco na aplicação da metodologia de modo a entender a parte que compreende a manufatura das órteses de antebraço impressas usando a tecnologia de fusão e deposição de material.

A razão de resposta aos contatos efetuados por e-mail aos profissionais e autores dos artigos (conforme citado no item IV) foi de 83,33% (profissionais do ramo da RS), 28,57% (profissionais do ramo da ortopedia), 17,39% (trabalhos científicos), 77,77% (empresas do ramo de órteses impressas em 3D) e 16,66 (organizações e centros de ortopedia), de acordo com a Tabela 5. Isto se pode dar devido a uma miríade de fatores como: endereço de e-mail

expirado devido à saída do autor da instituição, vindo a criar outro, sobrecarga de e-mails em sua caixa de entrada, falha no estabelecimento da comunicação, ou seja, problema na conexão com o servidor de e-mail, sintaxe incorreta do nome de domínio ou de usuário, aposentadoria ou período de férias do autor, escassez de tempo do autor, etc. (TEUNIS; NOTA; SCHWAB, 2015; WREN; GRISSOM; CONWAY, 2006; KENNEDY, 2014).

Dentre os trabalhos incluídos nesta revisão sistemática, somente em um deles (*Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint*) se obteve êxito na troca de informações com seus respectivos autores.

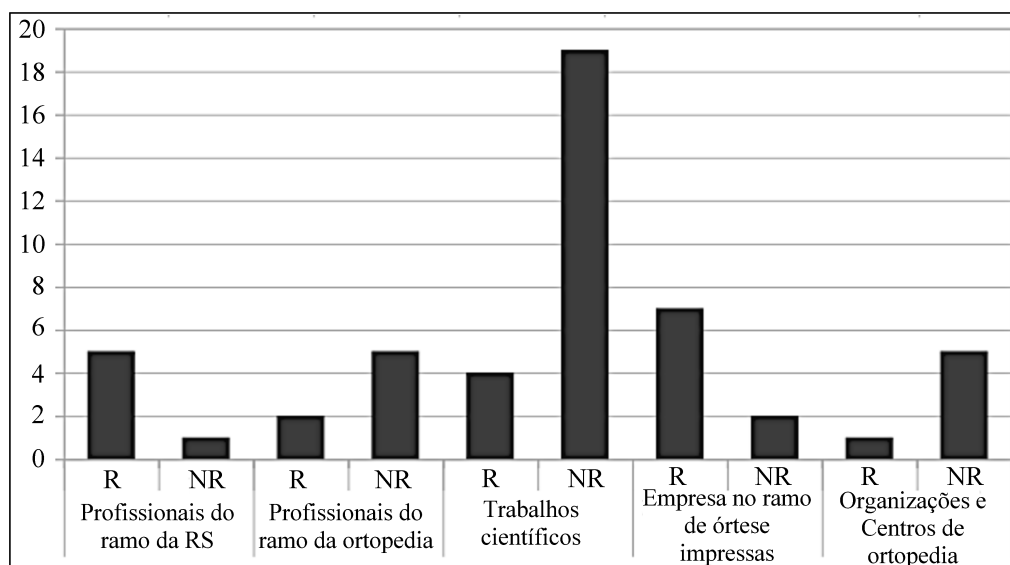
Tabela 5 – Taxas de resposta aos contatos efetuados via *e-mail*

GRUPO	Nº RESPOSTAS	Nº NÃO-RESPOSTAS	% RETORNO
Profissionais do ramo da Revisão Sistemática	5	1	83,33
Profissionais do ramo da Ortopedia	2	5	28,57
Trabalhos Científicos	4	19	17,39
Empresas do ramo de Órteses impressas em 3D	7	2	77,77
Organizações e Centros de Ortopedia	1	5	16,66
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>32</b>	<b>37,25</b>

Fonte: Autor (2022)

Conforme evidencia o Gráfico 11, a partir das informações da Tabela 5 houve maior demanda pela troca de informações com autores dos estudos científicos, o que é natural devido à diversidade de artigos que foram analisados para a concepção do grupo de artigos que compõe a revisão sistemática.

Gráfico 11 – Dados recuperados referentes aos *feedbacks* dos contatos realizados ao longo deste estudo



Fonte: Autor (2022)

O fato de apenas 25% dos achados retornar valor de confiança ‘alto’ é explicado ao se analisar o projeto dos estudos primários, que carecem de controles quanto a fatores de confusão, e utilizam apenas uma amostra.

A frase dita por Clive Humby em 2006 “*Data are the new oil* – Informação é o novo petróleo” tem se tornado um adágio entre os entusiastas da Indústria 4.0 (MAVUDURU, 2020; ARTHUR, 2013). Com base nisto, o que foi apresentado fornece sentido a outra frase dita por Peter Sondergaard em 2011: “*Information is the oil of the 21st century, and analytics is the combustion engine* – Informação é o petróleo do século 21, e análise é o motor a combustão” (MAVUDURU, 2020). É tratada pela norma NBR ISO 14971 (ABNT, 2020) como registro, utilizado para documentação e rastreabilidade.

Embora de grande importância científica, é de difícil recuperação trabalhos que tenham se atentado para a correta extração dos dados, ou que descrevam de forma plena a metodologia para obtenção das peças impressas. Amiri, Varghese e Demurchyan (2017, p. 22, tradução nossa) ressaltam essa deficiência na coleta e tratamento dos dados mencionando “[...] é altamente recomendável começar a incluir dados médicos e trabalhar com aspectos biomédicos de tal pesquisa mais do que nunca [...]”. Isso é exposto pelo reduzido número de artigos incluídos (n = 2) na revisão sistemática (vide seção 3.2, Fig. 33).

#### 4.1 ALTERAÇÕES NO PROTOCOLO DE PESQUISA

Ao longo do desdobramento da pesquisa, o protocolo pode sofrer alterações do método que foi documentado *a priori*, motivadas por: métodos para lidar com um problema em específico não foram especificados; métodos especificados não puderam ser utilizados (por exemplo, por efeito de dados insuficientes ou insuficiência de informações necessárias para aplicação do método); alteração do método motivada pela descoberta de uma alternativa preferível, contudo tais alterações devem ser devidamente documentadas e seus efeitos potenciais considerados, não devendo ser motivadas por descobertas sobre os efeitos das intervenções (MOHER *et al.*, 2009; CUMPSTON *et al.*, 2022; HIGGINS; GREEN, 2011).

“[...] a ciência, como muitas outras atividades, depende de um julgamento hábil, cuja capacidade é construída mediante a experiência; e julgamento hábil significa levar em conta as particularidades e, muitas vezes, envolverá a aparente quebra das regras” (DENYER; TRANFIELD, 2009, p. 675, tradução nossa).

Tais alterações são documentadas no material auxiliar ‘Alterações feitas no protocolo’, seção 4.3.

#### 4.2 PLANO DE DISSEMINAÇÃO

Baseando-se na síntese da Lei de Bradford (material auxiliar ‘Análise bibliométrica’, seção 4.3) aplicada durante o processo bibliométrico, o periódico que mais se destacou no assunto tratado neste estudo foi o ‘*Journal of Medical Systems*’ (ISSN: 01485598), juntamente com ‘*3D Printing in Medicine*’ (ISSN: 2365-6271). Contudo, devido aos estudos selecionados pertencerem ao periódico ‘*Journal of Medical Systems*’, este, por sua vez, será priorizado na estratégia de disseminação.

#### 4.3 MATERIAL AUXILIAR

Os materiais auxiliares a este estudo, podem ser acessados por meio do *link*: <https://1drv.ms/u/s!Aufzgs1yIXRnm3awwoQQbOI5Mvbs?e=Dpdq7b>.

## 5 CONCLUSÃO

Declara-se que a designação da questão de pesquisa, bem como a seleção dos artigos e posterior síntese das informações decompostas tiveram seu objetivo alcançado, permanecendo dentro dos preceitos da revisão sistemática.

Os artigos primários inclusos neste processo de revisão sistemática conduzem ao desfecho promissor do uso da manufatura aditiva na impressão de órteses de antebraço a serem utilizadas no tratamento de pacientes com fraturas do rádio distal, oferecendo ainda benefícios que tornam menos desagradável a experiência de ter um membro imobilizado. Entendeu-se que há uma relação entre os elementos fabris/construtivos da impressão com a aplicabilidade do produto, principalmente com relação a: conforto e usabilidade; cosmese; efeito terapêutico (capacidade em manter a posição definida pelo profissional em ortopedia de maneira eficaz, até a conclusão do tratamento); inspeção/monitoramento visual e higiene. Contudo, as medidas de desfecho se mostram problemáticas em suprir respostas definitivas que possam servir de alicerce aos ortopedistas, requerendo assim, maior investigação.

De modo geral as vantagens oferecidas pelo uso da impressão 3D na produção de órteses de antebraço apresentadas pelos trabalhos inclusos nesta revisão sistemática são superiores àquelas oferecidas pelas órteses tradicionais (Quadro 12), em especial no tocante à inspeção/monitoramento visual, higiene e efeito terapêutico (Quadro 15). Com isso, os estudos primários levam a sugerir (não sob critério de prioridade, devido à falta de conhecimento sobre possíveis riscos) o uso de órteses manufaturadas de forma aditiva pela tecnologia FDM, utilizando material PLA para tratamento de fraturas estáveis do rádio distal, quando está se buscando uma ou mais das três qualidades citadas.

Os elementos fabris/construtivos da impressão utilizados pelos autores se apresentaram estatisticamente semelhantes entre os estudos avaliados (Observação: a similaridade estatística dos elementos fabris/construtivos que cada estudo primário apresentou não significa que são homogêneos, haja vista seus desfechos, conforme apresentado na seção 3.6). Não há evidências científicas o bastante para a recomendação ou não-recomendação de um conjunto de elementos para realizar o *setup* de uma impressora cartesiana de fusão e deposição de material polimérico, assim como atestar seus efeitos no tratamento ao usuário/paciente.

No tocante à viabilidade de implementação, custos e desigualdade, não é prudente uma orientação, pois não há base teórica a este respeito nos trabalhos inclusos.

Nota-se que o presente processo de revisão sistemática atuou na fronteira do conhecimento, trazendo luz à informação antes desorganizada e estática, tornando-a fluída e disseminável, tendo o potencial de servir como base para trabalhos disruptivos.

Por fim, este estudo tem o potencial de propagar a manufatura aditiva como tecnologia para utilização na fabricação de órteses de membros superiores por parte dos profissionais da ortopedia, proporcionando discussões e conclusões que auxiliam no processo de assimilação das evidências e seus encadeamentos em relação aos julgamentos práticos, e a importância de elementos fabris/construtivos obtidos por meio de uma metodologia estruturada ao invés de forma arbitrária.

A seguir são apresentadas sugestões para trabalhos futuros:

- Elaborar estudos primários em impressão tridimensional de órteses (preferivelmente em período não pandêmico) considerando o amparo de profissionais da ortopedia, precisando de forma clara a natureza da fratura a qual sua aplicação se reporta, podendo com isso aplicar questionários e experimentar elementos fabris/construtivos da impressão em conjuntos com as partes interessadas, de maneira randomizada, os considerando em paridade com as demais etapas do *design*, deixando claro quais são os riscos e benefícios da intervenção e, se possível, como esta interfere em questões como a desigualdade em saúde;
- Realizar a impressão de órteses de antebraço utilizando para isto os mesmos elementos fabris/construtivos utilizados nos estudos primários inclusos neste trabalho, buscando expor sua influência nas características de uma órtese passiva de antebraço em sua função no tratamento não cirúrgico da fratura do rádio distal em adultos, assim como evidenciar seus resultados;
- Atualizar esta revisão sistemática da literatura, incluindo a estratégia de busca o termo 'FDM'.

## REFERÊNCIAS

#

3DLAB. **Suporte de impressão 3D**: aprenda agora como utilizar a seu favor!. aprenda agora como utilizar a seu favor!. 2018. Disponível em: [https://3dlab.com.br/suporte-de-impressao-3d/#Outra\\_solucao\\_estruturas\\_de\\_suporte\\_de\\_impressao\\_3D\\_soluveis](https://3dlab.com.br/suporte-de-impressao-3d/#Outra_solucao_estruturas_de_suporte_de_impressao_3D_soluveis). Acesso em: 21 fev. 2022.

3DPROS. **Choosing Infill Percentage for 3D Printed Parts**. Disponível em: <https://www.3d-pros.com/choosing-infill-for-3d-printed-parts>. Acesso em: 16 fev. 2022.

A.

A AZIZ, A u *et al.* Development and Analysis of Three-Dimensional Printed Hand Cast: finite element and comfortability analysis. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.I.], v. 2071, n. 1, p. 1-8, 1 out. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2071/1/012015>.

ABRAMO, Antonio; KOPYLOV, Philippe; TÄGIL, Magnus. Evaluation of a treatment protocol in distal radius fractures. **Acta Orthopaedica**, [S.I.], v. 79, n. 3, p. 376-385, jan. 2008. Medical Journals Sweden AB. <http://dx.doi.org/10.1080/17453670710015283>.

AGARWALA, Mukesh K. *et al.* Structural quality of parts processed by fused deposition. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 2, n. 4, p. 4-19, 1996.

AGEE, J M. Distal radius fractures: multiplanar ligamentotaxis. **Hand Clinics**, [S.I.], v. 9, n. 4, p. 577-585, 1993.

AGÊNCIA USP DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO ACADÊMICA. **Plataforma Dimensions Analytics está disponível na Universidade de São Paulo (USP)**. 2022. Disponível em: <https://www.aguia.usp.br/noticias/plataforma-dimensions-disponivel-na-universidade-de-sao-paulo-usp/>. Acesso em: 04 abr. 2022.

AHN, Sung-Hoon *et al.* Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 8, n. 4, p. 248-257, out. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552540210441166>.

AHN, Leah; VITALE, Mark; FRANKO, Orrin. **Distal Radius Fractures**. 2021. Disponível em: <https://www.orthobullets.com/trauma/1027/distal-radius-fractures>. Acesso em: 04 jan. 2022.

ALMEIDA, Luciene. **Novo método mais seguro de esterilização de cateteres desenvolvido na Univap, em São José dos Campos**. 2019. Conteúdo: FAPESP. Disponível em: <https://newslab.com.br/novo-metodo-mais-seguro-de-esterilizacao-de-cateteres-e-desenvolvido-na-univap-em-sao-jose-dos-campos/>. Acesso em: 09 fev. 2022.

ÁLVAREZ, Kenny; LAGOS, Rodrigo F.; AIZPUN, Miguel. Investigating the influence of infill percentage on the mechanical properties of fused deposition modelled ABS parts.



**Ingeniería e Investigación**, [S.I.], v. 36, n. 3, p. 110, 19 dez. 2016. Universidad Nacional de Colombia. <http://dx.doi.org/10.15446/ing.investig.v36n3.56610>.

AMAZONAS. Saber+. Secretaria de Educação e Desporto. **Física x Academia: alavancas do corpo humano. Alavancas do Corpo Humano. Rede Escola Digital.** Disponível em: <https://www.sabermais.am.gov.br/roteiro-de-estudo/a-fisica-nas-academias-as-lavancas-do-corpo-humano-57064>. Acesso em: 18 fev. 2022.

AMERICAN CANCER SOCIETY. **What Is Bone Cancer?** 2021. Disponível em: <https://www.cancer.org/cancer/bone-cancer/about/what-is-bone-cancer.html>. Acesso em: 26 jan. 2022.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D6400:21: Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities.** Pennsylvania: American Society For Testing And Materials, 2021. 3 p.

AMIRI, Ardalan; VARGHESE, Jithin; DEMURCHYAN, Gevorg. Toward In-situ Realization of Customized Ergonomic Hand/Arm Orthoses. **Politecnico di Milano**, [S.I.], p. 1-25, 2017.

AMZA *et al.* Embedding Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene Fibers in 3D-Printed Polylactic Acid (PLA) Parts. **Polymers**, [S.I.], v. 11, n. 11, p. 1825, 6 nov. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/polym11111825>.

ANATOMY MEDICINE. **Immune and lymphatic systems: a femur cross-section. A femur cross-section.** Disponível em: <https://anatomy-medicine.com/immune-and-lymphatic-systems/146-a-femur-cross-section.html>. Acesso em: 26 jan. 2022.

ANDERSON, Bradley W.; EKBLAD, John; BORDONI, Bruno. Anatomy, Appendicular Skeleton. In: ANDERSON, Bradley W.; EKBLAD, John; BORDONI, Bruno. **A service of the National Library of Medicine, National Institutes of Health.** Treasure Island: Statpearls Publishing, 2021. p. 1-14. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535397/?report=reader>. Acesso em: 27 dez. 2021.

ANDRINGA, Aukje; PORT, Ingrid van de; MEIJER, Jan-Willem. Long-Term Use of a Static Hand-Wrist Orthosis in Chronic Stroke Patients: a pilot study. **Hindawi Publishing Corporation: Stroke Research and Treatment**, [S.I.], v. 2013, p. 1-5, 31 jan. 2013.

ANG, Ker Chin *et al.* Investigation of the mechanical properties and porosity relationships in fused deposition modelling-fabricated porous structures. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 12, n. 2, p. 100-105, 1 mar. 2006. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552540610652447>.

ANITHA, R.; ARUNACHALAM, S.; RADHAKRISHNAN, P.. Critical parameters influencing the quality of prototypes in fused deposition modelling. **Journal of materials processing technology**, [S.I.], v. 118, p. 385-388, 2001.

ANSARI, M. *et al.* Oscillating saw injuries during removal of plaster. **European Journal Of Emergency Medicine**, [S.I.], v. 5, n. 1, p. 37-40, mar. 1998.

AOTRAUMA. **AO/OTA Fracture and Dislocation Classification: introduction to the classification of long-bone fractures.** Switzerland: Ao Foundation, 2018. 39 p.

APOSTILA DE MATERIAIS DE PROTESE: GESSOS ODONTOLÓGICOS. GESSOS ODONTOLÓGICOS. 2015. ETE “PHILADELPHO GOUVEA NETTO”. Disponível em: <http://www.maxilaris.com.br/maxilaris/wp-content/uploads/2015/10/GESSOS-ODONTOLÓGICOS.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2022.

ARCELA, Frank G. **CONTROL SYSTEM FOR DEPOSITING POWDER TO A MOLTEN PUDDLE**. US n. US 6,605,795 B1. Depósito: 02 nov. 2000. Concessão: 12 ago. 2003.

ARIVAZHAGAN, Adhiyamaan; MASOOD, S.H.. Dynamic Mechanical Properties of ABS Material Processed by Fused Deposition Modelling. **International Journal Of Engineering Research And Applications (Ijera)**, [S.I.], v. 2, n. 3, p. 2009-2014, 2012. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ARTHUR, Charles. **Tech giants may be huge, but nothing matches big data**. 2013. The Guardian. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2013/aug/23/tech-giants-data#comments>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ARULMOZHI, R. Swetha *et al.* 3D Design and Printing of Custom-fit Finger Splint. **Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications**, [S.I.], v. 30, n. 5, p. 1-9, 18 jun. 2018.

ASSH. **HandCare Home**. American Society for Surgery of the Hand. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/569423946606188675/>. Acesso em: 24 jan. 2022a.

ASSH. American Society For Surgery Of The Hand. **Joints: finger joints**. FINGER JOINTS. 2022b. Disponível em: <https://www.assh.org/handcare/safety/joints>. Acesso em: 25 abr. 2022.

ASSIS, Janilson Pinheiro de; SOUSA, Roberto Pequeno de; DIAS, Carlos Tadeu dos Santos. **GLOSSÁRIO DE ESTATÍSTICA**. Mossoró: Edufersa, 2019. 901 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 52900: Manufatura Aditiva — Princípios Gerais — Terminologia**. Rio de Janeiro, 2018. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14971: Dispositivos médicos — Aplicação de gerenciamento de risco a dispositivos médicos**. Rio de Janeiro: Abnt, 2020. 49 p.

AUERBACH, Alejandro. **Thermoplastics for AM: Semi-Crystalline vs Amorphous**. 2021. Disponível em: <https://www.aniwaa.com/insight/am-materials/am-thermoplastics-semi-crystalline-vs-amorphous/>. Acesso em: 04 abr. 2022.

## B.

BADAMPUDI, Deepika; WOHLIN, Claes; PETERSEN, Kai. Experiences from using snowballing and database searches in systematic literature studies. **Proceedings Of The 19Th International Conference On Evaluation And Assessment In Software Engineering**, [S.I.], v. 17, p. 1-10, 27 abr. 2015. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2745802.2745818>.

BAGSIK, Agnes; SCHÖPPNER, Volker. MECHANICAL PROPERTIES OF FUSED DEPOSITION MODELING PARTS MANUFACTURED WITH ULTEM\*9085. **ANTEC**, [S.I.], p. 1294-1298, 2011.

BAIRD, Robert. Systematic reviews and meta-analytic techniques. **Seminars In Pediatric Surgery**, [S.I.], v. 27, n. 6, p. 338-344, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2018.10.009>.

