



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

**JÚLIA MORAES RODRIGUES DA COSTA**

**DESENVOLVIMENTO DE DILATADORES VAGINAIS ATRAVÉS DO PROCESSO  
DE MANUFATURA ADITIVA PARA O TRATAMENTO DA SÍNDROME DE  
ROKITANSKY**

**CAMPINA GRANDE  
2022**

JÚLIA MORAES RODRIGUES DA COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE DILATADORES VAGINAIS ATRAVÉS DO PROCESSO  
DE MANUFATURA ADITIVA PARA O TRATAMENTO DA SÍNDROME DE  
ROKITANSKY**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado ao Departamento de Fisioterapia  
da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Fisioterapia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Me. Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins.

CAMPINA GRANDE  
2022

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837d Costa, Júlia Moraes Rodrigues da.  
Desenvolvimento de dilatadores vaginais através do processo de manufatura aditiva para o tratamento da Síndrome de Rokitansky [manuscrito] / Júlia Moraes Rodrigues da Costa. - 2022.

31 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.

"Orientação : Profa. Ma. Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins, UEPB - Universidade Estadual da Paraíba."

1. Manufatura aditiva. 2. Síndrome de Rokitansky. 3. Fisioterapia pélvica. I. Título

21. ed. CDD 613.042 4

JÚLIA MORAES RODRIGUES DA COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE DILATADORES VAGINAIS ATRAVÉS DO PROCESSO DE MANUFATURA ADITIVA PARA O TRATAMENTO DA SÍNDROME DE ROKITANSKY**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

APROVADA EM: 20/07/2022

**BANCA EXAMINADORA**

Ketimlly Yasmyme N. Martins

Prof. Me. Ketimlly Yasmyme Nascimento Martins (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria do Carmo Pinto Lima

Profa. Dra. Maria do Carmo Pinto Lima  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Rodolfo Ramos Castelo Branco

Prof. Dr. Rodolfo Ramos Castelo Branco  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## SUMÁRIO

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                 | <b>5</b>  |
| <b>2 OBJETIVOS</b>                  | <b>6</b>  |
| <b>2.1 Objetivo Geral</b>           | <b>6</b>  |
| <b>2.2 Objetivo Específico</b>      | <b>6</b>  |
| <b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>      | <b>6</b>  |
| <b>3.1 Síndrome de Rokitansky</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3.2 Dilatadores Vaginais</b>     | <b>8</b>  |
| <b>3.3 Manufatura Aditiva</b>       | <b>9</b>  |
| <b>4 METODOLOGIA</b>                | <b>11</b> |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>     | <b>13</b> |
| <b>6 CONCLUSÃO</b>                  | <b>28</b> |
| <b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> | <b>28</b> |

## DESENVOLVIMENTO DE DILATADORES VAGINAIS ATRAVÉS DO PROCESSO DE MANUFATURA ADITIVA PARA O TRATAMENTO DA SÍNDROME DE ROKITANSKY

### DEVELOPMENT OF VAGINAL DILATORS THROUGH THE ADDITIVE MANUFACTURING PROCESS FOR THE TREATMENT OF ROKITANSKY SYNDROME

Júlia Moraes Rodrigues da Costa<sup>1</sup>  
Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins<sup>2</sup>

#### RESUMO

A Síndrome de Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser (MRKH) é uma anomalia rara congênita do trato reprodutivo feminino, caracterizada pela ausência completa ou parcial uterovaginal. O alongamento vaginal por dilatação progressiva é o mais recomendado e considerado padrão ouro nesses casos, pois é um método seguro, de baixo custo, controlado pelo paciente e com menos riscos, com objetivo de criar uma vagina anatômica e funcional utilizando dilatadores vaginais. Diante disto, este estudo se propôs a desenvolver dilatadores vaginais customizados através do processo de Manufatura Aditiva, também conhecido como impressão 3D, para o tratamento conservador da Síndrome MRKH. Portanto, através desse estudo, conclui-se que é possível desenvolver dilatadores vaginais customizados através de tecnologias tridimensionais, em material de baixo custo, rígido, leve e resistente.