BAKER, Lindsay B.. Physiology of sweat gland function: the roles of sweating and sweat composition in human health. **Temperature: Medical Physiology and Beyond**, [S.I.], v. 6, n. 3, p. 211-259, 2019.

BALDIN, Nelma; MUNHOZ, Elzira M. Bagatin. SNOWBALL (BOLA DE NEVE): uma técnica metodológica para pesquisa em educação ambiental comunitária. In: X CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE, 10., 2011, Curitiba. **I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação - SIRSSSE**. [S.I.]: Pontífica Universidade Católica do Paraná, 2011. p. 329-341.

BALTAR, C.A.M.; BASTOS, F. F.; BORGES, L. E. P.. VARIEDADES MINERALÓGICAS E PROCESSOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE GESSO. **Artigos Entmme: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**, [S.I.], p. 769-776, 2004.

BASTAWROUS, Sarah *et al.* Establishing Quality and Safety in Hospital-based 3D Printing Programs: patient-first approach. **Radiographics**, [S.I.], v. 41, n. 4, p. 1208-1229, jul. 2021. Radiological Society of North America (RSNA). <http://dx.doi.org/10.1148/rg.2021200175>.

BEAL, Valter Estevão. **FABRICAÇÃO DE GRADIENTES FUNCIONAIS ENTRE AÇO FERRAMENTA E COBRE POR FUSÃO SELETIVA A LASER USANDO UM FEIXE DE LASER PULSADO Nd**: yag de alta potência para aplicações em moldes de injeção. 2005. 232 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

BEIDAS, Yousef Bassel. **CLINICAL EFFECTIVENESS OF A 3-DIMENSIONAL PRINTED CAST IN TREATMENT OF MINIMALLY DISPLACED RADIUS FRACTURES**. 2020. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de [S.I.], Boston University School Of Medicine, [S.I.], 2020.

BELLEHUMEUR, Céline *et al.* Modeling of Bond Formation Between Polymer Filaments in the Fused Deposition Modeling Process. **Journal Of Manufacturing Processes**, [S.I.], v. 6, n. 2, p. 170-178, jan. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1526-6125\(04\)70071-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1526-6125(04)70071-7).

BELLINI, Anna; GÜÇERI, Selçuk. Mechanical characterization of parts fabricated using fused deposition modeling. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 9, n. 4, p. 252-264, 1 out. 2003. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552540310489631>.

BELKNAP, Ron. **Four Reasons to Use Additive Manufacturing in Medical Device Development**. 2015. Disponível em: [https://www.medtechintelligence.com/feature\\_article/four-reasons-to-use-additive-manufacturing-in-medical-device-development/](https://www.medtechintelligence.com/feature_article/four-reasons-to-use-additive-manufacturing-in-medical-device-development/). Acesso em: 10 fev. 2022.

BELOKAR, R. M.; BANGA. H. K.; KUMAR. R. A Novel Approach for Ankle Foot Orthosis Developed by Three Dimensional Technologies. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Atlanta, v. 280, p. 1-5, oct. 2017.

BENASULY, Ana Esther Levy; BARRAGÁN, José Manuel Cortés. **Ortopodologia y Aparato Locomotor: ortopedia de pie y tobillo**. Barcelona: Masson, S.A., 2003. 680 p.

BEREDJIKLIAN, Pedro K.; WANG, Mark; LUTSKY, Kevin; VACCARO, Alexander; RIVLIN, Michael. Three-Dimensional Printing in Orthopaedic Surgery. **Journal Of Bone And Joint Surgery**, [S.I.], v. 102, n. 10, p. 909-919, 19 fev. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.2106/jbjs.19.00877>.

BIBB, Richard; EGGBEER, Dominic; PETERSON, Abby. **Medical Modelling: the application of advanced design and rapid prototyping techniques in medicine**. 2. ed. Kidlington: Woodhead Publishing, 2014. 516 p.

BIONDI-ZOCCAI, Giuseppe G L *et al.* Compliance with QUOROM and quality of reporting of overlapping meta-analyses on the role of acetylcysteine in the prevention of contrast associated nephropathy: case study. **Bmj**, [S.I.], v. 332, n. 7535, p. 202-209, 16 jan. 2006. **BMJ**. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.38693.516782.7c>.

BIZZOTTO, Nicola *et al.* 3D Printed models of distal radius fractures. **Injury: International Journal of the Care of the Injured**, [S.I.], v. 47, n. 4, p. 976-978, 01 abr. 2016.

BLAYA, Fernando *et al.* Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: the arm splint. **Journal Of Medical Systems**, [S.I.], v. 42, n. 3, p. 1-14, 5 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-018-0909-6>.

BLAYA, Fernando *et al.* Design of a Functional Splint for Rehabilitation of Achilles Tendon Injury Using Advanced Manufacturing (AM) Techniques: implementation study. **Journal Of Medical Systems**, [S.I.], v. 122, n. 43, p. 1-15, 26 mar. 2019.

BLOK, L.G. *et al.* An investigation into 3D printing of fibre reinforced thermoplastic composites. **Additive Manufacturing**, [S.I.], v. 22, p. 176-186, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.addma.2018.04.039>.

BOCKORNI, Beatriz Rodrigues Silva; GOMES, Almiralva Ferraz. A AMOSTRAGEM EM SNOWBALL (BOLA DE NEVE) EM UMA PESQUISA QUALITATIVA NO CAMPO DA ADMINISTRAÇÃO. **Revista de Ciências Empresariais da Unipar**, [S.I.], v. 22, n. 1, p. 105-117, 22 jun. 2021. Universidade Paranaense. <http://dx.doi.org/10.25110/receu.v22i1.8346>.

BONE CLINIC. **Distal Radius Fracture (Wrist Fracture)**. Disponível em: <https://www.boneclinic.com.sg/orthopaedic-conditions/fracture/distal-radius-fracture/>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. **Epidemiologia Básica**. 2. ed. São Paulo: Santos, 2010. 230 p.

BONY Palpation: UPPER EXTREMITY. UPPER EXTREMITY. 2016. Musculoskeletal Key. Disponível em: <https://musculoskeletalkey.com/5-bony-palpation/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

BOON, Michele Hilton; THOMSON, Hilary. Effect direction in synthesis without meta-analysis: application of cochrane handbook of systematic reviews of interventions 2018 guidance. In: COCHRANE COLLOQUIUM, 1., 2019, Santiago. **Oral session**. [S.I.]: Cochrane Chile, 2019. n.p. Disponível em: <https://colloquium2019.cochrane.org/abstracts/effect-direction-synthesis-without-meta-analysis-application-cochrane-handbook-systematic>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BOYD, Anne S.; BENJAMIN, Holly J.; ASPLUND, Chad. Splints and Casts: indications and methods. **American Family Physician**, [S.I.], v. 80, n. 5, p. 491-499, 01 set. 2009.

BRANCO, Socorro Castelo. **EPIDEMIOLOGIA E O CONCEITO DE RISCO**. 2019. Curso de Especialização em Saúde da Família. Disponível em: [http://katuana.ufpa.br/pluginfile.php/6965/mod\\_resource/content/4/Epidemiologia\\_e\\_o\\_conceito\\_de\\_risco.pdf](http://katuana.ufpa.br/pluginfile.php/6965/mod_resource/content/4/Epidemiologia_e_o_conceito_de_risco.pdf). Acesso em: 07 mar. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO RDC Nº 306, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2004**. 2004. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306\\_07\\_12\\_2004.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html). Acesso em: 13 jan. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO CONAMA no 358, de 29 de abril de 2005: gestão de resíduos e produtos perigosos. GESTÃO DE RESÍDUOS E PRODUTOS PERIGOSOS**. 2005. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/component/sisconama/?view=atosnormativos>. Acesso em: 13 jan. 2022.

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**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2019. 106 p. Disponível em: [www.saude.gov.br/bvs](http://www.saude.gov.br/bvs). Acesso em: 06 fev. 2022.

BRERETON, Pearl *et al.* Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. **Journal Of Systems And Software**, [S.I.], v. 80, n. 4, p. 571-583, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2006.07.009>.

BROWN, Samuel A.; RADJA, Frank E. **ORTHOPAEDIC IMMOBILIZATION TECHNIQUES: a step-by-step guide for casting and splinting**. Urbana: Sagamore Publishing Llc, 2015. 12 p.

BRUNA, Maria Helena Varella. **Escara (úlceras de pressão)**. 2020. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/escara-ulcera-de-pressao/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BULLEN, Michael *et al.* Comparison of the moulding ability of Plaster of Paris and polyester cast material in the healthy adult forearm. **Injury**, [S.I.], v. 48, n. 11, p. 2586-2589, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2017.08.010>.

BUONAMICI, Francesco *et al.* A CAD-based Procedure for Designing 3D Printable Arm-Wrist-Hand Cast. **Computer-Aided Design And Applications**, [S.I.], v. 16, n. 1, p. 25-34, 8 ago. 2018. CAD Solutions, LLC. <http://dx.doi.org/10.14733/cadaps.2019.25-34>.

BUONAMICI, Francesco *et al.* A practical methodology for computer-aided design of custom 3D printable casts for wrist fractures. **The Visual Computer**, [S.I.], v. 36, n. 2, p. 375-390, 9 jan. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00371-018-01624-z>.

BURGHARDT, Rolf D. *et al.* Exothermic properties of plaster–synthetic composite casts. **Journal Of Children'S Orthopaedics**, [S.I.], v. 8, n. 2, p. 193-201, 1 mar. 2014. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1007/s11832-014-0563-6>.

BURGO, José María de Agustín del *et al.* Development of a Smart Splint to Monitor Different Parameters during the Treatment Process. **Sensors**, [S.I.], v. 20, n. 15, p. 1-14, 29 jul. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s20154207>.

BURKE, Sean. **3D Printing**: when innovation outpaces regulation. When Innovation Outpaces Regulation. 2020. Society of Manufacturing Engineers. Disponível em: <https://www.sme.org/technologies/articles/2020/march/when-innovation-outpaces-regulation/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BUSHMAN, Brad J.. Vote-Couting Procedures in Meta-analysis. In: COOPER, Harris; HEDGES, Larry V.. **The Handbook of Research Synthesis**. New York: Russel Sage Foundation, 1994. Cap. 14, p. 195.

## C.

CABREIRA, Vinicius; SANTANA, Ruth Marlene Campomanes. Effect of infill pattern in Fused Filament Fabrication (FFF) 3D Printing on materials performance. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [S.I.], v. 25, n. 3, p. 1-9, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620200003.1126>.

CAIRNS, Nicola *et al.* Satisfaction with cosmesis and priorities for cosmesis design reported by lower limb amputees in the United Kingdom. **Prosthetics & Orthotics International**, [S.I.], v. 38, n. 6, p. 467-473, dez. 2014. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1177/0309364613512149>.

CAMBRIDGE. **THE MECHANICS OF CONSERVATIVE TREATMENT**. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/748010F02C2B5CBA527839681E759C34>. Acesso em: 17 fev. 2022.

CAMPBELL, R. I. Customer Input and Customisation. In: HAGUE, Richard; DICKENS, Philip; HOPKINSON, Neil. **Rapid Manufacturing**: an industrial revolution for the digital age. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006. p. 19.

CASAVOLA, Caterina *et al.* Orthotropic mechanical properties of fused deposition modelling parts described by classical laminate theory. **Materials And Design**, [S.I.], v. 90, p. 453-458, 2015.

CASTILLO, Juan Diego Toscano. **Modelamiento de la interdependencia de parámetros de proceso con las propiedades mecánicas de órtesis pasivas para articulación metacarpiana obtenidas vía FDM**. 2021. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Ingeniería Mecánica, Ciencias de La Energía y Mecánica, Universidade de Las Fuerzas Armadas Espe, [S.I.], 2021.

CASTRO, Francisco Forte Alvim de. **Análise da influência da pigmentação na qualidade de peças impressas por FFF em PLA e PETG**. 2021. 107 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia Mecânica, Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (Miem), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2021.

CAZON, Aitor *et al.* Analysis and comparison of wrist splint designs using the finite element method: multi-material three-dimensional printing compared to typical existing practice with thermoplastics. **Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine**, [S.I.], v. 231, n. 9, p. 881-897, 8 jul. 2017. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0954411917718221>.

CELENTANO, David D; SZKLO, Moyses. **Gordis Epidemiology**. 6. ed. Philadelphia: Elsevier. Inc, 2019. 433 p.

CHAABNA, Karima *et al.* Gray literature in systematic reviews on population health in the Middle East and North Africa: protocol of an overview of systematic reviews and evidence mapping. **Systematic Reviews**, [S.I.], v. 7, n. 1, p. 1-6, 18 jul. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13643-018-0751-4>.

CHAE, Dong-Sik *et al.* The functional effect of 3D-printing individualized orthosis for patients with peripheral nerve injuries. **Medicine**, [S.I.], v. 99, n. 16, p. 1-6, abr. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/md.00000000000019791>.

CHAPARRO-RICO, Betsy D. M. *et al.* User-Tailored Orthosis Design for 3D Printing with PLACTIVE: a quick methodology. **Crystals**, [S.I.], v. 11, n. 5, p. 1-15, 2021.

CHEN, Roland K. *et al.* Additive manufacturing of custom orthoses and prostheses: a review. **Additive Manufacturing**, [S.I.], v. 12, p. 77-89, 2016.

CHEN, Yan-Jun *et al.* Application of 3D-printed and patient-specific cast for the treatment of distal radius fractures: initial experience. **3D Printing In Medicine**, [S.I.], p. 1-9, 2017.

CHEN, Chung-De *et al.* DEVELOPMENTS, MECHANICAL PROPERTY MEASUREMENTS AND STRENGTH EVALUATIONS OF THE WRIST BRACES FOR THE WRIST FRACTURE PATIENTS. **Journal Of Mechanics In Medicine And Biology**, [S.I.], v. 19, n. 2, p. 1-11, 2019.

CHEN, Lang *et al.* A Novel Instant 3-Dimensional Printing System for Postoperative Fracture Patients: a comparative cohort study. **Medical Science: Monitor**, [S.I.], v. 27, p. 1-8, 2021.

CHOI, Wonseuk *et al.* A Pilot Study For Usefulness Of Customized Wrist Splint By Thermoforming Manufacturing Process Using 3D Printing: Focusing On Comparative Study With 3D Scanning Manufacturing Process. In: RESNA ANNUAL CONFERENCE, 2018, [S.I.]. **Conference Paper**. Crystal City: RESNA, 2018. p. 1-6.

CHOI, Hyeunwoo; SEO, Anna; LEE, Jongmin. Mallet Finger Lattice Casts Using 3D Printing. **Hindawi: Journal of Healthcare Engineering**, [S.I.], v. 2019, p. 1-5, 2019.

CHUA, Chee Kai; LEONG, KahFai; LIM, Chu Sing. **Rapid Prototyping: principles and applications**. 3. ed. Singapore: World Scientific Publishing Company, 2010. 540 p.

CHUNG, Kevin C.; SPILSON, Sandra V.; ARBOR, Ann. The Frequency and Epidemiology of Hand and Forearm Fractures in the United States. **The Journal Of Hand Surgery**, [S.I.], v. 26, n. 5, p. 908-915, set. 2001.

CLARIVATE. **Cited Half-life**. Disponível em: <http://help.producing.com/inCites2Live/indicatorsGroup/aboutHandbook/usingCitationIndicatorsWisely/citedHalfLife.html>. Acesso em: 12 maio 2022.

COCHRANE BRASIL. **Como fazer uma Revisão Sistemática Cochrane**. Disponível em: <https://brazil.cochrane.org/como-fazer-uma-revisão-sistemática-cochrane>. Acesso em: 11 out. 2021.

COHN, Lawrence D.; BECKER, Betsy J.. How meta-analysis increases statistical power. **Psychological Methods**, [S.I.], v. 8, n. 3, p. 243-253, 2003. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/1082-989x.8.3.243>.

COLDITZ, Judy. C.. Principles of Splinting and Splint Prescription. **Surgery Of The Hand And Upper Extremity: Chapter 111**, [S.I.], v. 2, p. 2389-2410, 1996.

COLVIN, Christopher J. *et al.* Applying GRADE-CERQual to qualitative evidence synthesis findings—paper 4: how to assess coherence. **Implementation Science**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 33-41, jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13012-017-0691-8>.

CONSOLARO, Alberto. O papel do periósteo nos procedimentos ortopédicos como exemplo de sua capacidade reparatória. **Revista Clínica de Ortodontia Dental Press**, [S.I.], v. 13, n. 2, p. 90-104, 2014.

COOK, Douglas *et al.* Additive fabrication of custom pedorthoses for clubfoot correction. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 16, n. 3, p. 189-193, jan. 2010.

COPPER3D, Antimicrobial Innovations. PLACTIVETM: Antimicrobial Activity. 2022. Disponível em: <https://copper3d.com/pages/antimicrobial-performance>. Acesso em: 29 jan. 2022.

COOPER, Harris; HEDGES, Larry V.. RESEARCH SYNTHESIS AS A SCIENTIFIC PROCESS. In: COOPER, Harris; HEDGES, Larry V.; VALENTINE, Jeffrey C.. **THE HANDBOOK OF RESEARCH SYNTHESIS AND META-ANALYSIS**. 2. ed. New York: Russell Sage Foundation, 2009. Cap. 1. p. 3-16.



COPPARD, Brenda. M., LOHMAN, Helene. **Introduction to Splitting: A clinical Reasoning & Problem-solving Approach**. 3. ed. Elsevier Health Sciences, 2008. 522 p.

CORBAN, Jenny. **PREVENTING THERMAL INJURY IN THE PLASTER ROOM**. Australian Institute of Orthopaedic Technologists Incorporated. Disponível em: <https://www.aiot.com.au/information>. Acesso em: 02 fev. 2022.

COURT-BROWN, Charles M.; CAESAR, Ben. Epidemiology of adult fractures: a review. **Injury**, [S.I.], v. 37, n. 8, p. 691-697, ago. 2006.

CRITICAL APPRAISAL SKILLS PROGRAMME. **CASP Checklist: 10 questions to help you make sense of a qualitative research**. 10 questions to help you make sense of a Qualitative research. 2018. Disponível em: [https://casp-uk.b-cdn.net/wp-content/uploads/2018/03/CASP-Qualitative-Checklist-2018\\_fillable\\_form.pdf](https://casp-uk.b-cdn.net/wp-content/uploads/2018/03/CASP-Qualitative-Checklist-2018_fillable_form.pdf). Acesso em: 16 abr. 2022.

CUIFFO, Michael Arthur *et al.* Impact of the Fused Deposition (FDM) Printing Process on Polylactic Acid (PLA) Chemistry and Structure. **Applied Sciences**, [S.I.], v. 7, n. 6, p. 1-14, 2017.

CUMPSTON, Miranda *et al.* Reporting the review. In: HIGGINS, Julian *et al.* **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. 6. ed. [S.I.]: Cochrane, 2022. Cap. 3. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

CUNHA, Murilo Bastos da. BASES DE DADOS NO BRASIL: um potencial inexplorado. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 45-57, 1989.

## D.

D'AMATO, Dr. Roberto. **About your paper 10.1007/s10916-018-0909-6**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <r.damato@upm.es>. em: 14 maio 2022.

DAINES, Steven B. *et al.* What is the Best Material for Molding Casts in Children? **Journal Of Pediatric Orthopaedics**, [S.L.], v. 34, n. 7, p. 743-748, out. 2014. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/bpo.0000000000000178>.

DANIELS, A. M. *et al.* Association of secondary displacement of distal radius fractures with cortical bone quality at the distal radius. **Archives Of Orthopaedic And Trauma Surgery**, [S.I.], v. 141, n. 11, p. 1909-1918, 31 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-020-03658-2>.

DAVIS, Damien I.; BARATZ, Mark. Soft Tissue Complications of Distal Radius Fractures. **Hand Clinics**, [S.I.], v. 26, n. 2, p. 229-235, maio 2010.

DDDROD. **FILAMENTO PVA**. 2020. Disponível em: <https://dddrod.com.br/filamentos-compostos/pva/>. Acesso em: 22 mar. 2022.

DEAN, G D; BROUGHTON, W R. **A Review of Creep Modelling for Toughened Adhesives and Thermoplastics**. Teddington: Crown, 2005. 15 p.

DEEKS, Jonathan J; HIGGINS, Julian Pt; ALTMAN, Douglas G. **Chapter 10: analysing data and undertaking meta-analyses**. Analysing data and undertaking meta-analyses. 2021. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-10>. Acesso em: 14 jan. 2022.

DELASOBERA, B. Elizabeth et al. Serious Infectious Complications Related to Extremity Cast/Splint Placement in Children. **The Journal Of Emergency Medicine**, [S.I.], v. 41, n. 1, p. 47-50, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2010.05.031>.

DENYER, David; TRANFIELD, David. Producing a Systematic Review. In: BUCHANAN, David; BRYMAN, Alan. **He Sage handbook of organizational research methods**. [S.I.]: Sage Publications Ltd., 2009. p. 671-689.

DISTAL Radius Fracture: (Wrist Fracture). (Wrist Fracture). Disponível em: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/distal-radius-fracture-wrist-fracture>. Acesso em: 30 dez. 2021.

DIVEDI, Harikesh Kumar. **Lever and its types with examples**. 2020. Disponível em: <https://www.hkdivedi.com/2020/03/lever-and-its-types-with-examples.html>. Acesso em: 17 fev. 2022.

DOMONE, Peter; ILLSTON, John. **Construction Materials: their nature and behaviour**. 4. ed. New York: Crc Press, 2010. 584 p.

DONATI, Fabrizio; PAGNOTTA, Gaetano. Indicazioni e limiti dell'apparecchio gessato in traumatologia pediatrica. **Lo Scalpello-Otodi Educational**, [S.I.], v. 32, n. 3, p. 222-227, 26 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11639-018-00286-9>.

DÚVIDAS habituais sobre a temperatura e a velocidade de impressão do PLA e ABS: Tipo de filamento: material, cor. Tipo de filamento: material, cor. 2015. Filament2print. Disponível em: [https://filament2print.com/pt/blog/9\\_duvidas-temperatura-velocidade-pla-abs.html](https://filament2print.com/pt/blog/9_duvidas-temperatura-velocidade-pla-abs.html). Acesso em: 05 fev. 2022.

DYBÅ, Tore; DINGSØYR, Torgeir. Empirical studies of agile software development: a systematic review. **Information And Software Technology**, [S.I.], v. 50, n. 9-10, p. 833-859, ago. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2008.01.006>.

**E.**

EBEWELE, Robert O. **Polymer Science and Technology**. Florida: Crc Press Llc, 2000. 504p.

ECKHOFF, Ashley. **Rapid Response Manufacturing in the Medical Industry**. 2021. Society of Manufacturing Engineers. Disponível em: <https://www.sme.org/technologies/articles/2021/september/rapid-response-manufacturing-in-the-medical-industry/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

EGGER, Matthias *et al.* **Systematic Reviews in Health Care: meta-analysis in context**. 2. ed. London: Bmj Publishing Group, 2001. 487 p.

ELTORAI, Adam E. M.; NGUYEN, Eric; DANIELS, Alan H.. Three-Dimensional Printing in Orthopedic Surgery. **The Cutting Edge**, [S.I.], v. 38, n. 11, p. 684-687, 2015.

ERMEL, Ana Paula Cardoso. **LITERATURE GROUNDED THEORY**: método de pesquisa para investigação sobre o conhecimento científico e tecnológico. 2020. 303 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, São Leopoldo, 2020.

ESCOLHA do tipo de imobilização depende da lesão. Realização de Dr. Moisés Cohen. [S.I.]: Globo, 2013. (9 min.), color.

EVILL, Jake. **CORTEX**. 2013. Disponível em: <https://www.evilldesign.com/cortex>. Acesso em: 12 jan. 2022.

## F.

FAES, M.; FERRARIS, E.; MOENS, D. Influence of Inter-layer Cooling time on the Quasi-static Properties of ABS Components Produced via Fused Deposition Modelling. **Procedia Cirp**, [S.I.], v. 42, p. 748-753, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.313>.

FARIA, Ana Sofia Teixeira de Jesus. **Additive manufacturing of custom-fit orthoses for the upper limb**. 2017. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biomedical Engineering, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2017.

FARIA, Paulo M.. **Revisão Sistemática da Literatura: Contributo para Um Novo Paradigma Investigativo**: metodologia e procedimentos na área das ciências da educação aplicação prática aos temas desenvolvimento profissional docente e inovação educativa com tecnologias digitais. 2. ed. Santo Tirso: Whitebooks, 2019. 122 p.

FAVARETTO, Francine Santos Ramos *et al.* Escala de Borg: um novo método para avaliação da hipernasalidade de fala. **Communication Disorders, Audiology And Swallowing**, [S.I.], v. 31, n. 6, p. 1-8, 2019.

FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. **Passo-a-passo para construção da Revisão Sistemática e Bibliometria**. Disponível em: [http://www.igci.com.br/artigos/passos\\_rsb.pdf](http://www.igci.com.br/artigos/passos_rsb.pdf). Acesso em: 09 set. 2021.

FERNANDES, Gerson Avelino. **RESINA FOTOPOLIMÉRICA SOMOS®7110 PARA ESTEREOLITOGRAFIA**: condições de pós-processamento e caracterização química e térmica. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

FERNANDEZ-VICENTE, Miguel; CHUST, Ana Escario; CONEJERO, Andre S. Low cost digital fabrication approach for thumb orthoses. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 23, n. 6, p. 1020-1031, 2017.

FERREIRA, Adriane Pedroso Dias. **Gerenciamento de Falhas Baseado em Evidências**: proposta de método e protótipo computacional. 2020. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de

Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Rio dos Sinos - Unisinos, São Leopoldo, 2020.

FESS, Elaine Ewing. Splints: Mechanics versus Convention. **Journal Of Hand Therapy**, Zionsville, p. 124-130, 1995.

FESS, Elaine Ewing *et al.* **Hand and Upper Extremity Splinting: principles & methods**. 3. ed. Saint Louis: Mosby, 2005. 752 p.

FISCHER, Fred. Thermoplastics: The best choice for 3D printing. **White Paper, Stratasys Inc.**, Edn Prairie, p. 1-5, 2011

FIGUEIREDO, Dr. Gustavo. **Fratura do Radio**: causas. Causas. 2018. Disponível em: <http://dr.gustavofigueiredo.com.br/doencas/fratura-do-radio/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

FITZPATRICK, Angus P *et al.* Design of a Patient Specific, 3D printed Arm Cast. In: DESTECH CONFERENCE PROCEEDINGS THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN AND TECHNOLOGY, 2017., 2017, [S.I.]. **Conference Paper**. [S.I.]: Knowledge e, 2017. p. 135-142.

FIX IT. **Materiais biodegradáveis**: sua importância meio ambiente. sua importância meio ambiente. 2019. Disponível em: <https://usefixit.com.br/curiosidades/materiais-biodegradaveis-meio-ambiente/>. Acesso em: 04 jan. 2022.

FIX IT. **PLA –O material das órteses Fix it**: pla -o que é esse material e por que a fix it o utiliza?. PLA –O que é esse material e por que a Fix it o utiliza?. 2020. Disponível em: <https://usefixit.com.br/curiosidades/pla-o-material-das-orteses-fix-it/>. Acesso em: 04 jan. 2022.

FLEXÃO e extensão do punho. Anatomia Papel e Caneta. Disponível em: <https://anatomia-papel-e-caneta.com/movimentos-do-corpo-humano/flexao-e-extensao-do-punho/>. Acesso em: 03 fev. 2022.

FRICKER, Renato; JUPITER, Jesse; KASTELEC, Matej. **Nonoperative treatment - Cast**: below elbow cast. Below elbow cast. AO Surgery Reference. Disponível em: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/distal-forearm/extraarticular-fracture-of-the-radius-with-dorsal-displacement-or-tilt/nonoperative-treatment-cast>. Acesso em: 17 fev. 2022.

## G.

GAMBA, Carlo; FERNANDEZ, Felipe Andrés Mingo; LLAVALL, Marta Cuenca; DIEZ, Xavier Lizano; PEREZ, Fernando Santana. Which immobilization is better for distal radius fracture? A prospective randomized trial. **International Orthopaedics**, [S.I.], v. 41, n. 9, p. 1723-1727, 3 jun. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-017-3518-y>.

GAMBODY TEAM. **Two Main Types of 3D Printing Supports and Tips for Beginners**. 2019. Disponível em: <https://www.gambody.com/blog/main-types-3d-printing-supports-tips-for-beginners/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

GANNAWAY, J K; HUNTER, J R. Thermal effects of casting materials. **Clinical Orthopaedics And Related Research**, [S.I.], v. 181, p. 191-195, dez. 1983.

GARCÍA, María del Pilar Díez *et al.* Características epidemiológicas de pacientes adultos atendidos por fracturas en el Instituto Nacional de Rehabilitación. **Investigación En Discapacidad**, [S.I.], v. 2, n. 2, p. 51-54, 2013.

GARCIA, Maria das Graças Contim. **ANÁLISE EXPERIMENTAL DE DEFORMAÇÕES EM ÓRTESES DE MEMBRO SUPERIOR FABRICADAS POR MANUFATURA ADITIVA**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

GARCIA-RODRIGUEZ, Juan Antonio; LONGINO, Peter David; JOHNSTON, Ian. Short arm cast: casting immobilization series for primary care. **Praxis**, [S.I.], v. 64, n. 10, p. 746-749, out. 2018.

GAROUSI, Vahid; FELDERER, Michael; MÄNTYLÄ, Mika V. Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering. **Information And Software Technology**, [S.I.], v. 106, p. 101-121, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2018.09.006>.

GEBHARDT, Andreas. **Understanding Additive Manufacturing: rapid prototyping, rapid tooling, rapid manufacturing** Munich: Hanser Publishers, 2011. 164 p.

GEDDES, Dr Charlie. **CREEPY THINGS CAN HAPPEN WITH LONG TERM LOADING OF THERMOPLASTICS**. Hardie Polymers. Disponível em: <https://www.hardiepolymers.com/knowledge/creep-descriptive-term-for-long-term-deformation/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

GESSOS: PARA USO ODONTOLÓGICO. [S.I.], 2014. 36 slides, P&B. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4009703/mod\\_resource/content/0/Gessos%202016%20-%20PC-Final.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4009703/mod_resource/content/0/Gessos%202016%20-%20PC-Final.pdf). Acesso em: 02 fev. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008. 200 p.

GLENTON, Claire *et al.* Applying GRADE-CERQual to qualitative evidence synthesis findings—paper 5: how to assess adequacy of data. **Implementation Science**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 43-50, jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13012-017-0692-7>.

GOOGLE. **Stand on the shoulders of giants**. Google Scholar. Disponível em: <https://scholar.google.com/intl/en/scholar/about.html>. Acesso em: 26 abr. 2022.

GÓRSKI, Filip *et al.* Selection of Fused Deposition Modeling Process Parameters using Finite Element Analysis and Genetic Algorithms. **J. Of Mult.-Valued Logic & Soft Computing**, [S.I.], v. 32, p. 293-311, 2018.

GÓRSKI, Filip *et al.* Prototyping of an Individualized Multi-Material Wrist Orthosis Using Fused Deposition Modelling. **Advances In Science And Technology Research Journal**, [S.I.], v. 13, n. 4, p. 39-47, 01 dez. 2019.

GÓRSKI, Filip *et al.* Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses. **Materials**, [S.I.], v. 13, n. 18, p. 1-19, 15 set. 2020.

GOUGH, David; OLIVER, Sandy; THOMAS, James. **An Introduction to Systematic Reviews**. 2. ed. [S.I.]: Sage, 2017. 352 p.

GRADE-CERQUAL. Grade Working Group. **What is GRADE-CERQual?** 2018a. GRADE-CERQual Project Group. Disponível em: <https://www.cerqual.org/what-is-the-grade-cerqual-approach2/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

GRADE-CERQual. Grade Working Group. **Overall confidence in the evidence**. 2018b. GRADE-CERQual Project Group. Disponível em: <https://www.cerqual.org/overall-confidence-in-the-evidence/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

GRAFSTEIN, Eric *et al.* A prospective randomized controlled trial comparing circumferential casting and splinting in displaced Colles fractures. **Canadian Journal Of Emergency Medicine**, [S.I.], v. 12, n. 3, p. 192-200, 2010.

GRAHAM, Jack *et al.* Conventional vs 3-Dimensional Printed Cast Wear Comfort. **American Association For Hand Surgery**, [S.I.], v. 15, n. 3, p. 388-392, 2020.

GREEN, Judith; THOROGOOD, Nicki. **Qualitative Methods for Health Research**. 3. ed. [S.I.]: Sage, 2014. 360 p.

GREENHALGH, Trisha; PEACOCK, Richard. Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. **Bmj**, [S.I.], v. 331, n. 7524, p. 1064-1065, 17 out. 2005. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.38636.593461.68>.

GRIFFEY, Jason. **Library Technology Reports: 3-d printers for libraries**. Chicago: Ala Techsource, 2014. 30 p.

GRUNDY, Dr. David; FITZMAURICE, Michael. **Providing Physician Testimonials**. Disponível em: <https://activarmor.com/research-and-outcomes/>. Acesso em: 05 jan. 2022.

GUARNIERI, Rafael Waskievicz. **Movimentador contínuo passivo para membros inferiores**. 2018. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

GUIDA, Pasquale *et al.* An alternative to plaster cast treatment in a pediatric trauma center using the CAD/CAM technology to manufacture customized three-dimensional-printed orthoses in a totally hospital context: a feasibility study. **Journal Of Pediatric Orthopaedics**, [S.I.], v. 28, n. 3, p. 248-255, 01 maio 2019.

GURRALA, Pavan Kumar; REGALLA, Srinivasa Prakash. Part strength evolution with bonding between filaments in fused deposition modelling. **Virtual And Physical**

**Prototyping**, [S.I.], v. 9, n. 3, p. 141-149, 6 maio 2014. Informa UK Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1080/17452759.2014.913400>.

GÜR, Y.. Additive Manufacturing of Anatomical Models from Computed Tomography Scan Data. **Molecular & Cellular Biomechanics**, Balikesir, v. 11, n. 4, p. 249-258, nov. 2014.

## H.

HADFIELD, Ruth. **Pearl growing as a strategy in systematic literature searches**. 2020. Disponível em: <https://www.mediwrite.com.au/medical-writing/pearl-growing/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

HAGUE, R; CAMPBELL, I; DICKENS, P. Implications on design of rapid manufacturing. **Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science**, [S.I.], v. 217, n. 1, p. 25-30, 1 jan. 2003. SAGE Publications.  
<http://dx.doi.org/10.1243/095440603762554587>.

HALANSKI, Matthew; NOONAN, Kenneth J.. Cast and Splint Immobilization: complications. **Journal Of The American Academy Of Orthopaedic Surgeons**, [S.I.], v. 16, n. 1, p. 30-40, jan. 2008.

HAN, Wenbiao; JAFARI, Mohsen A.; SEYED, Kian. Process speeding up via deposition planning in fused deposition-based layered manufacturing processes. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 9, n. 4, p. 212-218, 1 out. 2003. Emerald.  
<http://dx.doi.org/10.1108/13552540310489596>.

HARYNSKA, Agnieszka *et al.* Fabrication and Characterization of Flexible Medical-Grade TPU Filament for Fused Deposition Modeling 3DP Technology. **Polymers**, [S.I.], v. 10, n. 12, p. 1-19, nov. 2018.

HASHEM, Majdi. **Principle of Closed Reduction, Casting and Traction Techniques**. [S.I.], 2008. 60 slides, color. Autor original: Dan Horwitz; Novo autor: David Hak. Disponível em: <https://slideplayer.com/slide/16441023/>. Acesso em: 18 fev. 2022.

HEFESTO. **Descarte do Gesso vs. Órtese por impressão 3D**. Disponível em: <https://hefestomedtech.com/descarte-do-gesso-vs-ortese-por-impressao-3d/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

HENDRICKSON, Anthony R.; MASSEY, Patti D.; CRONAN, Timothy Paul. On the Test-Retest Reliability of Perceived Usefulness and Perceived Ease of Use Scales. **Management Information Systems Quarterly**, [S.I.], p. 227-230, jun. 1993.

HERRERO, Álvaro *et al.* **10th International Conference on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications**. 10. ed. New York: Springer, 2015. 486 p.

HERRON, Jennifer. **3D Printing in Medical Libraries: a crash course in supporting innovation in health care**. New York: Rowman & Littlefield, 2019. 194 p.

HILTON, Heather. **Infill, Shells & Rafts**. 2021. Touro College Libraries. Disponível em: <https://libguides.tourolib.org/3DPrinting/infillshellraft>. Acesso em: 16 fev. 2022.

HIGGINS, Julian Pt; GREEN, Sally. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. 5. ed. [S.I.]: Cochrane, 2011. Disponível em: <https://handbook-5-1.cochrane.org>. Acesso em: 02 mar. 2022.

HIGGINS, Julian *et al.* **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**: part 2: core methods. Part 2: Core methods. 2022. Version 6.3; Cap. 12. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/current>. Acesso em: 22 abr. 2022.

HONÓRIO, Heitor Marques. **Teste KAPPA para análise de concordância (SPSS)**. E-aulas USP. Disponível em: <https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=8832>. Acesso em: 06 jan. 2022.

HOOGERVORST, *et al.* A Biomechanical Comparison of Fiberglass Casts and 3-Dimensional-Printed, Open-Latticed, Ventilated Casts. **Hand**, [S.I.], v. 15, n. 6, p. 842-849, 27 fev. 2019. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1558944719831341>.

HORVATH, Daniel; NOORANI, Rafiq; MENDELSON, Mel. Improvement of Surface Roughness on ABS 400 Polymer Using Design of Experiments (DOE). **Materials Science Forum**, [S.I.], v. 561-565, p. 2389-2392, out. 2007. Trans Tech Publications, Ltd.. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.561-565.2389>.

HOSSAIN, Mohammad Shojib *et al.* Improving Tensile Mechanical Properties of FDM-Manufactured Specimens via Modifying Build Parameters. **International Solid Freeform Fabrication Symposium**, [S.I.], p. 380-392, 16 ago. 2013. University of Texas at Austin. <http://dx.doi.org/10.26153/TSW/15439>.

HSU, Hunter; FAHRENKOPF, Matthew P.; NALLAMOTHU, Shivajee V.. Wrist Fracture. **Statpearls**, Treasure Island, p. 1-9, 11 ago. 2021.

HUFF, Ray; WOHLERS, Terry. **AM in the Medical Field**. 2020. Society of Manufacturing Engineers. Disponível em: <https://www.sme.org/technologies/articles/2020/may/am-in-the-medical-field/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

HUSSIN, Mohamed Saiful Firdaus *et al.* Orthopedic Calf Cast Using Antioxidative FS3200PA Nylon 3D Printing: Design and Optimization. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, [S.I.], v. 14, n. 23, p. 4093-4096, dez. 2019.

HOWARD, Andrew; SLONGO, Teddy; SCHMITTENBECHER, Peter. **Closed reduction: cast or splint fixation**. cast or splint fixation. AO Surgery Reference. Disponível em: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/pediatric-trauma/forearm-shaft/22r-d-5/closed-reduction-cast-or-splint-fixation#aftercare-following-closed-management>. Acesso em: 17 fev. 2022.

## I.

IANCU, Cătălin; IANCU, Daniela; STĂNCIOIU, Alin. FROM CAD MODEL TO 3D PRINT VIA “STL” FILE FORMAT. **Fiabilitate Si Durabilitate**, [S.I.], v. 1, p. 73-80, 2010.



IBGE. **Censo 2010**: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&id=3&idnoticia=1766&view=noticia>. Acesso em: fev. 2022.

ILYAS, Asif M.; JUPITER, Jesse B.. Distal Radius Fractures: classification of treatment and indications for surgery. **Orthopedic Clinics Of North America**, [S.I.], v. 38, n. 2, p. 167-173, abr. 2007.

INGLIS, M. *et al.* Synthetic versus plaster of Paris casts in the treatment of fractures of the forearm in children: a randomised trial of clinical outcomes and patient satisfaction. **Children's Orthopaedics**, [S.I.], v. 95, n. 9, p. 1285-1289, 01 set. 2013.

ISM. Industrial Specialties Mfg. & Is Med Specialties. **Plastics Compatibility with Sterilization Methods**. 2019. Disponível em: <https://www.industrialspec.com/images/files/plastics-sterilization-compatibility-chart-from-is-med-specialties.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

ISPO. **ISPO consensus conference on appropriate orthopaedic technology for low-income countries. Prosthetics & Orthotics International**, [S.I.], v. 25, n. 3, p. 168-170, dez. 2001. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1080/03093640108726598>.

## J.

JACOBS, Marylynn; AUSTIN, Noelle. **Splinting the Hand and Upper Extremity: principles and process**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. 498 p.

JACOBS, Marylynn A.; AUSTIN, Noelle M. **Orthotic Intervention for the Hand and Upper Extremity: splinting principles and process**. 2. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2013. 672 p.

JAMI, Hesamodin; MASOOD, Syed H.; SONG, W.Q.. Dynamic Response of FDM Made ABS Parts in Different Part Orientations. **Advanced Materials Research**, [S.I.], v. 748, p. 291-294, ago. 2013. Trans Tech Publications, Ltd.. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.748.291>.

JAVAID, Mohd; HALEEM, Abid. Impact of industry 4.0 to create advancements in orthopaedics. **Journal Of Clinical Orthopaedics And Trauma**, [S.I.], v. 11, n. 4, p. 491-499, jul. 2020.