**Palavras-chave:** Manufatura aditiva. Síndrome de Rokitansky. Fisioterapia pélvica.

#### ABSTRACT

Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser Syndrome (MRKH) is an anomaly defined by the female reproductive tract, by complete or partial uterovaginal absence. Vaginal stretching by progressive dilation is the most recommended and considered standard in these cases, as it is a safe, low-cost, patient-controlled and less risky method, with the creation of an anatomical and functional vagina using vaginal dilators. This study was also designed to improve through the MRKH syndrome maintenance process. Therefore, through this study, it is concluded that it is possible to develop personalized vaginal dilators through three-dimensional technologies, in low-cost, rigid, light and resistant material.

**Keywords:** Additive manufacturing. Rokitansky syndrome. Pelvic physiotherapy.

---

<sup>1</sup>Graduanda em Fisioterapia na UEPB, juliamrc7@gmail.com.

<sup>2</sup>Orientadora e Coordenadora do Laboratório de Tecnologias 3D – NUTES, UEPB, yasmynefisio@gmail.com.

## 1 INTRODUÇÃO

A Síndrome de Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser (MRKH), também chamada de aplasia mülleriana, acomete pelo menos 1 em 5.000 mulheres. É caracterizada pela agenesia ou atresia da vagina e/ou do útero (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018). Trata-se de uma anomalia congênita (FONTANA *et al.*, 2016), mas ainda não há consenso sobre a sua etiologia (HERLIN; PETERSEN; BRÄNNSTRÖM, 2020).

Atualmente, existem duas opções de tratamento para esta síndrome, com o objetivo de criar uma vagina anatômica e funcional, bem como permitir que a mulher tenha relações sexuais por penetração. O método convencional ou conservador é a abordagem de primeira linha, através da terapia com dilatadores vaginais, é eficaz em 95% dos casos (EDMONDS *et al.*, 2012). O método cirúrgico trata-se da criação de uma neovagina através de diferentes técnicas de vaginoplastia. Independentemente do tratamento escolhido, é fundamental uma abordagem interdisciplinar e principalmente, o acompanhamento psicológico (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018).

Para atender ao tratamento conservador dessa síndrome, o reconhecimento e a busca pela fisioterapia pélvica têm sido crescente. Assim, portadoras da Síndrome de Rokitansky tornam-se potenciais pacientes para a fisioterapia pélvica, apesar dessa ser rara e pouco conhecida por parte dos profissionais. Tendo em vista o seu conhecimento sobre o assoalho pélvico e a habilidade com dilatadores vaginais e outras terapias (WALLACE; MILLER; MISHRA, 2019) que podem ser coadjuvantes, o fisioterapeuta é apto para realizar o tratamento e acompanhamento nestes casos.

Rabello (2021) entrevistou fisioterapeutas pélvicas acerca dos dilatadores vaginais disponíveis no mercado nacional e internacional. Essas profissionais relataram sua perspectiva profissional e conforme as experiências no tratamento de suas pacientes com tais dilatadores. A partir desses relatos, observou-se que os dilatadores disponíveis não atendem totalmente à necessidade que um tratamento de disfunções pélvicas requer, principalmente nos quesitos: material, formato, textura e pega. Diante disso, surge a oportunidade de desenvolver um dilatador vaginal moderno e inovador, que corresponda às necessidades desatendidas pelos demais produtos disponíveis no mercado.

Desta forma, para atender a demanda de dispositivos médicos inovadores, as tecnologias em saúde devem acompanhar a necessidade de modernização destes. Para isso, é necessária a implementação de novos processos de produção, como por exemplo, a Manufatura Aditiva (MA), que vem se mostrando útil na área da saúde (SINGH *et al.*, 2020) uma vez que consegue materializar geometrias baseadas na necessidade dos usuários. A MA popularmente conhecida como Impressão 3D, se caracteriza pela construção de um modelo físico por adição de material, camada por camada, em duas dimensões sobrepostas, a partir de um modelo digital 3D computadorizado. A MA permite, além da materialização de geometrias complexas, produzir dispositivos com menor custo e menor tempo comparado aos modelos tradicionais de produção. Além de possibilitar a utilização de diversos materiais (VOLPATO, 2017).