JERRHAG, Daniel *et al.* Epidemiology and time trends of distal forearm fractures in adults: a study of 11.2 million person-years in sweden. **Bmc Musculoskeletal Disorders**, [S.I.], v. 240, n. 18, p. 1-8, 02 jun. 2017.

JOHN, Vanderley M.; CINCOTTO, Maria Alba. ALTERNATIVAS DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DE GESSO. **Universidade de São Paulo**: Escola Politécnica, São Paulo, p. 1-9, 2003.

JOINER, Ida Arlene. **Emerging Library Technologies: it's not just for geeks**. Cambridge: Chandos Publishing, 2018. 206 p.

JØRGENSEN, Magne. Estimation of Software Development Work Effort: evidence on expert judgment and formal models. **International Journal Of Forecasting**, [S.I.], v. 23, n. 3, p. 449-462, 2007.

**JOURNAL OF ORTHOPAEDIC TRAUMA**. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, Inc., v. 32, n. 1, jan. 2018. Mensal.

JUNG, Ho-Wook *et al.* Redisplacement of Distal Radius Fracture after Initial Closed Reduction: analysis of prognostic factors. **Clinics In Orthopedic Surgery**, [S.I.], v. 7, n. 3, p. 377-382, 2015. The Korean Orthopaedic Association.  
<http://dx.doi.org/10.4055/cios.2015.7.3.377>.

## K.

KAPLAN, Samuel S.. Burns following application of plaster splint dressings: report of two cases. **The Journal Of Bone & Joint Surgery**, [S.I.], v. 63, n. 4, p. 670-672, abr. 1981.

KARL, John W.; OLSON, Patrick R.; ROSENWASSER, Melvin P. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States, 2009. **Journal Of Orthopaedic Trauma**, [S.I.], v. 29, n. 8, p. 242-244, ago. 2015.

KATT, Brian *et al.* The Use of 3D Printed Customized Casts in Children with Upper Extremity Fractures: a report of two cases. **Archives Of Bone And Joint Surgery**, [S.I.], v. 9, n. 1, p. 126-130, jan. 2021.

KAVROUDAKIS, Efstratios G. **Fratura da tibia**. Disponível em:  
<https://www.arthroscopicsurgery.gr/Pathiseis/Trauma/Katagma-Kerkidas>. Acesso em: 28 abr. 2022.

KEELE, Staffs. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. 2.3 Durham: University Of Durham, 2007. 57 p. (EBSE-2007-01).

KELLER, Marcel A.; MONTAVON, Pierre M. Conservative Fracture Treatment Using Casts: indications, principles of closed fracture reduction and stabilization, and cast materials. **Compendium Vet**, [S.I.], p. 631-640, set. 2006.

KELLER, M. *et al.* In-hospital professional production of patient-specific 3D-printed devices for hand and wrist rehabilitation. **Hand Surgery And Rehabilitation**, [S.I.], v. 40, n. 2, p. 126-133, abr. 2021.

KENNEDY, Ian. **Re: I requested a paper from an author via e-mail, but no response: any clues as to why?**. Any clues as to why?. 2014. Disponível em:  
<https://www.researchgate.net/post/I-requested-a-paper-from-an-author-via-e-mail-but-no-response-Any-clues-as-to-why>. Acesso em: 08 mar. 2022.

KERLINGER, Fred Nichols. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo: E.P.u. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1979. 378 p.

KHOMINETS, V.V. *et al.* 3D printing technologies in the treatment of patients with injuries and diseases of the forearm and hand. **Вестник Российской Военно - Медицинской Академии**, [S.I.], v. 1, n. 69, p. 113-118, 2020.

KIM, Huhn; JEONG, Seongwon. Case study: hybrid model for the customized wrist orthosis using 3d printing. **Journal Of Mechanical Science And Technology**, [S.I.], v. 29, n. 12, p. 5151-5156, 2015.

KIM, Sang Jun *et al.* Effect of personalized wrist orthosis for wrist pain with three-dimensional scanning and printing technique. **Prosthetics & Orthotics International**, [S.I.], v. 42, n. 6, p. 636-643, dez. 2018. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1177/0309364618785725>.

KOO, Kevin O T *et al.* Distal Radius Fractures: an epidemiological review. **Chinese Orthopaedic Association And Wiley Publishing Asia Pty Ltd**, [S.I.], p. 209-213, 25 abr. 2013.

KOO, Terry K.; LI, Mae Y.. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal Of Chiropractic Medicine**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 155-163, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.

KUMAR, G. Pavan; REGALLA, Srinivasa Prakash. Optimization of Support Material and Build Time in Fused Deposition Modeling (FDM). **Applied Mechanics And Materials**, [S.I.], v. 110-116, p. 2245-2251, 24 out. 2011. Trans Tech Publications, Ltd. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.110-116.2245>.

KUMAR, Pranay Arun; WANG, Stephen Jia. The Design Intervention Opportunities to Reduce Procedural-Caused Healthcare Waste Under the Industry 4.0 Context – A Scoping Review. **Lecture Notes Of The Institute For Computer Sciences, Social Informatics And Telecommunications Engineering**, [S.I.], p. 446-460, 2021. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-73426-8\\_27](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-73426-8_27).

KUMAR, M. Lokesh *et al.* Evaluation of 3D printed customizable hand orthosis for forearm fractures based on Finite Element Modelling. **Materials Today: Proceedings**, [S.I.], p. 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.135>.

KUSIATZA, Haroula. **Otimização Topológica de Órteses de Extremidade Superior Impressas em 3D Personalizadas**. 2019. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Computacional, National Technical University of Chemical Engineering, Atenas, 2019.

KUZNETSOV, Vladimir E. *et al.* Increasing strength of FFF three-dimensional printed parts by influencing on temperature-related parameters of the process. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 26, n. 1, p. 107-121, 6 jan. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/rpj-01-2019-0017>.

KWOK, Dr. Robert. **I broke my hand. how much does the cast weigh? is it heavy?** 2020. Disponível em: <https://www.healthtap.com/q/how-much-does-a-cast-weigh/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

KWON, Juyoun; KIM, Namhun. Performance of wearables and the effect of user behavior in additive manufacturing process. **Fashion And Textiles**, [S.I.], v. 8, n. 1, p. 1-38, 25 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40691-021-00251-y>.

## L.

LAFONTAINE, M.; HARDY, D.; DELINCE, Ph. Stability assessment of distal radius fractures. **Injury**, Great Britain, v. 20, p. 208-210, 1989.

LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, [S.I.], v. 33, p. 159-174, mar. 1977.

LANZOTTI, Antonio *et al.* The impact of process parameters on mechanical properties of parts fabricated in PLA with an open-source 3-D printer. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 21, n. 5, p. 604-617, 2015.

LARSEN, Peder Olesen; VON INS, Markus. The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index. **Scientometrics**, [S.I.], v. 84, n. 3, p. 575-603, 10 mar. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-010-0202-z>.

LARSON, Joe. **3D Printing TIP: designing with supports in mind and the yht rule.** Designing with supports in mind and the YHT rule. 2014. Disponível em: <http://joes3dworkbench.blogspot.com/2014/05/3d-printing-tip-designing-with-supports.html>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LAW, Kaatherine; HOWICK, Jeremy. **Glossary.** Centre for Evidence-Based Medicine - CEBM. Disponível em: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/ebm-tools/glossary>. Acesso em: 07 abr. 2022.

LAY, Makara *et al.* Comparison of physical and mechanical properties of PLA, ABS and nylon 6 fabricated using fused deposition modeling and injection molding. **Composites: Part B**, [S.I.], v. 176, p. 1-8, 2019.

LEE, B.H.; ABDULLAH, J.; KHAN, Z.A. Optimization of rapid prototyping parameters for production of flexible ABS object. **Journal Of Materials Processing Technology**, [S.I.], v. 169, n. 1, p. 54-61, out. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.259>.

LEE, C.s. *et al.* Measurement of anisotropic compressive strength of rapid prototyping parts. **Journal Of Materials Processing Technology**, [S.I.], v. 187-188, p. 627-630, jun. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.11.095>.

LEE, K B. **Principles of Casting.** 2013. Disponível em: <https://healthdocbox.com/Orthopedics/78066007-Principles-of-casting.html>. Acesso em: 18 fev. 2022.

LEEDY, Paul D.; ORMROD, Jeanne Ellis. **Practical Research: planning and design.** 11. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2015. 407 p.

LEMOS, Aline Brionísio. Generalidades da Análise Térmica. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens**, [S.I.], v. 15, n. 3, p. 1-4, 2003.

LENDLEIN, Andreas; KELCH, Steffen. Shape-Memory Polymers. **Angewandte Chemie**, [S.I.], v. 41, p. 2034-2057, 2002.

LEWIN, Simon *et al.* Using Qualitative Evidence in Decision Making for Health and Social Interventions: an approach to assess confidence in findings from qualitative evidence syntheses (grade-cerqual). **Plos Medicine**, [S.I.], v. 12, n. 10, p. 1-18, 27 out. 2015. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1001895>.

LEWIN, Simon *et al.* Applying GRADE-CERQual to qualitative evidence synthesis findings—paper 2: how to make an overall cerqual assessment of confidence and create a summary of qualitative findings table. **Implementation Science**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 11-23, jan. 2018a. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13012-017-0689-2>.

LEWIN, Simon *et al.* Applying GRADE-CERQual to qualitative evidence synthesis findings: introduction to the series. **Implementation Science**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 1-10, jan. 2018b. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13012-017-0688-3>.

LI, Jianyou; TANAKA, Hiroya. Rapid customization system for 3D-printed splint using programmable modeling technique – a practical approach. **3D Printing In Medicine**, [S.I.], v. 4, n. 1, p. 1-21, 25 maio 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s41205-018-0027-6>.

LIKENS, Aaron D.; STERGIOU, Nick. Basic biomechanics. In: STERGIOU, Nick. **Biomechanics And Gait Analysis**. [S.I.]: Elsevier Inc., 2020. Cap. 2. p. 17-65.

LIM, Yeong-Eun *et al.* Design for additive manufacturing of customized cast with porous shell structures. **Journal Of Mechanical Science And Technology**, [S.I.], v. 31, n. 11, p. 5477-5483, 2017.

LIMA, Ana Luiza. **Retenção de líquido: o que é, sintomas, causas e o que fazer. o que é, sintomas, causas e o que fazer.** 2021. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/retencaode-liquido/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

LIN, Hui; SHI, Lin; WANG, Defeng. A rapid and intelligent designing technique for patient-specific and 3D-printed orthopedic cast. **3D Printing In Medicine**, [S.I.], v. 4, n. 2, p. 1-10, 2016.

LINDAU, T. R.. **DISTAL RADIAL FRACTURES AND EFFECTS OF ASSOCIATED LIGAMENT INJURIES.** 2000. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de [S.I.], Lunds Universitet (Sweden), [S.I.], 2000.

LITTELL, Julia H.; CORCORAN, Jacqueline. Systematic Reviews. In: THYER, Bruce. **The Handbook of Social Work Research Methods**. 2. ed. [S.I.]: Sage, 2010. Cap. 17, p. 330.

LUCIANO, Achilles Pedro da Cunha. **Uma Pesquisa Qualitativa das Práticas de Testes de Software no Contexto das Aplicações Móveis.** 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso

de Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

LUSARDI, Michelle M.; JORGE, Millee; NIELSEN, Caroline C. **Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation**. 3. ed. Saint Louis: Elsevier Health Sciences, 2013. 864 p.

## M.

MAGALHÃES, L. C.; VOLPATO, N.; LUERSEN, M. A..Evaluation of stiffness and strength in fused deposition sandwich specimens. **Journal Of The Brazilian Society Of Mechanical Sciences And Engineering**, [S.I.], v. 36, n. 3, p. 449-459, 19 out. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40430-013-0111-1>.

MARSHALL, Ellen; MARQUIER, Basile. **Friedman test in R**. Statstutor (community project). Disponível em: [https://www.sheffield.ac.uk/polopoly\\_fs/1.714578!/file/stcp-marquier-FriedmanR.pdf](https://www.sheffield.ac.uk/polopoly_fs/1.714578!/file/stcp-marquier-FriedmanR.pdf). Acesso em: 16 jan. 2022.

MARSTON, Louise. **Introductory Statistics for Health and Nursing Using SPSS**. [S.I.]: Sage, 2010. 251 p.

MARTIN, Aitor Cazon *et al.* FABRICACIÓN DIGITAL DIRECTA PARA DEPORTES Y APLICACIONES MÉDICAS: tres casos prácticos. **Dyna Ingeniería e Industria**, [S.I.], v. 90, n. 3, p. 622-628, 2015. Publicaciones DYNA. <http://dx.doi.org/10.6036/7690>.

MARTINS, Paulo Victor Ribeiro. **Análise do Fluxo de Energia Vibratória para a Carcaça de um compressor hermético através do Tubo de Descarga de Material Polimérico**. 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MARUSTERI, Marius; BACAREA, Vladimir. Comparing groups for statistical differences: how to choose the right statistical test? **Odabrane Teme Iz Biostatistike**, [S.I.], v. 20, n. 1, p. 15-32, 2010.

MATERIALISE. Materials. Disponível em: <https://www.materialise.com/en/manufacturing/3d-printing-technology/fused-deposition-modeling>. Acesso em: 28 jan. 2022.

MAUCK, Benjamin M.; SWIGLER, Colin W.. Evidence-Based Review of Distal Radius Fractures. **Orthopedic Clinics Of North America**, [S.I.], v. 49, n. 2, p. 211-222, abr. 2018.

MAVROIDIS, Constantinos *et al.* Patient Specific Ankle-foot orthoses using rapid prototyping. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, [S.I.], v. 8, n. 1, p. 1-11, 2011.

MAVUDURU, Amol. **Is Data Really the New Oil in the 21st Century**: exploring the strengths and limitations of this metaphor in the information age.. Exploring the strengths and limitations of this metaphor in the information age.. 2020. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/is-data-really-the-new-oil-in-the-21st-century-17d014811b88>. Acesso em: 15 jan. 2022.

MCGUINNESS, Luke A.; HIGGINS, Julian P. T. Risk of bias VISualization (robvis): an r package and shiny web app for visualizing risk of bias assessments. **Research Synthesis Methods**, [S.I.], v. 12, n. 1, p. 55-61, 6 maio 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jrsm.1411>.

MCHUGH, Mary L. Interrater reliability: the kappa statistic. **Lessons In Biostatistics**, San Diego, v. 22, n. 3, p. 276-282, 2012.

MCKEE, Pat; RIVARD, Annette. Orthoses as enablers of occupation: client-centred splinting for better outcomes. **Canadian Journal Of Occupational Therapy**, [S.I.], v. 71, n. 5, p. 306-315, dez. 2004.

MEDCALC. **Bland-Altman plot**. Disponível em: <https://www.medcalc.org/manual/bland-altman-plot.php>. Acesso em: 19 maio 2022.

MEENA, Sanjay *et al.* Fractures of distal radius: an overview. **Journal Of Family Medicine And Primary Care**, [S.I.], v. 3, n. 4, p. 325, 2014. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/2249-4863.148101>.

MELATTI, Juliana. **Carpo**. 2014. Disponível em: <https://www.infoescola.com/anatomia-humana/carpo/>. Acesso em: 24 jan. 2022.

MELTON III, L. J. *et al.* Long-Term Trends in the Incidence of Distal Forearm Fractures. **Osteoporosis International**, [S.I.], v. 8, p. 341-348, 1998.

MENCHIK, Guy; GOIHAIT, Hanan; KRITCHMAN, Eliahu M.. **THREE-DIMENSIONAL OBJECT PRINTING**. . US n. US 7,725,209 B2. Depósito: 19 jan. 2008. Concessão: 25 maio 2010.

MENDOZA, Adriana Coronado; BENAVIDES, Juliana Palacio; MATTA, Angie Rivera. **MANUAL TEÓRICO PRÁCTICO PARA EL MANEJO DE LAS DISFUNCIONES TEMPOROMANDIBULAR**. 2009. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Odontología, Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad del Magdalena, [S.I.], 2009.

MERRIAM-WEBSTER. **Pilosis**. Merriam-Webster.com Dictionary. Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pilosis>. Acesso em: 17 jan. 2022.

MISHRA, Swayam Bikash; MALIK, Rameez; MAHAPATRA, S. S. Effect of External Perimeter on Flexural Strength of FDM Build Parts. **Arabian Journal for Science and Engineering**, [S.I.], v. 42, p. 4587–4595, 2017. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2598-8>.

MITCHEL, Philip. **Tool and Manufacturing Engineers Handbook: material and part handling in manufacturing**. 4. ed. Dearborn: Society Of Manufacturing Engineers, 1983. 550 p.

MOHAMED, Omar A.; MASOOD, Syed H.; BHOWMIK, Jahar L.. Optimization of fused deposition modeling process parameters: a review of current research and future prospects. **Advances In Manufacturing**, [S.I.], v. 3, n. 1, p. 42-53, 25 fev. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40436-014-0097-7>.

MOHER, David *et al.* Improving the quality of reports of meta-analysis of randomized controlled trials: the quorum statement. **The Lancet**, [S.I.], v. 354, p. 1896-1900, nov. 1999.

MOHER, David *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: the prisma statement. **Plos Medicine**, [S.I.], v. 6, n. 7, p. 1-6, 21 jul. 2009. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.

MONLEVADE, Eduardo; TOFFOLI, Samuel; VALERA, Ticiane Sanchez. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: Materiais Poliméricos**. 2019. USP. Disponível em: <http://www.pmt.usp.br/pmt5783/Aula%20de%20pol%C3%Admeros%20-%20generalidade%20e%20estrutura.pdf>. Acesso em 27 jan. 2022.

MONROE©. Global Industrial Manufacturing Company. **Retraction**: how it works in 3d printing. How It Works in 3D Printing. 2020. Disponível em: <https://monroeengineering.com/blog/retraction-how-it-works-in-3d-printing/>. Acesso em: 12 maio 2022.

MOOIJ, Charlotte Désirée Yvonne. **The future of fracture management**: feasibility of in-house design, production and implementation of 3d printed wrist casts for the treatment of distal radius fractures. 2021. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Technical Medicine, Biomechanical Engineering, Delft University Of Technology, [S.I.], 2021.

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta; CAMARGO, Luis Felipe Riehs. Revisão sistemática da literatura. In: DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015. Cap. 6. p. 141-172.

MULROW, Cynthia D. The Medical Review Article: state of the science. **The Literature Of Medicine**: Annals of Internal Medicine, [S.I.], v. 106, n. 3, p. 485-488, mar. 1987.

MUNTHE-KAAS, Heather *et al.* Applying GRADE-CERQual to qualitative evidence synthesis findings—paper 3: how to assess methodological limitations. **Implementation Science**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 26-32, jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13012-017-0690-9>.

MUWAFFAK, Zaid *et al.* Patient-specific 3D scanned and 3D printed antimicrobial polycaprolactone wound dressings. **International Journal Of Pharmaceutics**, [S.I.], v. 527, n. 1-2, p. 161-170, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.04.077>.

N.

NANCHARAI AH, T.; RAJU, D. Ranga; RAJU, V. Ramachandra. An experimental investigation on surface quality and dimensional accuracy of FDM components. **International Journal On Emerging Technologies**, [S.I.], v. 1, n. 2, p. 106-111, 2010.

NANCHARAI AH, T. Optimization of Process Parameters in FDM Process Using Design of Experiments. **International Journal On Emerging Technologies**, [S.I.], v. 2, n. 1, p. 100-102, 2011.



NASCIMENTO, Andréa Gonçalves do. **Plataforma Dimensions para editores de periódicos**. Fortaleza, 2019. 40 slides, color. Disponível em: [https://www.abcbrasil.org.br/eventos/meeting\\_2019/palestras/terca/andrea.pdf](https://www.abcbrasil.org.br/eventos/meeting_2019/palestras/terca/andrea.pdf). Acesso em: 04 abr. 2022.

NCITHEAURUS. **Skin Ischemic Condition (Code C35600)**: terms & properties. Terms & Properties. Disponível em: <https://ncit.nci.nih.gov/ncitbrowser/pages/home.jsf;jsessionid=9E0B6605FD6841A461873FCB6C22F5DC>. Acesso em: 17 jan. 2022.

NEEDLEMAN, Ian G. A guide to systematic reviews. **Journal Of Clinical Periodontology**, [S.I.], v. 29, n. 3, p. 6-9, 2002.

NELLANS, Kate W.; KOWALSKI, Evan; CHUNG, Kevin C.. The Epidemiology of Distal Radius Fractures. **Hand Clinics**, [S.I.], v. 28, n. 2, p. 113-125, maio 2012.

NESBITT, Kristin S.; FAILLA, Joseph M.; LES, Clifford. Assessment of instability factors in adult distal radius fractures. **The Journal Of Hand Surgery**, [S.I.], v. 29, n. 6, p. 1128-1138, nov. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2004.06.008>.