Essa tecnologia permite a aproximação do profissional de saúde e do usuário/paciente ao ambiente de fabricação (JEMGHILI; TALEB; MANSOURI, 2020), portanto, aumenta a chance de eficiência do produto final, e, conseqüentemente, a adesão ao tratamento, além de fornecer customização ao dispositivo, pois pode produzir algo individualizado para casos específicos.

Diante do exposto, a fabricação de um dispositivo de dilatação vaginal através do processo de MA pode trazer uma nova perspectiva para o tratamento desta Síndrome, já que essa tecnologia permite a elaboração de designers complexos e a escolha do material mais adequado e compatível para a função que este dispositivo é designado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Desenvolver dilatadores vaginais customizados através do processo de Manufatura Aditiva para o tratamento conservador da Síndrome de Rokitansky.

### **2.2 Objetivo Específico**

- Desenvolver modelagem tridimensional de novos dilatadores vaginais customizados;  
- Fabricar por meio de Manufatura Aditiva modelos customizados de dilatadores vaginais.

## **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste tópico abordaremos os temas centrais que embasam e norteiam o presente estudo, a fim de sustentar a linha de raciocínio e as proposições da pesquisa. Nesse sentido, estes assuntos fizeram parte do corpo teórico desta pesquisa: Síndrome de Rokitansky, Manufatura Aditiva e Dilatadores Vaginais.

### **3.1 Síndrome de Rokitansky**

A Síndrome de Rokitansky, como também pode ser chamada, foi classificada pela Sociedade Europeia de Reprodução Humana e Embriologia e Sociedade Europeia de Endoscopia Ginecológica como malformação uterina grave (classe 5) (FONTANA et al., 2017).

Os ductos de Müller dão origem ao colo do útero, trompas de falópio, útero e vagina. Portanto, um distúrbio nesses ductos pode causar anomalias congênitas do trato reprodutivo feminino (FONTANA et al., 2017), dentre elas a Síndrome MRKH. Nessa síndrome, é possível que o útero e a vagina não se desenvolvam completamente ou tenham um desenvolvimento parcial, sendo o útero menor e o canal vaginal mais curto e estreito do que o normal.

Essa síndrome pode se apresentar de formas e níveis de comprometimento diferentes, classificando-se como: a) MRKH tipo 1, forma típica, de forma isolada, a parte caudal do ducto é afetada (parte superior da vagina, colo uterino e útero) sem outras malformações associadas; b) MRKH tipo 2, que é a forma atípica, além da malformação uterovaginal, pode haver acometimento renal, ovariano, esquelético, cardíaco e auditivo. O subtipo MURCS (“Müllerian, renal, and cervico-thoracic somite malformations”), também considerado atípico, inclui a combinação de aplasia mülleriana e renal e displasia dos somitos cérvico-torácicos. Mulheres acometidas por essa síndrome são fenotipicamente normais (CUNHA, 2018; FONTANA et al., 2017),

mas ainda não existem evidências claras e consenso sobre a etiologia (HERLIN; PETERSEN; BRÄNNSTRÖM, 2020).

O distúrbio é silencioso e assintomático, as pacientes afetadas por MRKH geralmente descobrem a síndrome na adolescência, devido à amenorreia primária ou mais tarde após tentativas frustradas de penetração nas relações sexuais. Esses sintomas levam as mulheres à procura de um médico. Dessa forma, ainda jovem, a mulher recebe um diagnóstico de um distúrbio crônico que traz consigo limitações sexuais e gestacionais, afetando não apenas o corpo, mas o seu bem-estar emocional e psicológico, bem como suas futuras relações conjugais (WAGNER et al., 2016).

O diagnóstico é feito a partir do relato de amenorreia, partindo para o exame físico e posteriormente exames de imagem para descartar outras hipóteses. A mulher pode apresentar dor abdominal e/ou pélvica. Geralmente, mulheres com MRKH vão apresentar mamas, pelos corporais, genitália externa e altura em desenvolvimento normal (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018). A ultrassonografia pélvica é adequada para revelar a ausência ou subdesenvolvimento do útero e a presença dos ovários, mas a ressonância magnética é considerada padrão-ouro para o diagnóstico de agenesia uterovaginal (HERLIN; PETERSEN; BRÄNNSTRÖM, 2020).

Um estudo retrospectivo avaliou os achados de imagens de Ressonância Magnética (RM) de 66 mulheres com MRKH, e foi possível observar vestígios uterinos com possível funcionamento do endométrio e ovários geralmente ectópicos (HALL-CRAGGS et al., 2013). O estudo de Pompili et al. (2009) avaliou a precisão das imagens de RM de 58 mulheres com suspeita da síndrome MRKH. Dois radiologistas experientes investigaram a presença, morfologia e posição de vagina, útero, ovários e rins nos exames, comparando com os achados da laparoscopia feita anteriormente. A síndrome foi confirmada em 56 mulheres, a RM tem alta sensibilidade e especificidade diagnóstica e alta concordância com os exames laparoscópicos, além de ser menos invasiva e mais acessível economicamente.

Esses dados corroboram com o estudo de Preibsch et al. (2014), que afirma a alta acurácia diagnóstica da RM, pois é capaz de detectar as malformações presentes e permite uma classificação mais precisa da síndrome.

O tratamento da agenesia vaginal deve ir além da questão anatômica, buscando uma abordagem interdisciplinar e holística, tendo em vista que essas pacientes são sobrecarregadas pelo sofrimento emocional e psicológico imposto pela síndrome. O tratamento deve ser iniciado no final da adolescência ou no início da idade adulta jovem, pois requer maturidade emocional para lidar com todo o processo. A intenção do tratamento é criar um canal vaginal funcional, que permita a penetração vaginal, objetivando tornar possível a essa mulher ter uma vida sexual normal, ativa e satisfatória, conseqüentemente, devolvendo o bem estar psicológico e emocional dela (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018).

As opções de tratamento para a Síndrome MRKH incluem métodos invasivos e não invasivos. O tratamento conservador consiste em utilizar dilatadores de tamanhos progressivos entre 10 a 30 minutos, de uma a três vezes por dia (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018), a frequência foi considerada mais importante do que o tempo, neste caso. Se a paciente tiver um parceiro fixo, recomenda-se que iniciem as relações sexuais em qualquer momento durante o tratamento. O comprimento alcançado maior ou igual a 6-7cm já é considerado bem sucedido anatomicamente (OELSCHLAGER; DEBIEC; APPELBAUM, 2016), mas a funcionalidade da vagina e a satisfação sexual da mulher, além do comprimento, devem ser priorizadas.

O alongamento vaginal por dilatação progressiva é o mais recomendado e é considerado padrão ouro nesses casos, pois é um método seguro, de baixo custo, controlado pelo paciente e com menos riscos (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018). Além disso, este método foi bem-sucedido em mais de 95% dos casos (EDMONDS et al., 2012).

De acordo com o Parecer nº728 publicado pelo Committee on Adolescent Health Care juntamente com a American College of Obstetricians and Gynecologists (2018), o método invasivo para criação de uma neovagina se dá através de diferentes técnicas cirúrgicas de vaginoplastia, que oferece um resultado mais rápido, é mais complexa e oferece maior risco de complicações graves. Contudo, este recomenda, que a opção cirúrgica seja reservada para os casos raros de pacientes que não obtiveram sucesso com a autodilatação. Entretanto, o pós-operatório requer o uso dos dilatadores para manter a cavidade vaginal e evitar estenose e contraturas, eles podem ser suspensos quando a paciente tiver relações sexuais regulares e frequentes.