NHS, England. National Health Service. **Improving the Quality of Orthotics Services in England**. 2015. Disponível em: <https://www.england.nhs.uk/commissioning/wp-content/uploads/sites/12/2015/11/orthcs-final-rep.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2022.

NHS. National Health Service. **Swollen arms and hands: (oedema)**. (oedema). 2019. National Health Service. Disponível em: <https://www.nhs.uk/conditions/swollen-arms-and-hands-oedema/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

NICE. National Institute For Health And Care Excellence. **The social care guidance manual**. 2016. Disponível em: [nice.org.uk/process/pmg10](http://nice.org.uk/process/pmg10). Acesso em: 14 fev. 2022.

NOVAKOVA-MARCINCINOVA, L *et al.* Special Materials Used in FDM Rapid Prototyping Technology Application. **International Conference on Intelligent Engineering Systems**, [S.I.], v. 16, p. 73-76, 2012.

NOYES, Jane *et al.* Applying GRADE-CERQual to qualitative evidence synthesis findings—paper 6: how to assess relevance of the data. **Implementation Science**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 51-61, jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13012-017-0693-6>.

NUNNALLY, Jum C.; BERNSTEIN, Ira H.. **PSYCHOMETRIC THEORY**. 3. ed. [S.I.]: McGraw-Hill, Inc., 1994. 752 p.

## O.

O'CONNELL, Jackson. **PLA Plastic: material :the ultimate guide**. Material –The Ultimate Guide. 2021. All3DP. Disponível em: <https://all3dp.com/2/what-is-pla-plastic-material-properties/>. Acesso em: 09 fev. 2022.

OGILVIE, David *et al.* The harvest plot: a method for synthesising evidence about the differential effects of interventions. **Bmc Medical Research Methodology**, [S.I.], v. 8, n. 1, p. 1-7, 25 fev. 2008. Springer Science and Business Media LLC.  
<http://dx.doi.org/10.1186/1471-2288-8-8>.

OLIVEIRA, Renner. **Cinesiologia II**: cinesiologia das articulações. Cinesiologia das articulações. 2020. Disponível em:  
[https://ead.gnomio.com/pluginfile.php/750/mod\\_resource/content/1/CINESIOLOGIA%20II-%20ESTUDO%20DO%20MOVIMENTO.pdf](https://ead.gnomio.com/pluginfile.php/750/mod_resource/content/1/CINESIOLOGIA%20II-%20ESTUDO%20DO%20MOVIMENTO.pdf). Acesso em: 03 fev. 2022.

OMNEXUS. **High Temperature Thermoplastics**: Pyramid of Plastics Performance. Disponível em: <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/high-temperature-thermoplastics>. Acesso em: 31 jan. 2022.

ONSHAPE. **Top 5 Design Tips for 3D Printing**, 2016. Disponível em:  
<https://www.onshape.com/en/resource-center/tech-tips/top-5-design-tips-for-3d-printing>. Acesso em: 24 jun. 2022.

ORFIT INDUSTRIES. **ORFIT® CLASSIC**. 2021. INSTRUCTIONS FOR USE. Disponível em: <https://www.orfit.com/app/uploads/31000-Orfit-Classic.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2022.

OROZCO, Pilar San Pedro *et al.* Aesthetics in Orthopedic Products. **Proceedings Of The Seventh International Conference On Technological Ecosystems For Enhancing Multiculturality**, [S.I.], p. 372-379, 16 out. 2019. ACM.  
<http://dx.doi.org/10.1145/3362789.3362826>.

ORTHOINFO. American Academy Of Orthopaedic Surgeons. **Distal Radius Fractures (Broken Wrist)**. 2022. Disponível em: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/distal-radius-fractures-broken-wrist/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ODD, T. A. M. *et al.* Effectiveness of 3D-printed orthoses for traumatic and chronic hand conditions: a scoping review. **Plos One**, [S.I.], v. 16, n. 11, p. 1-18, 18 nov. 2021. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0260271>.

OUZZANI, Mourad *et al.* Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic Reviews**, [S.I.], v. 5, n. 1, p. 1-10, dez. 2016. Springer Science and Business Media LLC.  
<http://dx.doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>.

## P.

PAGE, Matthew J *et al.* PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **Bmj**, [S.L.], p. 1-36, 29 mar. 2021. BMJ.  
<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n160>.

PALOUSEK, David *et al.* Pilot study of the wrist orthosis design process. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 20, n. 1, p. 27-32, 14 jan. 2014.

PAPAIOANNOU, Diana *et al.* Literature searching for social science systematic reviews: consideration of a range of search techniques. **Health Information & Libraries Journal**,

[S.I.], v. 27, n. 2, p. 114-122, 11 out. 2009. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00863.x>.

PAPAVASILIOU, Theodora *et al.* Three-dimensional Printed Customized Adjustable Mallet Finger Splint: a cheap, effective, and comfortable alternative. **Plastic And Reconstructive Surgery: Global Open**, [S.I.], v. 9, n. 3, p. 1-3, 2021.

PAPE, Theresa Louise Bender; KIM, J.; WEINER, B.. The shaping of individual meanings assigned to assistive technology: a review of personal factors. **Disability And Rehabilitation**, [S.I.], v. 24, p. 5-20, 2002.

PARANÁ. Secretaria da Educação. Governo do Estado do Paraná. **Energia**: alavancas de primeira classe ou interfixas. Alavancas de primeira classe ou interfixas. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1645&evento=4>. Acesso em: 18 fev. 2022.

PATERSON, Abby M; DONNISON, Ella; BIBB, Richard J; CAMPBELL, R Ian. Computer-aided design to support fabrication of wrist splints using 3D printing: a feasibility study. **Hand Therapy**, [S.I.], v. 19, n. 4, p. 102-113, 1 set. 2014. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1758998314544802>.

PATERSON, Abby Megan *et al.* Comparing additive manufacturing technologies for customised wrist splints. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 21, n. 3, p. 230-243, 20 abr. 2015.

PELLEY, Janet. **3-D printer emissions raise concerns and prompt controls**. 2018. Disponível em: <https://cen.acs.org/articles/96/i13/3-D-printer-emissions-raise.html>. Acesso em: 07 jan. 2022.

PENROD, Janice; PRESTON, Deborah Bray; CAIN, Richard E.; STARKS, Michael T.. A Discussion of Chain Referral As a Method of Sampling Hard-to-Reach Populations. **Journal Of Transcultural Nursing**, [S.I.], v. 14, n. 2, p. 100-107, abr. 2003. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1043659602250614>.

PEREIRA, Maurício Gomes; GALVÃO, Taís Freire. Heterogeneidade e viés de publicação em revisões sistemáticas. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 775-778, 2014.

PETERS, Micah D.J. *et al.* Guidance for conducting systematic scoping reviews. **International Journal Of Evidence-Based Healthcare**, [S.I.], v. 13, n. 3, p. 141-146, set. 2015. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/xeb.0000000000000050>.

PFENNINGER, John L.; FOWLER, Grant C. **Procedures for Primary Care**. 3. ed. Philadelphia: Elsevier, 2011. 1776 p.

PFIZER. **TROMBOEMBOLISMO VENOSO (TEV)**. 2020. Disponível em: <https://www.pfizer.com.br/sua-saude/seu-coracao/tromboembolismo-venoso-tev>. Acesso em: 29 mar. 2022.

PHAM, D. T.; DIMOV, S. S.; O'HAGAN, V.. **Advances in Manufacturing Technology**: xv. London: Professional Engineering Publishing Limited, 2001. 490 p.

PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes. **GESSO RECICLADO**: avaliação de propriedades para uso em componentes. 2011. 304 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unicamp, Campinas, 2011.

PINTO, Adilson Luiz; GONZALEZ-AGUILAR, Audilio. Visibilidad de los estudios en análisis de redes sociales en América del Sur: su evolución y métricas de 1990-2013. **TransInformação**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 253-267, 2014.

PINTO, Maria Clara Cavalini. **Avaliação das propriedades do gesso reciclado contendo aditivos**. 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Arquitetura e Construção, Unicamp, Campinas, 2014.

PIRES, Magda Carvalho *et al.* **Estatística não paramétrica básica no software R**: uma abordagem por resolução de problemas. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Exatas Departamento de Estatística, 2018. 27 p.

PLASTER Burn. Disponível em: <https://www.medicalexperts.co.uk/treatment-guide/plaster-burn/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

PLASTICS MATERIAL SELECTION: Engineering Materials. Disponível em: <https://divplast.com/plastics-material-selection/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

PMI®. Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**: Guia PMBOK®. 6. ed. [S.I.]: Project Management Institute, Inc., 2017. 726 p.

POCINHO, Margarida. **Lições de Metanálise**: um trabalho de compilação. [S.I.]: [S.I.], 2008. 112 p.

POLIT, Denise F.. Getting serious about test–retest reliability: a critique of retest research and some recommendations. **Quality Of Life Research**, [S.I.], v. 23, n. 6, p. 1713-1720, 7 fev. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11136-014-0632-9>.

POPESCU, Diana *et al.* Fast production of customized three-dimensional-printed hand splints. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 26, n. 1, p. 134-144, 2020.

PORTNOVA, Alexandra A. *et al.* Design of a 3D-printed, open-source wrist-driven orthosis for individuals with spinal cord injury. **Plos One**, [S.I.], v. 13, n. 2, p. 1-18, 22 fev. 2018. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0193106>.

PRABHU, Rohan *et al.* Maximizing design potential: investigating the effects of utilizing opportunistic and restrictive design for additive manufacturing in rapid response solutions. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 27, n. 6, p. 1161-1171, 16 jun. 2021. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/rpj-11-2020-0297>.

PRATES, Ricardo Menezes. **METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO NÃO INVASIVA DO TEMPO DE ENRIJECIMENTO DO GESSO**. 2015. 75 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Ciência dos Materiais, PgcM, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2015.

PUZIO, Thaddeus J. *et al.* The electric scooter: a surging new mode of transportation that comes with risk to riders. **Traffic Injury Prevention**, [S.I.], v. 21, n. 2, p. 175-178, 2020.

## R.

RAGHAVAN, J; MESHII, M. Creep of polymer composites. **Composites Science And Technology**, [S.I.], v. 57, n. 12, p. 1673-1688, jan. 1998. Elsevier BV.  
[http://dx.doi.org/10.1016/s0266-3538\(97\)00104-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0266-3538(97)00104-8).

RAMSEY, L; WINDER, R; MCVEIGH, J. The effectiveness of working wrist splints in adults with rheumatoid arthritis: a mixed methods systematic review. **Journal Of Rehabilitation Medicine**, [S.I.], v. 46, n. 6, p. 481-492, 2014. Medical Journals Sweden AB.  
<http://dx.doi.org/10.2340/16501977-1804>.

RAYEGANI, Farzad; ONWUBOLU, Godfrey C. Fused deposition modelling (FDM) process parameter prediction and optimization using group method for data handling (GMDH) and differential evolution (DE). **The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology**, [S.I.], v. 73, n. 1-4, p. 509-519, 25 abr. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-014-5835-2>.

REED, Jeffrey G.; BAXTER, Pam M. Using Referece Databases. In: COOPER, Harris; HEDGES, Larry V.; VALENTINE, Jeffrey C. **Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis**. 2. ed. New York: Russel Sage Foundation, 2009. Cap. 5. p. 73-101.

REESE, Jessica; SEO, Jinsil Hwaryoung; SRINAVASA, Arun. Orthorigami: implementing shape-memory polymers for customizing orthotic applications. **Tei '20: Proceedings of the Fourteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction**, Sydney, p. 123-130, 09 fev. 2020.

RESINS: Hygroscopic or non-hygroscopic. Hygroscopic or non-hygroscopic. 2020. Plastics News. Disponível em: <https://www.plasticsnews.com/drying/resins-hygroscopic-or-non-hygroscopic>. Acesso em: 16 dez. 2021.

REZENDE, Joffre M. de. MORBIDADE, MORBILIDADE. **Revista de Patologia Tropical**, [S.I.], v. 41, n. 2, p. 247-248, 12 jul. 2012. Universidade Federal de Goiás.  
<http://dx.doi.org/10.5216/rpt.v41i2.19334>.

RIBEIRO, Abrahão Severo. **Produção de Gesso Reciclado a Partir de Resíduos Oriundos da Construção Civil**. 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

RICHARDS, T. *et al.* Acute Hand Injury Splinting – the good, the bad and the ugly. **Annals of the Royal College of Surgeons of England**, [S.I.], v. 100, n. 2, p. 92-96, 2018.

RIEDEL, Julia *et al.* The early ontogeny of human: dog communication. **Animal Behaviour**, [S.I.], v. 75, p. 1003-1014, 2008.

ROCKWOOD; GREEN'S. **Fractures in Adults**. 8. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015. 2769 p.

ROUQUAYROL, Maria Zélia; GURGEL, Marcelo. **Epidemiologia e Saúde**. 8. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2021. 744 p.

ROWAN, David. **3D printing**: an 'industrial revolution in the digital age'?. An 'Industrial Revolution in the Digital Age'?. 2011. Disponível em: <https://www.wired.com/2011/05/3d-printing-an-industrial-revolution-in-the-digital-age/>. Acesso em: 04 jan. 2022.

ROWLEY, Jennifer. **A biblioteca eletrônica**. 2. ed. Brasília: Briquet de Lemos / Livros, 2002. 399 p. Tradução de Antonio Agenor.

RSTUDIO TEAM (Boston). **RStudio**: integrated development environment for r. studio. Integrated Development Environment for R. Studio. 2021. PBC. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>.

## S.

SACCHI, Lina. **Diseño y prototipado de órtesis correctora de columna con tecnología de impresión 3D para escoliosis idiopática en una paciente adolescente**. 2021. 150 f. TCC (Graduação) -Curso de Bioingeniería, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires, 2021.

SAMPAIO, Cláudio Luís Marques. **Guia Maker de Impressão 3D**: teoria e prática consolidadas. 0.99.3. ed. [S.I.]: Creative Commons, 2017. 507 p. Disponível em: <http://www.makerlinux.com.br/ebook>. Acesso em: 18 mar. 2022.

SANDELOWSKI, Margarete; BARROSO, Julie. Classifying the Findings in Qualitative Studies. **Qualitative Health Research**, [S.I.], v. 13, n. 7, p. 905-923, set. 2003. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1049732303253488>.

SANTOS, Dirceu Pereira dos. **PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS DE POLI(ACETATO DE VINILA) (PVAc) E POLI(ACETATO DE VINILA-co-METACRILATO DE METILA) (PVAc-co-PMMA) PARA IMOBILIZAÇÃO DE L-ASPARAGINASE, BSA E LIsozima**. 2014. 201 f. Tese (Doutorado) -Curso de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, Eduardo José Ferreira dos; CUNHA, Madalena. CRITICAL INTERPRETATION OF STATISTICAL RESULTS OF A META-ANALYSIS: methodological strategies. **Millenium**, [S.I.], v. 44, p. 85-98, 2013.

SANTOS, Kionna Oliveira Bernardes; CARVALHO, Fernando Martins; ARAÚJO, Tânia Maria de. Internal consistency of the self-reporting questionnaire-20 in occupational groups. **Revista de Saúde Pública**, [S.I.], v. 50, p. 1-10, 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1518-8787.2016050006100>.

SEBASTIN, Sandeep Jacob; CHUNG, Kevin C. Conduta nas Fraturas de Pulso. In: GRABB; SMITH'S. **Cirurgia Plástica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter Publicações, 2018. Cap. 76. Tradução de Nelson Gomes de Oliveira, Ediane Chimello, Sandra Mallman *et al.*.

SHAKIBA, Mohamadreza *et al.* Nylon—A material introduction and overview for biomedical applications. **Polymers For Advanced Technologies**, [S.I.], v. 32, n. 9, p. 3368-3383, 11 maio 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/pat.5372>.

SHEHOVYCH, *et al.* Adult distal radius fractures classification systems: essential clinical knowledge or abstract memory testing?. **The Annals Of The Royal College Of Surgeons Of England**, [S.I.], v. 98, n. 8, p. 525-531, nov. 2016. Royal College of Surgeons of England. <http://dx.doi.org/10.1308/rcsann.2016.0237>.

SILVA, Eloar Froboese da *et al.* IMPRESSÃO 3D APLICADA À TECNOLOGIA ASSISTIVA. **Revista Destaques Acadêmicos**, [S.I.], v. 12, n. 4, p. 181-193, 28 dez. 2020. Editora Univates. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v12i4a2020.2657>.

SIMPLIFY3D. **Blobs and Zits**. Disponível em: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/blobs-and-zits/>. Acesso em: 16 mar. 2022a.

SIMPLIFY3D. **Scars on Top Surface**. Disponível em: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/scars-on-top-surface/>. Acesso em: 16 mar. 2022b.

SIMPLIFY3D. **Curling or Rough Corners**. Disponível em: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/curling-or-rough-corners/>. Acesso em: 16 mar. 2022c.

SIMPLIFY3D. **Rafts, Skirts and Brims!** Disponível em: <https://www.simplify3d.com/support/articles/rafts-skirts-and-brims/>. Acesso em: 16 fev. 2022d.

ŠIMUNDIĆ, Ana-Maria. Confidence interval. **Odabrane Teme Iz Biostatistike**, [S.I.], v. 18, n. 2, p. 154-161, 2008.

SINGH, Sunpreet; RAMAKRISHNA, Seeram; SINGH, Rupinder. Material Issues in Additive Manufacturing: A Review. **Journal of Manufacturing Processes**, [S.I.], v. 25, p. 185-200, jan. 2017.

SLAVIN, Robert E.. BEST EVIDENCE SYNTHESIS: an intelligent alternative to meta-analysis. **Journal Of Clinical Epidemiology**, [S.I.], v. 48, n. 1, p. 9-18, 1995.

SME MEDIA STAFF. **Regulations Need to Evolve with Additive Manufacturing in Healthcare**. 2021. Society of Manufacturing Engineers. Disponível em: <https://www.sme.org/technologies/articles/2021/september/regulations-need-to-evolve-with-additive-manufacturing-in-healthcare/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

SNOWBALL Sampling: Chain Referral Sampling. Chain Referral Sampling. 2009. Disponível em: <https://explorable.com/snowball-sampling>. Acesso em: 08 fev. 2022.

SOLGAARD, Seren. Function after distal radius fracture. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, [S.I.], v. 59, n. 1, p. 39-42, jan. 1988. Medical Journals Sweden AB. <http://dx.doi.org/10.3109/17453678809149341>.

SOLOMAN, Dr. Sabrie. **3D Bioprinting Revolution**. New Delhi: Khanna Publishing House, 2020. 336 p.

SOOD, Anoop Kumar; OHDAR, R.K.; MAHAPATRA, S.s. Improving dimensional accuracy of Fused Deposition Modelling processed part using grey Taguchi method. **Materials & Design**, [S.I.], v. 30, n. 10, p. 4243-4252, dez. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2009.04.030>.

SOOD, Anoop Kumar; OHDAR, R.K.; MAHAPATRA, S.s. Parametric appraisal of mechanical property of fused deposition modelling processed parts. **Materials & Design**, [S.I.], v. 31, n. 1, p. 287-295, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2009.06.016>.

SOUZA, Mauren Abreu de *et al.* Proposal of custom made wrist orthoses based on 3D modelling and 3D printing. In: 2017 39TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY (EMBC), 39., 2017, Jeju. **Conference**. Jeju: Ieee, 2017. p. 3789-3792.

SSOC. **Bone Fracture: Distal Radius Fracture (Wrist Fracture)**. 2021. Singapore Sports and Orthopaedic Clinic Medical Group. Disponível em: <https://www.boneclinic.com.sg/orthopaedic-conditions/fracture/distal-radius-fracture/>. Acesso em: 27 fev. 2022.

STRATASYS. **FDM vs. PolyJet: a tale of two 3d printing technologies**. A Tale of Two 3D Printing Technologies. Disponível em: <https://www.stratasysdirect.com/manufacturing-services/3d-printing/fdm-vs-polyjet-tale-of-two-3d-printing-technologies>. Acesso em: 13 jan. 2022a.

STRATASYS. **FDM Support Materials**. Disponível em: <https://support.stratasys.com/en/materials/fdm/fdm-support-materials>. Acesso em: 22 fev. 2022b.

SUN, Q. *et al.* Effect of processing conditions on the bonding quality of FDM polymer filaments. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 14, n. 2, p. 72-80, 28 mar. 2008. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552540810862028>.

SUTTER, Ellie. **Fiberglass Casts Don't Cramp Style**. 1993. The Oklahoman. Disponível em: <https://www.oklahoman.com/article/2422201/fiberglass-casts-dont-cramp-style>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SWANSON, William J. *et al.* **HIGH TEMPERATURE MODELING APPARATUS**. Titular: Stratasys, Inc.. US n. 6722872 B1. Depósito: 23 jun. 2000. Concessão: 20 abr. 2004.