Independentemente do tratamento escolhido, o acompanhamento psicológico é indispensável e deve ser priorizado (CARRARD et al., 2012), visto que o fator emocional influencia bastante na adesão ao tratamento, além disso, é crucial ter uma rede de apoio (pais ou parceiro). Recomenda-se que o tratamento seja iniciado quando a paciente se sentir emocionalmente preparada, bem orientada e madura para lidar com a terapia (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018).

Apesar dos médicos ginecologistas serem responsáveis pelo diagnóstico da Síndrome, a maioria não se sente devidamente treinada para conduzir a terapia com dilatadores. Por isto, recomenda-se o acompanhamento com um fisioterapeuta especialista em reabilitação do assoalho pélvico (COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE, 2018), sua inclusão pode acelerar o tratamento e trazer melhores resultados para a função sexual da paciente (MCVEARRY; WARNER, 2011).

Além da Síndrome MRHK, a terapia com dilatadores vaginais também é fortemente recomendada para mulheres com dor gênito-pélvica e distúrbios de penetração (LIU et al., 2021), por isto, é utilizada no tratamento de outras disfunções sexuais, como por exemplo, estenose vaginal (ARAYA-CASTRO et al., 2020), vaginismo e dispareunia (NAGAMINE; SILVA, 2021). O fisioterapeuta, de acordo com a necessidade e objetivos de cada paciente, elabora e conduz o plano de tratamento a fim de reduzir ou eliminar os sintomas decorrentes destas disfunções, como dor e dificuldade ou impossibilidade de penetração vaginal, promovendo, principalmente, consciência corporal, dessensibilização, relaxamento, normalização do tônus da musculatura do assoalho pélvico e alongamento do canal vaginal (LIU et al., 2021; NAGAMINE; SILVA, 2021). Os dilatadores também podem ser utilizados em casa, conforme orientação fisioterapêutica (REISSING; ARMSTRONG; ALLEN, 2013).

### **3.2 Dilatadores Vaginais**

Os dilatadores vaginais são dispositivos cilíndricos, em diâmetros progressivos, que são inseridos no canal vaginal, com intenção de alongar, dessensibilizar e relaxar os tecidos vaginais. Frequentemente utilizados por mulheres menopausadas, sobreviventes de câncer pélvicos ou por aquelas que apresentam algum distúrbio vaginal e sexual, a fim de aprimorar a qualidade da relação sexual, tornando-a prazerosa e sem dor (LIU et al. 2021).

Atualmente no mercado, os dilatadores são fabricados em diferentes materiais como plástico, látex, silicone e vidro. Podem conter ou não alças de suporte e

vibração, podem ser vendidos separadamente ou em conjunto. Entretanto, não há uma recomendação padrão para a terapia com dilatadores (LIU et al. 2021), pois cada disfunção pélvica se apresenta de forma diferente e vai exigir um plano de tratamento diferente, no que diz respeito à tamanho, tempo de progressão, tipo de dilatador, frequência e duração uso.

O uso do dilatador vaginal, principalmente na Síndrome de Rokitansky, deve ser recomendado e acompanhado por um profissional qualificado. Observou-se que, geralmente, os profissionais de saúde não têm treinamento e capacitação suficientes para conduzir a terapia com dilatadores, ao mesmo tempo que as pacientes tem dificuldades de encontrar profissionais capacitados (LIU et al. 2021). Portanto, percebe-se a necessidade de fornecer treinamento adequado para estes profissionais, que devem estar aptos para orientar os pacientes sobre a anatomia do assoalho pélvico e o uso correto do dilatador (OELSCHLAGER; DEBIEC, 2019). Diante disto, é fundamental a presença de um fisioterapeuta pélvico na equipe de cuidados às mulheres com MRKH.

### 3.3 Manufatura Aditiva

Aronson, Heneghan e Ferner (2019) propuseram a seguinte definição para Dispositivo Médico (DM): "um dispositivo projetado e fabricado para uso em saúde, e não apenas medicinal ou nutricional". A FDA - Food & Drug Administration (2019) classifica esses dispositivos médicos de acordo com 19 especialidades médicas, dentre elas "Obstetrícia e Ginecologia", onde podemos encaixar o dilatador vaginal. A área da saúde tem grande e constante demanda de DM, e estes se encontram em frequente evolução para acompanhar e suprir as necessidades dos pacientes, portanto, as Tecnologias em Saúde (TS) têm o desafio de proporcionar tal evolução.