SYAM, Wahyudin P.; MANNAN, M. A.; AL-AHMARI, A. M.. Rapid prototyping and rapid manufacturing in medicine and dentistry. **Virtual And Physical Prototyping**, [S.I.], v. 6, n.



2, p. 79-109, jun. 2011. Informa UK Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1080/17452759.2011.590388>.

## T.

TAHRIRIAN, Mohammad Ali *et al.* Evaluation of instability factors in distal radius fractures. **Journal Of Research In Medical Sciences**, [S.I.], v. 18, p. 892-896, 2013.

TANG, Kai; PANG, Anthony. Optimal connection of loops in laminated object manufacturing. **Computer-Aided Design**, [S.I.], v. 35, n. 11, p. 1011-1022, set. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0010-4485\(02\)00162-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0010-4485(02)00162-8).

TAYLOR, E; HANNA, J; BELCHER, H.J.C.R. Splinting of the hand and wrist. **Current Orthopaedics**, [S.I.], v. 17, n. 6, p. 465-474, dez. 2003. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cuor.2003.09.001>.

TEHRANI, Masha. A., AKBARI, Abozar, MAJUMDER, Mainak. Polyactic Acid (PLA) Layered Silicate Nanocomposites. **Handbook of Polymer nanocomposites: Processing, Performance and Application**, [S.I.], v. A, p. 53-67, 2014.

TERMOS Anatômicos: Termos de Comparação. Termos de Comparação. Disponível em: <https://www.auladeanatomia.com/novosite/pt/generalidades/termos-anatomicos/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

TESTES não-paramétricos: Teste de Friedman no R. Realização de Fernanda Fiel Peres. [S.I.]: Fernanda Fiel Peres, 2020. (38 min.), online, color. Legendado. Série Curso de Estatística Aplicada no R.

TEUNIS, Teun; NOTA, Sjoerd P. F. T.; SCHWAB, Joseph H.. Do Corresponding Authors Take Responsibility for Their Work? A Covert Survey. **Clinical Orthopaedics & Related Research**, [S.I.], v. 473, n. 2, p. 729-735, fev. 2015. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-014-3868-3>.

THE Axial & Appendicular Skeleton. Disponível em: <https://www.teachpe.com/anatomy-physiology/axial-appendicular-skeleton>. Acesso em: 27 dez. 2021.

THE ROYAL CHILDREN'S HOSPITAL MELBOURNE (Australia). **Management Principles: closed reduction and casting**. Closed reduction and casting. Disponível em: [https://www.rch.org.au/fracture-education/management\\_principles/Management\\_Principles/](https://www.rch.org.au/fracture-education/management_principles/Management_Principles/). Acesso em: 18 fev. 2022.

THOMÉ, Antônio Márcio Tavares; SCAVARDA, Luiz Felipe; SCAVARDA, Annibal José. Conducting systematic literature review in operations management. **Production Planning & Control**, [S.I.], v. 27, n. 5, p. 408-420, 11 jan. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2015.1129464>.

THOMPSON, Paul W.; TAYLOR, Julia; DAWSON, Adrian. The annual incidence and seasonal variation of fractures of the distal radius in men and women over 25 years in Dorset, UK. **Injury**, [S.I.], v. 35, n. 5, p. 462-466, maio 2004.

THOMSON, Hilary J; THOMAS, Sian. The effect direction plot: visual display of non :standardised effects across multiple outcome domains. **Research Synthesis Methods**, [S.I.], v. 4, n. 1, p. 95-101, 12 out. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jrsm.1060>.

THREADS ou Stringing na impressão 3D. 2021. Disponível em: <https://www.impresoras3d.com/pt/amarrando-fios-em-nossas-peças/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

THRIMURTHULU, K; PANDEY, Pulak M; REDDY, N Venkata. Optimum part deposition orientation in fused deposition modeling. **International Journal Of Machine Tools And Manufacture**, [S.I.], v. 44, n. 6, p. 585-594, maio 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2003.12.004>.

TRAUNER, Kenneth B.. The Emerging Role of 3D Printing in Arthroplasty and Orthopedics. **The Journal Of Arthroplasty**, [S.I.], v. 33, n. 8, p. 2352-2354, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.033>.

T-TAPE. **B-cast**. T-Tape Company B.V. Disponível em: <http://www.turbocast.eu/en/products/orthopedics/b%20cast.html>. Acesso em: 27 abr. 2022.

## U.

ULTIMAKER. Support. **How to fix warping**. 2021. Disponível em: <https://support.ultimaker.com/hc/en-us/articles/360012113239-How-to-fix-warping>. Acesso em: 15 fev. 2022.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARIES. **Searching the Literature**: a guide to comprehensive searching in the health. A Guide to Comprehensive Searching in the Health. 2022. Disponível em: <https://guides.library.utoronto.ca/comprehensivesearching>. Acesso em: 30 mar. 2022.

USA. Guidance nº [S.I.], de 10 de maio de 2016. **Technical Considerations For Additive Manufactured Medical Devices**: Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. p. 1-27.

## V.

VALENTINE, Jeffrey C.; PIGOTT, Therese D.; ROTHSTEIN, Hannah R.. How Many Studies Do You Need? **Journal Of Educational And Behavioral Statistics**, [S.I.], v. 35, n. 2, p. 215-247, abr. 2010. American Educational Research Association (AERA). <http://dx.doi.org/10.3102/1076998609346961>.

VAN HELDEN, T.M.N. **A laser-cut thermoformed orthosis for distal radius fractures**: revolutionizing fracture treatment. In: UNIVERSITY OF TWENTE STUDENT THESES, .., 2020, Online. Colloquium. Enschede: University Of Twente, 2020. p. 1-38.

VEEHOF, Martine M. *et al.* Determinants of the Use of Wrist Working Splints in Rheumatoid Arthritis. **Arthritis & Rheumatism**: (Arthritis Care & Research), [S.I.], v. 59, n. 4, p. 531-536, 15 abr. 2008.

VET, Henrica C. W. de *et al.* **Measurement in Medicine: a practical guide.** New York: Cambridge University Press, 2011.

VIALI, Dr. Lorí. **Análise Estatística Não Paramétrica.** Porto Alegre: Ufrgs. 43p. 2008.

VIGLER, Mordechai; AVILES, Alberto; LEE, Steve K.. CHAPTER 25: other carpal fractures: lunate, triquetrum, capitate, hamate, hamate hook, trapezoid/trapezium. In: VIGLER, Mordechai. **Principles and Practice of Wrist Surgery.** [S.I.]: Elsevier, 2010. p. 289-300.

VIKINGS. **Support material in 3D printing.** 2020. Disponível em: <https://3dvikings.com/support-material-in-3d-printing/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

VOLPATO, Neri *et al.* Reducing repositioning distances in fused deposition-based processes using optimization algorithms. In: BÁRTOLO, Paulo Jorge da Silva *et al.* **High Value Manufacturing: advanced research in virtual and rapid prototyping.** Leiden: Crc Press, 2013. p. 417-422.

VOLPATO, Neri *et al.* **Manufatura Aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3d.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2017. 400 p.

VOLPON, José Batista. **Fundamentos de Ortopedia e Traumatologia.** [S.I.]: Atheneu, 2013. 437 p.

## W.

WAGNER, Joan B. *et al.* Three professions come together for an interdisciplinary approach to 3D printing: occupational therapy, biomedical engineering, and medical librarianship. **Journal Of The Medical Library Association**, [S.I.], v. 106, n. 3, p. 370-376, jul. 2018.

WAH, Pang King *et al.* Tool path optimization in layered manufacturing. **Iie Transactions**, [S.I.], v. 34, n. 4, p. 335-347, abr. 2002. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/07408170208928874>.

WANG, Tian-Ming; XI, Jun-Tong; JIN, Ye. A model research for prototype warp deformation in the FDM process. **The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology**, [S.I.], v. 33, n. 11-12, p. 1087-1096, 14 abr. 2006. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-006-0556-9>.

WANG, Che Chung; LIN, Ta-Wei; HU, Shr-Shiung. Optimizing the rapid prototyping process by integrating the Taguchi method with the Gray relational analysis. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 13, n. 5, p. 304-315, 2 out. 2007. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13552540710824814>.

WEBSTER, Jane; WATSON, Richard T. ANALYZING THE PAST TO PREPARE FOR THE FUTURE: writing a literature review. **Management Information Systems Quarterly**, [S.I.], v. 26, n. 2, p. 13-23, jun. 2002.

WEIDONG, Yang. Optimal path planning in Rapid Prototyping based on genetic algorithm. **2009 Chinese Control And Decision Conference**, [S.I.], p. 5068-5072, jun. 2009. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ccdc.2009.5194966>.

WEYER, Stephan *et al.* Towards Industry 4.0: standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. **International Federation Of Automatic Control**, [S.I.], v. 48, n. 3, p. 579-584, 2015.

WHITING, Penny *et al.* ROBIS: a new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. **Journal Of Clinical Epidemiology**, [S.I.], v. 69, p. 225-234, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.06.005>.

WILLIAM GUEY. Printit3D. **Tipos de materiais de Impressão 3D e suas aplicações**. 2020. Atualizado em 11 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.printit3d.com.br/post/tipos-de-materiais-de-impressao-3d-e-suas-aplicacoes>. Acesso em: 20 jan. 2022.

WILLIAMS, Kristine G. *et al.* A Randomized Controlled Trial of Cast Versus Splint for Distal Radial Buckle Fracture: an evaluation of satisfaction, convenience, and preference. **Pediatric Emergency Care**, [S.I.], v. 29, n. 5, p. 555-559, 05 maio 2013.

WIRTZ, Roman *et al.* Three-dimensional analysis of the gap space under forearm casts. **Chinese Journal Of Traumatology**, [S.I.], v. 25, n. 2, p. 77-82, mar. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjte.2021.05.007>.

WISHBOX. **Impressão 3D com filamento nylon: Tudo o que você precisa saber**. 2021. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/blog/nylon-filamento-3d/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. **Proceedings Of The 18Th International Conference On Evaluation And Assessment In Software Engineering - Ease '14**, [S.I.], p. 1-10, 2014. ACM Press. <http://dx.doi.org/10.1145/2601248.2601268>.

WREN, Jonathan D; GRISSOM, Joe e; CONWAY, Tyrrell. E-mail decay rates among corresponding authors in MEDLINE. **Embo Reports**, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 122-127, fev. 2006. EMBO. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.embor.7400631>.

## X.

XU, Li da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal Of Production Research**, [S.I.], v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018.

## Y.

YAN, Wei *et al.* Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture. **Journal Of Medical Systems**, [S.I.], v. 43, n. 8, p. 1-10, 13 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-019-1404-4>.

## Z.

ZEIDLER, Stephen. **Additive Manufacturing in Orthopedics**. 2020. Society of Manufacturing Engineers. Disponível em: <https://www.sme.org/technologies/articles/2020/may/additive-manufacturing-in-orthopedics/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ZHANG, Qian *et al.* Chemical Composition and Toxicity of Particles Emitted from a Consumer-Level 3D Printer Using Various Materials. **Environmental Science & Technology**, [S.I.], v. 53, p. 12054-12061, 2019.

ZHENG, Yanan *et al.* Effects of a 3D-printed orthosis compared to a low-temperature thermoplastic plate orthosis on wrist flexor spasticity in chronic hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, [S.I.], v. 34, n. 2, p. 194-204, 5 nov. 2019. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215519885174>.



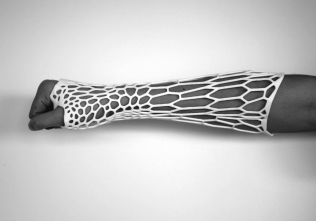





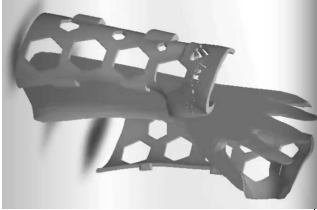





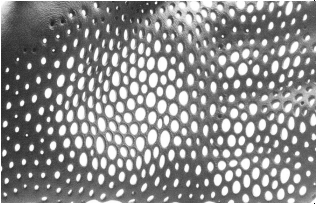
ZIEKENHUIS ST. JANSDAL. **Behandeling bij kleine greenstick fractures**. Disponível em: <https://www.stjansdal.nl/folders/pols-fractuur-bij-kinderen>. Acesso em: 22 fev. 2022.

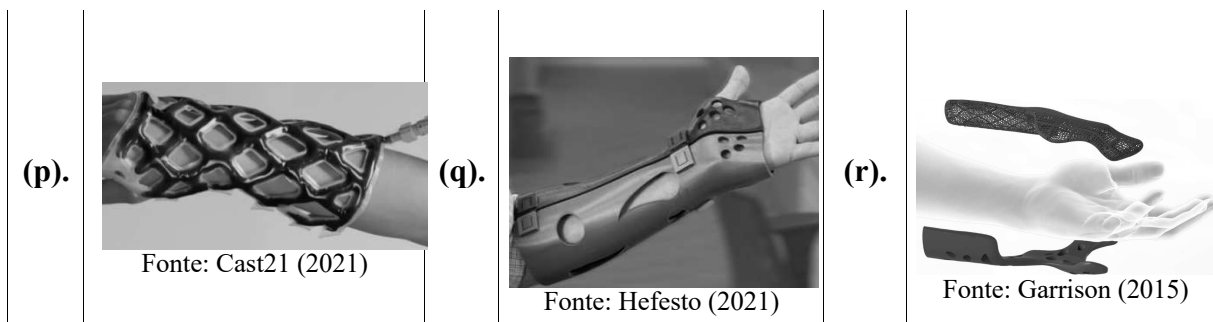
ZUNIGA, Jorge M.; STERGIOU, Nick. Future directions in biomechanics: 3d printing. In: STERGIOU, Nick. **Biomechanics and Gait Analysis**. [S.I.]: Elsevier Inc., 2020. Cap. 11. p. 345-373.

**APÊNDICE A – HEALTHTECH'S NA ORTOPEDIA ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D**

<b>Healthtech / Criador</b>	<b>Projeto</b>	<b>País</b>	<b>Página ref., ao produto</b>	<b>Imagem</b>	<b>Tecnologia</b>
Activarmor	-	Estados Unidos	<a href="https://activarmor.com">https://activarmor.com</a>	(a)	FDM
Andiamo	-	Inglaterra	<a href="https://andiamo.io">https://andiamo.io</a>	(b)	FDM
Jake Evill	Cortex	Nova Zelândia	<a href="https://www.evilldesign.com/cortex">https://www.evilldesign.com/cortex</a>	(c)	FDM
Creatus	Exo X3M	Lituânia	<a href="https://www.creatus.lt">https://www.creatus.lt</a>	(d)	FDM
Fixit	Punhofix	Brasil	<a href="https://usefixit.com.br">https://usefixit.com.br</a>	(e)	FDM
Orthoheal	Flexi-Oh	Índia	<a href="https://orthoheal.com">https://orthoheal.com</a>	(f)	Resina curada manualmente por luz ultravioleta
Fathom	HashCast	Estados Unidos	<a href="https://fathommfg.com/blog/hashcast">https://fathommfg.com/blog/hashcast</a>	(g)	SLS
MediAce 3D	-	Coreia do Sul	<a href="https://mediace3d.com">https://mediace3d.com</a>	(h)	FDM
Mediprint	Novacast	México	<a href="https://mediprint3d.com.mx">https://mediprint3d.com.mx</a>	(i)	FDM
Deniz Karasahin	Osteoide	Turquia	<a href="https://www.osteoid.com">https://www.osteoid.com</a>	(j)	FDM
Xkelet	-	Espanha	<a href="https://www.xkelet.com/en/">https://www.xkelet.com/en/</a>	(k)	SLA/FDM
Younext	-	Espanha	<a href="https://www.younext.es">https://www.younext.es</a>	(l)	FDM
Zedavprint	-	Rússia	<a href="https://zdravprint.ru/new/">https://zdravprint.ru/new/</a>	(m)	FDM
Summitid	-	Estados Unidos	<a href="http://www.summitid.com">http://www.summitid.com</a>	(n)	SLA/SLS
Mohx	-	Itália	<a href="http://mhoxdesign.com/index.html">http://mhoxdesign.com/index.html</a>	(o)	SLS
Cast21	-	Estados Unidos	<a href="https://www.cast21.com">https://www.cast21.com</a>	(p)	Mistura de dois líquidos que se solidifica
Hefesto	PETLock Orthosis®	Brasil	<a href="https://hefestomedtech.com">https://hefestomedtech.com</a>	(q)	FDM
Healx	-	Canadá	<a href="https://www.healxinnovation.com">https://www.healxinnovation.com</a>	(r)	FDM/SLA
Obs.: “-” → Não possui prenome específico.					

**Imagens**

<p><b>(a).</b></p>  <p>Fonte: Hall (2019)</p>	<p><b>(b).</b></p>  <p>Fonte: Pérez (2018)</p>	<p><b>(c).</b></p>  <p>Fonte: Evill (2013)</p>
<p><b>(d).</b></p>  <p>Fonte: Creatus (2016)</p>	<p><b>(e).</b></p>  <p>Fonte: Fixit (2020)</p>	<p><b>(f).</b></p>  <p>Fonte: Orthoheal (2022)</p>
<p><b>(g).</b></p>  <p>Fonte: Adaptado de Russart (2021, p. 1)</p>	<p><b>(h).</b></p>  <p>Fonte: Mediace3D (2022)</p>	<p><b>(i).</b></p>  <p>Fonte: Mediprint... (2016)</p>
<p><b>(j).</b></p>  <p>Fonte: Karasahin (2013)</p>	<p><b>(k).</b></p>  <p>Fonte: Xkelet (2022)</p>	<p><b>(l).</b></p>  <p>Fonte: Younext (2022)</p>
<p><b>(m).</b></p>  <p>Fonte: Adaptado de Zdravprint (2022, p. 1)</p>	<p><b>(n).</b></p>  <p>Fonte: Adaptado de Summitid (2007, p. 2)</p>	<p><b>(o).</b></p>  <p>Fonte: Mohx (2022)</p>



## REFERÊNCIAS

- CAST21. **Enhancing Patient Care**. 2021. Disponível em: <https://www.cast21.com/clinicians>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- CREATUS. **EXO x3m**. 2016. Disponível em: <https://www.creatus.lt/exo>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- EVILL, Jake. **CORTEX**. 2013. Disponível em: <https://www.evilldesign.com/cortex>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- FIXIT. **5 USOS PARA A PUNHOFIX**. 2020. Disponível em: <https://usefixit.com.br/imobilizacao/5-usos-para-a-punhofix/>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- GARRISON, Walter. **HEALX Unveils 3D Printed Customized Orthopedic Wrist Braces**. 2015. Disponível em: <https://3dprint.com/83607/heal-x-3d-printed-wrist-brace/>. Acesso em: 11 fev. 2022.
- HALL, Diana. **ActivArmor and Edema (Swelling)**. 2019. Disponível em: <https://activarmor.com/2019/01/27/activarmor-and-edema-swelling/>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- HEFESTO. **A Importância Do Tratamento Não Operatório De Fraturas**. 2021. HefestoMedtech. Disponível em: <https://hefestomedtech.com/news/>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- KARASAHIN, Deniz. **Osteoid Medical cast, attachable bone stimulator**. 2013. Disponível em: <https://competition.adesignaward.com/design.php?ID=34151>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- MEDIACE3D. **WHO Design Module**. Disponível em: <https://www.mediace3d.com/mediace3d.html>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- MEDIPRINT Plastic Cast. Realização de Mediprint. [S.I]: Ibm, 2016. Son., color. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=C-\\_uoWRLtho](https://www.youtube.com/watch?v=C-_uoWRLtho). Acesso em: 12 jan. 2022.
- MOHX. **Design: generative orthoses**. generative orthoses. Disponível em: [http://mhoxdesign.com/generative\\_orthoses-en.html](http://mhoxdesign.com/generative_orthoses-en.html). Acesso em: 12 jan. 2022.
- ORTHOHEAL. **FlexiOH® Short Arm Immobilizer**. Disponível em: <https://orthoheal.com/short-arm-immobilizer/>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- PÉREZ, Judit Aguado. **3D PRINTED ORTHOSIS DESIGN**. 2018. 84 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ingeniería En Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, Universitat Politècnica de València, Valência, 2018.
- RUSSART, Laura. **WHAT IS THE #CAST 3D PRINTED CAST PROJECT?** 2021. Disponível em: <https://fathommfg.com/blog/hashcast>. Acesso em: 12 jan. 2022.



SUMMITID. **WORK:** wrist fracture. WRIST FRACTURE. 2007. Disponível em: <http://www.summitid.com/#/anais/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

XKELET. **Products:** xkast immobilizations tailored. XKAST IMMOBILIZATIONS TAILORED. Disponível em: <https://www.xkelet.com/en/products/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

YOUNEXT. **Inmovilizaciones.** Disponível em: <https://www.younext.es/productos/inmovilizaciones/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

ZDRAVPRINT. **СОВРЕМЕННАЯ ЗАМЕНА ГИПСА.** Disponível em: <https://zdravprint.ru/new/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

**APÊNDICE B – LINHA DE CÓDIGO-FONTE, AVALIAÇÃO INTEROBSERVADOR,  
(AMOSTRA DE 20% PARA TESTE KAPPA DE COHEN)**

Cohen = sample(1:257, size = 52, replace = T)

Cohen

Número dos artigos selecionados para a realização da avaliação interobservador:

```
> sample.int(257,size = 52, replace = F)
[1] 165 37 74 100 33 233 73 23 202 178 136 41 57 71 81 112 134 54 20 61 158 219 143 90 39 29
[27] 47 167 10 75 50 236 247 206 67 26 220 28 32 12 8 45 234 97 42 208 80 253 238 127 163 44
```

**Obs.:** Após a realização deste processo, se encontraram dois artigos em duplicação, a saber: “3D Print orthoses for cerebral apoplexy hemiplegia hand wrist joint flexor muscle spasm curative effect research” e “Evolução da órtese Anel em Oito Articulado (AOA)”, ou seja, o número total de artigos recuperados foi de 255 e os 20% resultaria em 51. Isso ocorre, pois o *software* Endnote® não encontra automaticamente todos os trabalhos em duplicidade, necessitando aferir manualmente (FERENHOF; FERNANDES, 2021). Como a diferença é pequena e o estudo já se encontrava no período de avaliação Interobservador, não foi refeito este cálculo.

**Dados normalizados seguindo a ordem alfabética de seus títulos**

45 10 47 20 37 32 90 57 178 29 75 44 74 136 71 54 247 158 23 100 127 206 28 81 167 50  
253 97 67 234 61 143 236 39 220 202 41 233 163 208 73 42 33 8 219 238 80 26 12 134 112 165

ID	Nº	Título do Artigo	Alexandre	Juliano
1.	45	3D Print orthoses for cerebral apoplexy hemiplegia hand wrist joint flexor muscle spasm curative effect research	Não	Sim
2.	10	3D printed orthosis design	Sim	Sim
3.	47	3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review	Não	Sim
4.	20	3D printing: clinical applications in orthopaedics and traumatology	Não	Sim
5.	37	A 3D printed cast for minimally invasive transfer of distal radius osteotomy: a cadaver study	Não	Não
6.	32	A Forearm Characterization Study to Support Design of Physical Human-Machine Interfaces Between Human Users and Upper Limb Exoskeleton Robotics	Não	Não
7.	90	Adaptive Robust Interaction Control for Low-Cost Robotic Grasping	Não	Não
8.	57	Additive manufacturing of custom-fit orthoses for the upper limb	Sim	Sim
9.	178	Additive manufacturing to veterinary practice: recovery of bony defects after the osteosarcoma resection in canines	Não	Não
10.	29	Anthropomoprphically Inspired Design of a Tendon-driven Robotic Prosthesis for Hand Impairments	Não	Não

11.	75	Application of 3-Dimensional Printing in Hand Surgery for Production of a Novel Bone Reduction Clamp	Não	Não
12.	44	Application of 3D-Printed Orthopedic Cast for the Treatment of Forearm Fractures: Finite Element Analysis and Comparative Clinical Assessment	Sim	Sim
13.	74	Augmented Reality and Artificial Intelligence in Image-guided and Robot-assisted Interventions	Não	Não
14.	136	Automated optimal coordination of multiple -degree -of -freedom musculoskeletal actions in feedforward neuroprostheses	Não	Não
15.	71	Biomedical tissue phantoms with controlled geometric and optical properties for Raman spectroscopy and tomography	Não	Não
16.	54	BMP2-Derived Molecules for Increasing Osteoinductivity of Bone Grafts to Enhance Bone Regeneration	Não	Não
17.	247	Cellular Fluid Mechanics in Osteochondral Tissue Engineering	Não	Não
18.	158	Characterization of Multiphase Flows Integrating X-Ray Imaging and Virtual Reality	Não	Não
19.	23	Chirurgia minim invaziva a piciorului diabetic (Charcot)-tehnica Midfoot Fusion Bolts in corectia neuroartropatiei diabetice cronice	Não	Não
20.	100	Decision-Making Process of Motor Selection for Humanoid Robot Arm	Não	Não
21.	127	Design and Analysis of a Body-Powered Underactuated Prosthetic Hand	Não	Não
22.	206	Design and implementation of patient specific virtual reality systems for motor rehabilitation	Não	Não
23.	28	Design of a Hydraulic Dexterous Manipulator for Minimally Invasive Surgery	Não	Não
24.	81	Development and fabrication of novel woven meshes as bone graft substitutes for critical sized defects	Não	Não
25.	167	Development and Validation of a Hybrid Virtual/Physical Nuss Procedure Surgical Trainer	Não	Não
26.	50	Development of new biomaterials for tissue engineering applications	Não	Não
27.	253	Effects of a 3D-printed orthosis compared to a low-temperature thermoplastic plate orthosis on wrist flexor spasticity in chronic hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial	Não	Sim
28.	97	Electro-Active Scaffolds for Bone Tissue Engineering	Não	Não
29.	67	Engineering Biomaterials and Drug Delivery Systems to Promote Cartilage Tissue Regeneration for Physeal Injuries	Não	Não
30.	234	Fracture and Friction Characterization of Polymer Interfaces	Não	Não
31.	61	Fracture mechanics based fatigue and fracture toughness evaluation of SLM Ti-6Al-4V	Não	Não
32.	143	GPU-Accelerated Tools for Medical Image Registration and	Não	Não

		Biomechanical Modeling		
33.	236	Hand modeling and simulation using stabilized magnetic resonance imaging	Não	Não
34.	39	Immersive virtual human training systems based on direct demonstration	Não	Não
35.	220	Inclusions, Porosity, and Fatigue of AlSi10Mg Parts Produced by Selective Laser Melting	Não	Não
36.	202	Microcapsule based self-healing for 3D printed polymer composites	Não	Não
37.	41	Microstructural characterization of cobalt chromium (ASTM F75) cubes produced by EBM technique	Não	Não
38.	233	Multi-object recognition and retrieval using PUMA560 robot	Não	Não
39.	163	Multiscale Imaging-Through-Analysis Methods in Computational Mechanics	Não	Não
40.	208	Myoelectric control techniques for a rehabilitation robot	Não	Não
41.	73	Neuro-fuzzy modelling and control of robotic manipulators	Não	Não
42.	42	Object Model Reconstruction System with High-resolution Texture Mapping using RGB-D Sensor	Não	Não
43.	33	Phase Changes in Silica and Their Impact on Mechanical Properties in 3D Printed Investment Casting Molds	Não	Não
44.	8	Proposal of custom made wrist orthoses based on 3D modelling and 3D printing	Sim	Sim
45.	219	Real-time pathological tremor identification and suppression in human arm via active orthotic devices	Não	Não
46.	238	Research in Support of the Design of a Hemiarthroplasty for Osteosarcoma of the Distal Radius in a Veterinary Model	Não	Não
47.	80	Rhythmic Haptic Cueing for Gait Rehabilitation of Hemiparetic Stroke and Brain Injury Survivors	Não	Não
48.	26	Robotic arm for testing and demonstration of targeted muscle reinnervation with implications for low-cost upper-limb prostheses	Não	Não
49.	12	The role of physiochemical cues on MSC differentiation and tissue regeneration in a cartilage biomimetic hydrogel	Não	Não
50.	134	The Study of Applying Rapid Prototyping Technology in Oral and Maxillofacial Surgery	Não	Não
51.	112	The Use of 3D Printed Customized Casts in Children with Upper Extremity Fractures: A Report of Two Cases	Não	Não
52.	165	Tuning Electromechanical Performance in Wrinkled Thin Film Soft Strain Sensors for Wearable Applications	Não	Não

**CÓDIGO-FONTE:**

```
conceitos <- read.csv2('Kappa Cohen.csv', stringsAsFactors = TRUE)
```

```
View(conceitos)
glimpse(conceitos)
```

```
irr::kappa2(conceitos[2:3])
rel::ckap(conceitos[-1], conf.level=0.95)
irr::agree(conceitos[-1])
```

## RESULTADOS:

### kappa de Cohen

```
> irr::kappa2(conceitos[2:3])
Cohen's Kappa for 2 Raters (Weights: unweighted)
```

```
Subjects = 52
  Raters = 2
    Kappa = 0.629

      z = 4.88
  p-value = 1.05e-06
```

### Intervalo de confiança

```
> rel::ckap(conceitos[-1], conf.level=0.95)
Call:
rel::ckap(data = conceitos[-1], conf.level = 0.95)
```

	Estimate	StdErr	LowerCI	UpperCI
Const	0.62857	0.17843	0.27036	0.9868

```
Confidence level = 95%
Sample size = 52
```

### Porcentagem de concordância

```
> irr::agree(conceitos[-1])
Percentage agreement (Tolerance=0)
Subjects = 52
Raters = 2
%-agree = 92.3
```

**O teste de Kappa mostrou que há uma confiabilidade<sup>22</sup> moderada (com base em McHugh (2012), seção 2.2.4, Quadro 6), entre os revisores (k=0,629 [IC 95%: 0,27 - 0,99]; concordância = 92,3%).**

---

<sup>22</sup> Capacidade dos revisores em optar identicamente dentre os artigos de uma determinada amostra com base nos critérios de seleção (SHEHOVYCH *et al.*, 2016).

## APÊNDICE C – LINHA DE CÓDIGO ICC

### DADOS QUANTITATIVOS

```
install.packages("~/Downloads/psych_2.2.5.tar", repos = NULL, type="source")
install.packages("~/Downloads/BlandAltmanLeh_0.3.1.tar", repos = NULL, type="source")

library(readxl)
library(psych)
library(BlandAltmanLeh)

options(scipen = 999)

TRT <- read.csv2('test_retest.csv', stringsAsFactors = TRUE)
View(TRT)

ICC(TRT,missing=TRUE,alpha=.05)

bland.altman.plot(TRT$TRT_T1,TRT$TRT_T2, main="Teste-Reteste", xlab="Médias entre TRT_T1 e
TRT_T2", ylab="Diferença entre TRT_T1 e TRT_T2")

> ICC(TRT,missing=TRUE,alpha=.05)
Call: ICC(x = TRT, missing = TRUE, alpha = 0.05)
```

#### Intraclass correlation coefficients

	type	ICC	F	df1	df2	p	lower bound	upper bound
Single_raters_absolute	ICC1	0.77	7.7	5	6	0.014	0.13	0.96
Single_random_raters	ICC2	0.78	9.6	5	5	0.013	0.15	0.96
Single_fixed_raters	ICC3	0.81	9.6	5	5	0.013	0.15	0.97
Average_raters_absolute	ICC1k	0.87	7.7	5	6	0.014	0.22	0.98
Average_random_raters	ICC2k	0.87	9.6	5	5	0.013	0.26	0.98
Average_fixed_raters	ICC3k	0.90	9.6	5	5	0.013	0.26	0.99

Number of subjects = 6 Number of Judges = 2

```
> bland.altman.plot(TRT$TRT_T1,TRT$TRT_T2, main="Teste-Reteste", xlab="Médias entre TRT_T1 e
TRT_T2", ylab="Diferença entre TRT_T1 e TRT_T2")
NULL
```

### DADOS QUALITATIVOS (CASP)

≠ Avaliação checklist CASP tempo1 e tempo 2				
Nº	Análise 1	Análise 2	Análise 1.1	Análise 2.2
1.	Sim	Sim	Não	Não
2.	Indeterminado	Indeterminado	Não	Não
3.	Sim	Sim	Indeterminado	Indeterminado
4.	Não	Não	Não	Não
5.	Sim	Sim	Sim	Sim
6.	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
7.	Não	Não	Não se aplica	Não se aplica
8.	Não	Não	Não	Não
9.	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado

```

pareceres <- read.csv2('Kappa Cohen_intraobservador_CASP.csv', stringsAsFactors = TRUE)

View(pareceres)
glimpse(pareceres)

irr::kappa2(pareceres[3:4])
rel::ckap(pareceres[3:4], conf.level=0.95)
irr::agree(pareceres[3:4])

> pareceres <- read.csv2('Kappa Cohen_intraobservador_CASP.csv', stringsAsFactors = TRUE)
> View(pareceres)
> glimpse(pareceres)
Rows: 9
Columns: 5
$ ID <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
$ Analise1 <fct> Sim, Indeterminado, Sim, Não, Sim, Indeterminado, Não_se_aplica, Não, Indeterminado
$ Analise2 <fct> Sim, Indeterminado, Sim, Não, Sim, Indeterminado, Não_se_aplica, Não, Indeterminado
$ Analise1.1 <fct> Não, Não, Indeterminado, Não, Sim, Indeterminado, Não_se_aplica, Não, Indeterminado
$ Analise2.2 <fct> Não, Não, Indeterminado, Não, Sim, Indeterminado, Não_se_aplica, Não, Indeterminado
> irr::kappa2(pareceres[3:4])
Cohen's Kappa for 2 Raters (Weights: unweighted)
Subjects = 9
Raters = 2
Kappa = 0.55

      z = 2.99
p-value = 0.00281
> rel::ckap(pareceres[3:4], conf.level=0.95)
Call:
rel::ckap(data = pareceres[3:4], conf.level = 0.95)

              Estimate          StdErr          LowerCI          UpperCI
Const 0.550000          0.212132          0.060823          1.0392

Confidence level = 95%
Sample size = 9
> irr::agree(pareceres[3:4])
Percentage agreement (Tolerance=0)

Subjects = 9
Raters = 2
%-agree = 66.7

```

#### DADOS QUALITATIVOS (DOWNS & BLACK)

≠ Avaliação <i>checklist</i> Downs & Black tempo 1 e tempo 2				
Nº	Análise 1	Análise 2	Análise 1.1	Análise 2.2
1.	Sim	Sim	Sim	Sim
2.	Sim	Sim	Não	Não
3.	Sim	Sim	Sim	Sim
4.	Sim	Sim	Sim	Sim
5.	Não	Não	Não	Não
6.	Sim	Sim	Não	Não
7.	Não	Não	Não	Não
8.	Não	Não	Não	Não

9.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
10.	Não	Não	Não	Não
11.	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
12.	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
13.	Não	Não	Não	Não
14.	Não se aplica	Não se aplica	Indeterminado	Indeterminado
15.	Não se aplica	Não se aplica	Indeterminado	Indeterminado
16.	Não	Não	Indeterminado	Indeterminado
17.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
18.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
19.	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
20.	Sim	Sim	Sim	Sim
21.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
22.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
23.	Não	Não	Não	Não
24.	Não se aplica	Não se aplica	Não	Não
25.	Não	Não	Não	Não
26.	Não se aplica	Não se aplica	Indeterminado	Indeterminado
27.	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado

```
judgamentos <- read.csv2('Kappa Cohen_intraobservador_Downs_Black.csv', stringsAsFactors = TRUE)
```

```
View(julgamentos)
glimpse(julgamentos)
```

```
irr::kappa2(julgamentos[3:4])
rel::ckap(julgamentos[3:4], conf.level=0.95)
irr::agree(julgamentos[3:4])
```

```
> julgamentos <- read.csv2('Kappa Cohen_intraobservador_Downs_Black.csv', stringsAsFactors = TRUE)
> View(julgamentos)
> glimpse(julgamentos)
Rows: 27
Columns: 5
$ ID <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 2...
$ Analise1 <fct> Sim, Sim, Sim, Sim, Não, Sim, Não, Não, Não_se_aplica, Não, Indeterminado, Indetermi...
$ Analise2 <fct> Sim, Sim, Sim, Sim, Não, Sim, Não, Não, Não_se_aplica, Não, Indeterminado, Indetermi...
$ Analise1.1 <fct> Sim, Não, Sim, Sim, Não, Não, Não, Não, Não_se_aplica, Não, Indeterminado, Indetermi...
$ Analise2.2 <fct> Sim, Não, Sim, Sim, Não, Não, Não, Não, Não_se_aplica, Não, Indeterminado, Indetermi...
> irr::kappa2(julgamentos[3:4])
Cohen's Kappa for 2 Raters (Weights: unweighted)
```

```
Subjects = 27
Raters = 2
Kappa = 0.655
```

```
z = 6.15
p-value = 7.7e-10
> rel::ckap(julgamentos[3:4], conf.level=0.95)
Call:
rel::ckap(data = julgamentos[3:4], conf.level = 0.95)
```



	Estimate	StdErr	LowerCI	UpperCI
Const	0.65511	0.11219	0.42449	0.8857

Confidence level = 95%  
 Sample size = 27  
 > irr::agree(julgamentos[3:4])  
 Percentage agreement (Tolerance=0)  
 Subjects = 27  
 Raters = 2  
 %-agree = 74.1

#### DADOS QUALITATIVOS (GRADE CERQual)

≠ Avaliação geral do CERQual tempo1 e tempo 2		
Nº	Análise 1	Análise 2
1.	Moderada	Moderada
2.	Menor	Menor
3.	Menor	Menor
4.	Moderada	Moderada
5.	Muito pouca	Muito pouca
6.	Menor	Moderada
7.	Menor	Moderada
8.	Moderada	Moderada
9.	Menor	Menor
10.	Menor	Menor
11.	Moderada	Moderada
12.	Moderada	Moderada

```
qualidade <- read.csv2('Kappa Cohen_intraobservador_CERQual.csv', stringsAsFactors = TRUE)
```

```
View(qualidade)
glimpse(qualidade)
```

```
irr::kappa2(qualidade[2:3])
rel::ckap(qualidade[2:3], conf.level=0.95)
irr::agree(qualidade[2:3])
```

```
> qualidade <- read.csv2('Kappa Cohen_intraobservador_CERQual.csv', stringsAsFactors = TRUE)
>
> View(qualidade)
> glimpse(qualidade)
Rows: 12
Columns: 3
$ ID      <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
$ Analise1 <fct> Moderada, Moderada, Moderada, Moderada, Muito_pouca, Menor, Menor, Moderada, Menor,
Meno...
$ Analise1.1 <fct> Moderada, Moderada, Moderada, Moderada, Muito_pouca, Moderada, Moderada, Moderada,
Menor...
>
> irr::kappa2(qualidade[2:3])
Cohen's Kappa for 2 Raters (Weights: unweighted)
Subjects = 12
Raters = 2
```

Kappa = 0.714

z = 3.17

p-value = 0.00152

> rel::ckap(qualidade[2:3], conf.level=0.95)

Call:

rel::ckap(data = qualidade[2:3], conf.level = 0.95)

Estimate StdErr LowerCI Upper

CI Const 0.71429 0.18443 0.30836 1.1202

Confidence level = 95%

Sample size = 12> irr::agree(qualidade[2:3])

Percentage agreement (Tolerance=0)