De acordo o Ministério da Saúde (2016), as TS são ferramentas utilizadas tanto na prevenção de doenças, quanto no tratamento e recuperação da saúde da população. A aplicação de conhecimentos tecnológicos voltados para a saúde se faz presente no desenvolvimento de medicamentos, produtos e procedimentos, sistemas organizacionais, educacionais, de informação, de suporte, bem como os programas e protocolos assistenciais. As TS vão desde um simples software para arquivar dados dos pacientes, até, por exemplo, um robô cirúrgico de última geração.

Portanto, devido a constante modernização e complexidade de dispositivos médicos, os modelos convencionais de produção não suprem a atual demanda na área da saúde, dando espaço para a implementação de novas tecnologias (COSTA. et al., 2021), como a Impressão Tridimensional (3D), também conhecida como Manufatura Aditiva (MA), que permite a construção de modelos geométricos complexos, onde um modelo físico é construído a partir de um modelo 3D computadorizado, gerado pelo sistema CAD (*computed-aided design*). Além disso, essa é uma tecnologia automatizada, que minimiza a necessidade de intervenção de um operador durante o processo (VOLPATO, 2017).

A MA permite a utilização de diversos materiais, desde polímeros até metais, portanto, os processos de MA podem ser classificados em 7 grupos de tecnologias diferentes (Tabela 1), de acordo com estado inicial da matéria prima utilizada, líquido, sólido ou pó, que definem o princípio do processamento das camadas (VOLPATO, 2017).

**Tabela 1:** Classificação das Tecnologias de MA

| Classificação das tecnologias AM  | Descrição dos princípios   | Algumas tecnologias na categoria  |
|-----------------------------------|--|---|
| Fotopolimerização em cuba         | Polímero fotossensível líquido é curado seletivamente em uma cuba por polimerização ativada por luz* | Estereolitografia ( <i>stereolithography</i> – SL), produção contínua com interface líquida ( <i>continuous liquid interface production</i> – CLIP), tecnologia da empresa Invision-TEC, outros   |
| Extrusão de material              | Material é extrudado através de um bico ou orifício, sendo seletivamente depositado                  | Modelagem por fusão e deposição ( <i>fused deposition modeling</i> – FDM), MakerBot, RepRap, Fab@Home, outros   |
| Jateamento de material            | Material é depositado em pequenas gotas de forma seletiva  | PolyJet, impressão por múltiplos jatos ( <i>Multijet printing</i> – MJP), tecnologia da SolidScape, outros  |
| Jateamento de aglutinante         | Um agente aglutinante líquido é seletivamente depositado para unir materiais em pó                   | Impressão colorida por jato (ColorJet Printing – CJP), tecnologia da VoxelJet, tecnologia da ExOne, outros  |
| Fusão de leito de pó              | Energia térmica funde seletivamente regiões de um leito de pó  | Sinterização seletiva a laser ( <i>selective laser sintering</i> – SLS), sinterização direta de metal a laser ( <i>direct metal laser sintering</i> – DMLS), fusão seletiva a laser ( <i>selective laser melting</i> – SLM), LaserCUSING, fusão por feixe de elétrons ( <i>electron beam melting</i> – EBM), outros |
| Adição de lâminas                 | Lâminas recortadas de material são unidas (coladas) para formar um objeto                            | Manufatura laminar de objetos ( <i>laminated object manufacturing</i> – LOM), tecnologia da Solido, deposição seletiva de laminados ( <i>selective deposition lamination</i> – SDL), outros   |
| Deposição com energia direcionada | Energia térmica é usada para fundir materiais à medida que estes são depositados                     | Forma final obtida com laser ( <i>laser engineered net shaping</i> – LENS), deposição direta de metal ( <i>direct metal deposition</i> – DMD), revestimento a laser tridimensional ( <i>3D laser cladding</i> ), outros   |