Subjects = 12

Raters = 2

%-agree = 83.3

## APÊNDICE D – ESTUDOS PRIMÁRIOS INCLUSOS PARA LEITURA NA ÍNTEGRA

Nº	Crítérios	INCLUSOS	OBSERVAÇÕES
1	e12; e24; e16	3d printed orthopedic cast combined with zicao oil promotes the recovery of wrist joint function after distal radius fracture	Combina o uso de órtese com bandagens impregnado com óleo de confrei
2	e26; e19; e22; e32	3D Printed Orthosis Design	Foca no design de uma tala de punho, porém não se aprofunda nos elementos fabris/construtivos de impressão
3	e2	3D printing technologies in the treatment of patients with injuries and diseases of the forearm and hand	Se Trata de uma revisão da literatura
4	e19; e22; e8	Additive manufacturing of custom-fit orthoses for the upper limb	Objetiva a exploração e validação de uma metodologia digital de órteses de punho, não apresentando valores referentes aos elementos fabris/construtivos da impressão por FDM O tipo de órtese estudada não se destina ao tratamento de fraturas do rádio distal estável
5	e21	An alternative to plaster cast treatment in a pediatric trauma center using the CAD/CAM technology to manufacture customized three-dimensional-printed orthoses in a totally hospital context_ a feasibility study	Diverge o intervalo de idades definido nos critérios
6	e12	Application of 3D-Printed Orthopedic Cast for the Treatment of Forearm Fractures- Finite Element Analysis and Comparative Clinical Assessment	Não utiliza FDM
7	e12	Application of 3D-printed and patient- specific cast for the treatment of distal radius fractures- initial experience	Não utiliza FDM
8	e21	Clinical Effectiveness of a 3-Dimensional Printed Cast in Treatment of Minimally Displaced Radius Fractures	Diverge o intervalo de idades definido nos critérios
9	e1	Deformation Analysis of 3D Printed Metacarpophalangeal and Interphalangeal Joints via Transfer Learning	Não disponível na íntegra
10	e1	Design of a Custom Wrist Brace that can be 3D Printed from a Three-Dimensional Scan	<b>NOTE:</b> The full-text of this Thesis/Project Report is currently under embargo. It will be available for download on Monday, June 05, 2023 (BALDWIN, 2020, n.p)
11	e8	Effect of personalized wrist orthosis for wrist pain with three-dimensional scanning and printing technique- A preliminary, randomized, controlled, open-label study	Tem foco no desenvolvimento de uma órtese para tratamento de dores no pulso
12	e32; e8	Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses	Utiliza uma órtese que possui dimensões discordantes àquelas de uma órtese para o tratamento da fratura do rádio distal e possui foco no desenvolvimento de um método para obtenção do módulo de elasticidade desta órtese impressa em 3D
13	e36; e23	Fast production of customized three-dimensional-printed hand splints	Órtese plana e multi-material
14	i1; i8; i9;	Lightweight Splint Design for Individualized	Artigo aceito para o processo de

	i10; i11; i13; i14; i16; i18; i19; i21; i23; i24	Treatment of Distal Radius Fracture	revisão sistemática
15	e8; e30	Modelamiento de la interdependencia de parámetros de proceso con las propiedades mecánicas de órtesis pasivas para articulación metacarpiana obtenidas vía FDM	Possui ênfase no desenvolvimento de uma órtese de metacarpo impressa em 3D
16	e21	Orthorigami- Implementing Shape-Memory Polymers for Customizing Orthotic Applications	Diverge do intervalo de idades definido nos critérios
17	e19; e22	Overnight and in-house 3D-printed patient-specific casts for non-operative treatment of distal radius fractures – a prospective randomized trial	Não apresenta valores referente aos elementos fabris/construtivos da impressão
18	e10	Printing a static progressive orthosis for hand rehabilitation	Não se trata de uma órtese passiva
19	e16; e19; e22; e36	Proposal of Custom Made Wrist Orthoses based on 3D Modelling and 3D Printing	Trata do caso de fratura do rádio distal que necessitou passar por procedimento cirúrgico A órtese aplicada após a cirurgia é do tipo plana, e seus elementos de manufatura não são conhecidos
20	e32;e8	Rapid customization system for 3D-printed splint using programmable modeling technique – a practical approach	Diverge do objetivo
21	e1	Small splint external fixation combined with 3D printing brace for the treatment of Colles fractures	Não disponível na íntegra
22	e21	The Use of 3D Printed Customized Casts in Children with Upper Extremity Fractures- A Report of Two Cases	Diverge do intervalo de idades definido nos critérios

## REFERÊNCIAS (INCLUSOS)

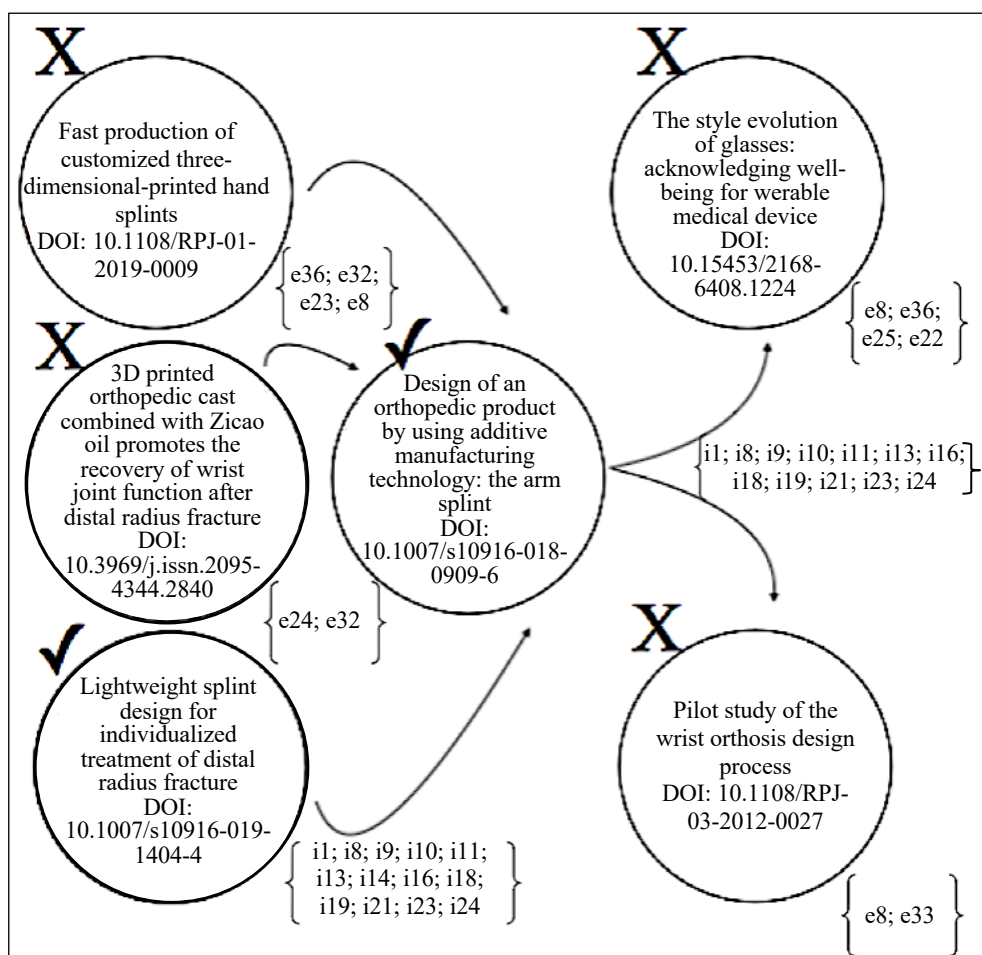
1. CHAOYAN, Hu; ZHIFANG, Wu; FEI, Huang; RUNAI, Yu; PEIYI, Xie; YANJUN, Chen; YIWEN, Luo. 3d printed orthopedic cast combined with zicao oil promotes the recovery of wrist joint function after distal radius fracture. **Chinese Journal Of Tissue Engineering Research**, [S.I.], v. 10, n. 24, p. 4763-4768, 31 out. 2020.
2. PÉREZ, Judit Aguado. **3D PRINTED ORTHOSIS DESIGN**. 2018. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Ingeniería En Diseño Industrial y Desarrollo de Productos-Grau, Universitat Politècnica de València, València, 2018.
3. VV, Khominets; SA, Peleshok; DA, Volov; MV, Titova; MI, Eliseeva; SV, Kushnarev; AV, Shirshin; VN, Adamenko; Y.I, Nebylitsa. 3D printing technologies in the treatment of patients with injuries and diseases of the forearm and hand. **Boletim da Academia Médica Militar da Rússia**, [S.I.], v. 22, n. 1, p. 113-118, 2020.
4. FARIA, Ana Sofia Teixeira de Jesus. **Additive Manufacturing of Custom-Fit Orthoses for the Upper Limb**. 2017. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biomedical Engineering, Ciências da Engenharia e Tecnologias, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2017.
5. GUIDA, Pasquale; CASABURI, Antonio; BUSIELLO, Teresa; LAMBERTI, Daniela; SORRENTINO, Antonio; IUPPARIELLO, Luigi; D'ALBORE, Marietta; COLELLA, Francesco; CLEMENTE, Fabrizio. An alternative to plaster cast treatment in a pediatric trauma center using the CAD/CAM technology to manufacture customized three-dimensional-printed orthoses in a totally hospital context: a feasibility study. **Journal Of Pediatric Orthopaedics B**, [S.I.], v. 28, n. 3, p. 248-255, maio 2019.
6. CHEN, Yanjun; LIN, Hui; YU, Qinqin; ZHANG, Xiaodong; WANG, Defeng; SHI, Lin; HUANG, Wenhua; ZHONG, Shizhen. Application of 3D-Printed Orthopedic Cast for the Treatment of Forearm Fractures: finite element analysis and comparative clinical assessment. **Biomed Research International**, [S.I.], v. 2020, p. 1-12, jul. 2020.
7. CHEN, Yan-Jun; LIN, Hui; ZHANG, Xiaodong; HUANG, Wenhua; SHI, Lin; WANG, Defeng. Application of 3D-printed and patient-specific cast for the treatment of distal radius fractures: initial experience. **3D Printing In Medicine**, [S.I.], v. 11, n. 3, p. 1-9, nov. 2017.
8. BEIDAS, Yousef Bassel. **CLINICAL EFFECTIVENESS OF A 3-DIMENSIONAL PRINTED CAST IN TREATMENT OF MINIMALLY DISPLACED RADIUS FRACTURES**. 2020. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicine, Boston University, [S.I.], 2020.
9. TOSCANO, Juan Diego; HAJIFAR, Sahand; SEGURA, Christian Oswaldo; SEGURA, Luis Javier; SUN, Hongyue. Deformation Analysis of 3D Printed Metacarpophalangeal and Interphalangeal Joints via Transfer Learning. **Proceedings Of The Asme 2021 16Th International Manufacturing Science And Engineering Conference: Additive Manufacturing; Advanced Materials Manufacturing; Biomanufacturing; Life Cycle Engineering; Manufacturing Equipment and Automation**, [S.I.], v. 1, p. 1-9, jun. 2021.
10. BALDWIN, James D.. **Design of a Custom Wrist Brace that can be 3D Printed from a Three-Dimensional Scan**. 2020. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biomedical Engineering, Biomedical And General Engineering, Cal Poly, [S.I.], 2020.
11. J, Kim s; J, Kim s; H, Cha y; H, Lee K; Y, Kwon J. Document details - Effect of personalized wrist orthosis for wrist pain with three-dimensional scanning and printing technique: a preliminary, randomized, controlled, open-label study. **Prosthetics**

- And Orthotics International**, [S.I.], v. 42, n. 6, p. 636-643, dez. 2018.
12. GÓRSKI, Filip; WICHNIAREK, Radosław; KUCZKO, Wiesław; ŚUKOWSKA, Magdalena; LULKIEWICZ, Monika; ZAWADZKI, Przemysław. Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses. **Materials**, [S.I.], v. 13, n. 18, p. 1-19, set. 2020.
13. POPESCU, Diana *et al.* Fast production of customized three-dimensional-printed hand splints. **Rapid Prototyping Journal**, [S.I.], v. 26, n. 1, p. 134-144, 2020.
14. YAN, Wei; DING, Mao; KONG, Bo; XI, Xiaobing; ZHOU, Mingdong. Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture. **Journal Of Medical Systems: SYSTEMS-LEVEL QUALITY IMPROVEMENT**, [S.I.], v. 284, n. 43, p. 1-10, jul. 2019.
15. CASTILLO, Juan Diego Toscano. **Modelamiento de la interdependencia de parámetros de proceso con las propiedades mecánicas de órtesis pasivas para articulación metacarpiana obtenidas vía FDM**. 2021. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Ingeniería Mecánica, Ciencias de La Energía y Mecánica, Universidad de Las Fuerzas Armadas Espe, Sangolquí, 2021.
16. REESE, Jessica; SEO, Jinsil Hwaryoung; SRINAVASA, Arun. Orthorigami: implementing shape-memory polymers for customizing orthotic applications. **Tei '20: Fourteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction**, [S.I.], v. 14, p. 123-130, dez. 2020.
17. KELLER, M; A GUBELI,; HONIGMANN, P. Overnight and in-house 3D-printed patient-specific casts for nonoperative treatment of distal radius fractures-a prospective randomized trial. **Cars 2020: Computer Assisted Radiology and Surgery Proceedings of the 34th International Congress and Exhibition**, Munich, v. 34, n. 15, p. 1-214, jun. 2020.
18. LI-YING, Huang; TIEN-HSIANG, Wang; BAO-CHI, Chang; CHIA-I, Huang; LI-WEI, Chou; SHYH-JEN, Wang; WEI-MING, Chen. Printing a static progressive orthosis for hand rehabilitation. **Journal Of The Chinese Medical Association**, [S.I.], v. 84, n. 8, p. 795-798, ago. 2021.
19. SOUZA, Mauren Abreu de; SCHMITZ, Cristiane; PINHEL, Marcelo Marega; SETTI, João A. Palma; NOHAMA, Percy. Proposal of custom made wrist orthoses based on 3D modelling and 3D printing. **Published In: 2019 41St Annual International Conference Of The Ieee Engineering In Medicine And Biology Society (Embc)**, Berlin, v. 41, p. 1476-1479, jul. 2019.
20. LI, Jianyou; TANAKA, Hiroya. Rapid customization system for 3D-printed splint using programmable modeling technique: a practical approach. **3D Print Med**, [S.I.], v. 4, p. 1-21, maio 2018.
21. ZENG, Tao *et al.* Small splint external fixation combined with 3D printing brace for the treatment of Colles fractures. **China Journal Of Orthopaedics And Traumatology**, [S.I.], v. 32, n. 6, p. 513-518, 01 jun. 2019.
22. MD, Brian Katt; BS, Casey Imbergamo; MD, Daniel Seigerman; MD, Michael Rivlin; MD, Pedro K. Beredjiklian. The Use of 3D Printed Customized Casts in Children with Upper Extremity Fractures: a report of two cases. **The Archives Of Bone And Joint Surgery**, [S.I.], v. 9, n. 1, p. 126-130, jan. 2021.

## APÊNDICE E – BOLA DE NEVE PARA TRÁS

Dentre os artigos selecionados para a leitura na íntegra a partir do retorno da busca através das bases bibliográficas, somente o ‘*Lightweight Splint Design for Individualized Treatment of Distal Radius Fracture*’ preencheu os requisitos pré-estabelecidos no protocolo da revisão sistemática, estando dentre suas referências outro artigo primário intitulado ‘*Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint*’, também incluso para a síntese final deste estudo. Outros trabalhos também o referenciaram, porém tais artigos não foram inclusos conforme critérios de inclusão e exclusão.

O artigo recuperado através do processo de bola de neve, apresentava em seu referencial dois trabalhos que chamaram a atenção pelo seu título, sendo lidos na íntegra para analisar sua possível inserção no processo de revisão sistemática, porém ambos não se adequaram aos critérios.



## APÊNDICE F – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS FABRIS/CONSTRUTIVOS

Abordagem de Testes... (2020):

```

if(!require(dplyr)) install.packages("dplyr")
library(dplyr)
if(!require(rstatix)) install.packages("rstatix")
library(rstatix)
if(!require(reshape)) install.packages("reshape")
library(reshape)
if(!require(PMCMRplus)) install.packages("PMCMRplus")
library(PMCMRplus)
if(!require(ggplot2)) install.packages("ggplot2")
library(ggplot2)

dads <- read.csv2('Dados Friedman.csv', stringsAsFactors = T)
View(dads)
glimpse(dads)

dads1 <- melt(dads,
             id = "ID",
             measured = c("Autor1", "Autor2"))

colnames(dads1) = c("ID", "Autor", "Parametro")

dads1 <- sort_df(dads1, vars = "ID")
View(dads1)
glimpse(dads1)

dads1$ID <- factor(dads1$ID)
glimpse(dads1)

friedman.test(Parametro ~ Autor | ID, data = dads1)

frdAllPairsSiegelTest(dads1$Parametro, dads1$Autor,
                      dads1$ID, p.adjust= "bonferroni")

dads1 %>% group_by(Autor) %>%
  get_summary_stats(Parametro, type = "median_iqr")

boxplot(Parametro ~ Autor, data = dads1)

par(mfrow=c(2,2))
hist(dads1$Parametro[dads1$Autor == "Autor1"],
     ylab = "Frequência", xlab = "Parametros", main="Autor 1")
hist(dads1$Parametro[dads1$Autor == "Autor2"],
     ylab = "Frequência", xlab = "Parametros", main="Autor 2")

ggplot(dads1, aes(x = Parametro)) +
  geom_histogram(aes(color = Autor, fill = Autor),
                alpha = .3, position = "dodge", binwidth = 15)

ggplot(dads1, aes(x = Parametro)) +
  geom_histogram(aes(color = Autor, fill = Autor),
                alpha = .3, position = "jitter", binwidth = 15)

ggplot(dads1, aes(x = Parametro)) +
  geom_histogram(aes(color = Autor, fill = Autor),

```



```
alpha = .3, position = "stack", binwidth = 15)
```

```
## H0: Os autores se comportam de forma similar ao escolher seus elementos fabris/construtivos
```

```
##de impressão → p > 0,05.
```

```
## H1 (hipótese alternativa): Os autores escolheram de forma diferente seus elementos fabris/construtivos da impressão → p <= 0,05.
```

```
[...]
```

```
> dads <- read.csv2('Dados Friedman.csv', stringsAsFactors = T)
```

```
> View(dads)
```

```
> glimpse(dads)
```

```
Rows: 5
```

```
Columns: 3
```

```
$ ID <int> 1, 2, 3, 4, 5
```

```
$ Autor1 <dbl> 0.1, 70.0, 100.0, 0.4, 200.0
```

```
$ Autor2 <dbl> 0.1, 60.0, 80.0, 0.4, 210.0
```

```
> dads1 <- melt(dads,
```

```
+   id = "ID",
```

```
+   measured = c("Autor1", "Autor2"))
```

```
>> colnames(dads1) = c("ID", "Autor", "Parametro")
```

```
>> dads1 <- sort_df(dads1, vars = "ID")
```

```
> View(dads1)
```

```
> glimpse(dads1)
```

```
Rows: 10
```

```
Columns: 3
```

```
$ ID <int> 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5
```

```
$ Autor <fct> Autor1, Autor2, Autor1, Autor2, Autor1, Autor2, Autor1, Autor2, Autor1, Autor2
```

```
$ Parametro <dbl> 0.1, 0.1, 70.0, 60.0, 100.0, 80.0, 0.4, 0.4, 200.0, 210.0
```

```
> dads1$ID <- factor(dads1$ID)
```

```
> glimpse(dads1)
```

```
Rows: 10
```

```
Columns: 3
```

```
$ ID <fct> 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5
```

```
$ Autor <fct> Autor1, Autor2, Autor1, Autor2, Autor1, Autor2, Autor1, Autor2, Autor1, Autor2
```

```
$ Parametro <dbl> 0.1, 0.1, 70.0, 60.0, 100.0, 80.0, 0.4, 0.4, 200.0, 210.0
```

```
>
```

```
> friedman.test(Parametro ~ Autor | ID, data = dads1)
```

```
Friedman rank sum test
```

```
data: Parametro and Autor and ID
```

```
Friedman chi-squared = 0.33333, df = 1, p-value = 0.5637
```

```
>
```

```
> frdAllPairsSiegelTest(dads1$Parametro, dads1$Autor,
```

```
+   dads1$ID, p.adjust= "bonferroni")
```

```
Pairwise comparisons using Siegel-Castellan all-pairs test for a two-way balanced complete block design
```

```
data: y, groups and blocks
```

```
Autor1
```

```
Autor2 0.65
```

```
P value adjustment method: bonferroni
```

```
>
```

```
> dads1 %>% group_by(Autor) %>%
```

```
+ get_summary_stats(Parametro, type = "median_iqr")
```

```
# A tibble: 2 × 5
```

```
Autor variable n median iqr
```

```
<fct> <chr> <dbl> <dbl> <dbl>
```

```
1 Autor1 Parametro 5 70 99.6
```

```
2 Autor2 Parametro 5 60 79.6
```

```
## p>0,05, logo se aceita a hipótese nula, ou seja, não há evidências de que
```

```
##os valores adotados pelos autores são diferente entre todos os elementos
```

```
## fabris/construtivos estudados (p = 0.5637).
```

Abordagem de Pires *et al.* (2018):

```
par = rep(c('Autor1','Autor2'),5)
```

```
au= rep(c(1:5),each=2)
```

```
respi = c(0.1,0.1,70,60,100,80,0.4,0.4,200,210)
```

```
friedman.test(respi, groups=par, blocks=au)
```

```
shapiro.test(respi)
```

```
##H0: Distribuição dos dados = normal → p > 0,05
```

```
##H1: Distribuição dos dados ≠ normal → p ≤ 0,05
```

```
## H0: Os autores se comportam de forma similar ao escolher seus elementos fabris/construtivos
```

```
##da impressão → p > 0,05.
```

```
## H1: Os autores escolheram de forma diferente seus elementos fabris/construtivos da impressão → p ≤ 0,05.
```

```
> par = rep(c('Autor1','Autor2'),5)
```

```
>
```

```
> au= rep(c(1:5),each=2)
```

```
>
```

```
> respi = c(0.1,0.1,70,60,100,80,0.4,0.4,200,210)
```

```
>
```

```
> friedman.test(respi, groups=par, blocks=au)
```

```
    Friedman rank sum test
```

```
data: respi, par and au
```

```
Friedman chi-squared = 0.33333, df = 1, p-value = 0.5637
```

```
> shapiro.test(respi)
```

```
    Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: respi
```

```
W = 0.83129, p-value = 0.03467
```

```
## p>0,05, logo se aceita a hipótese nula, ou seja, não há evidências de que
```

```
##os valores adotados pelos autores são diferentes entre todos os elementos fabris/construtivos
```

```
##estudados (p = 0.5637).
```

```
## p<0,05, logo os dados não possuem distribuição normal (p = 0.03467).
```