Fonte: Volpato (2017)

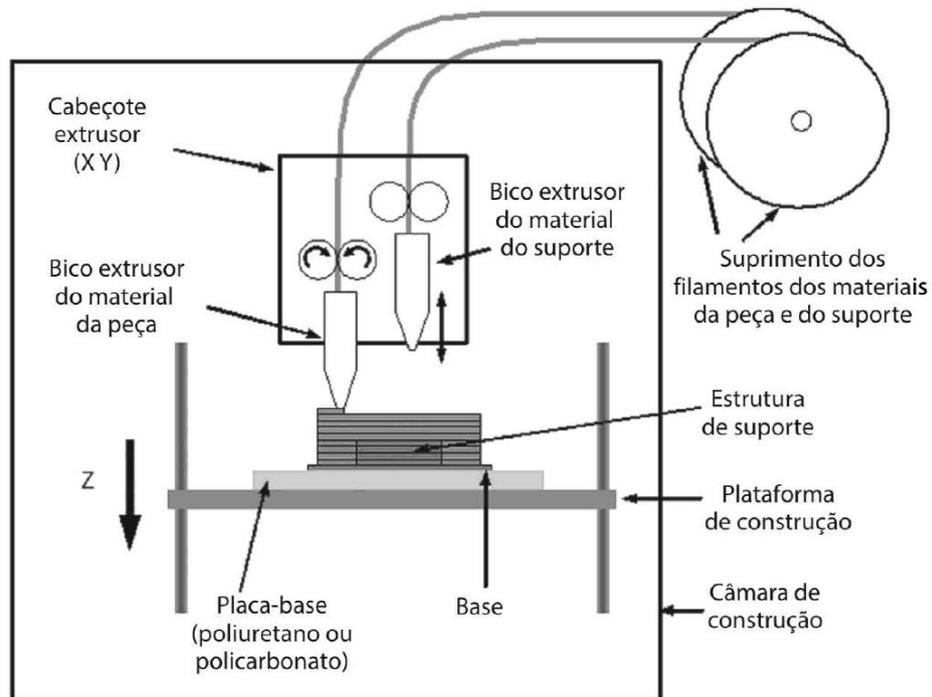
A MA permite uma liberdade geométrica que torna possível desenvolver peças com designs mais elaborados e customizados (VOLPATO, 2017). Costa et al. (2021) apontou a aplicação da MA como tecnologia em saúde, sendo utilizada na produção de biomodelos e guias cirúrgicos para fins educacionais, planejamento cirúrgico ou até mesmo para facilitar um exame diagnóstico.

Mas, além disso, a MA tem o potencial de produzir outros dispositivos médicos, como órteses e próteses (BARRIOS-MURIEL *et al.*, 2020; WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2019), por exemplo, que requer um design específico e individualizado de acordo com a necessidade de cada paciente. Isso se deve a capacidade de customização que a tecnologia 3D permite, já que o modelo computadorizado pode ser livremente ajustado e adaptado antes da impressão do modelo final funcional.

A MA traz consigo a vantagem de produzir peças em baixo custo e tempo hábil (GARCIA, 2010), além de ter um menor desperdício de material, quando comparado às tecnologias tradicionais. Entretanto, para fabricação em grandes escalas, a MA pode ser mais demorada e mais dispendiosa do que os métodos convencionais (VOLPATO, 2017).

A tecnologia escolhida para o desenvolvimento do dispositivo de dilatação vaginal proposto neste estudo é a FDM, que trata-se da Modelagem por Fusão e Deposição (*Fused Deposition Modeling*), inserida no grupo de manufatura aditiva que utiliza materiais sólidos. O processo de impressão do tipo FDM ocorre pelo aquecimento dos filamentos termoplásticos, até que estes se apresentem numa forma pastosa para a posterior extrusão e construção dos modelos (VOLPATO, 2017), o material pastoso se solidifica quando adicionado em camadas, formando a peça sólida.

**Figura 1:** Funcionamento da tecnologia FDM



Fonte: Volpato (2017)

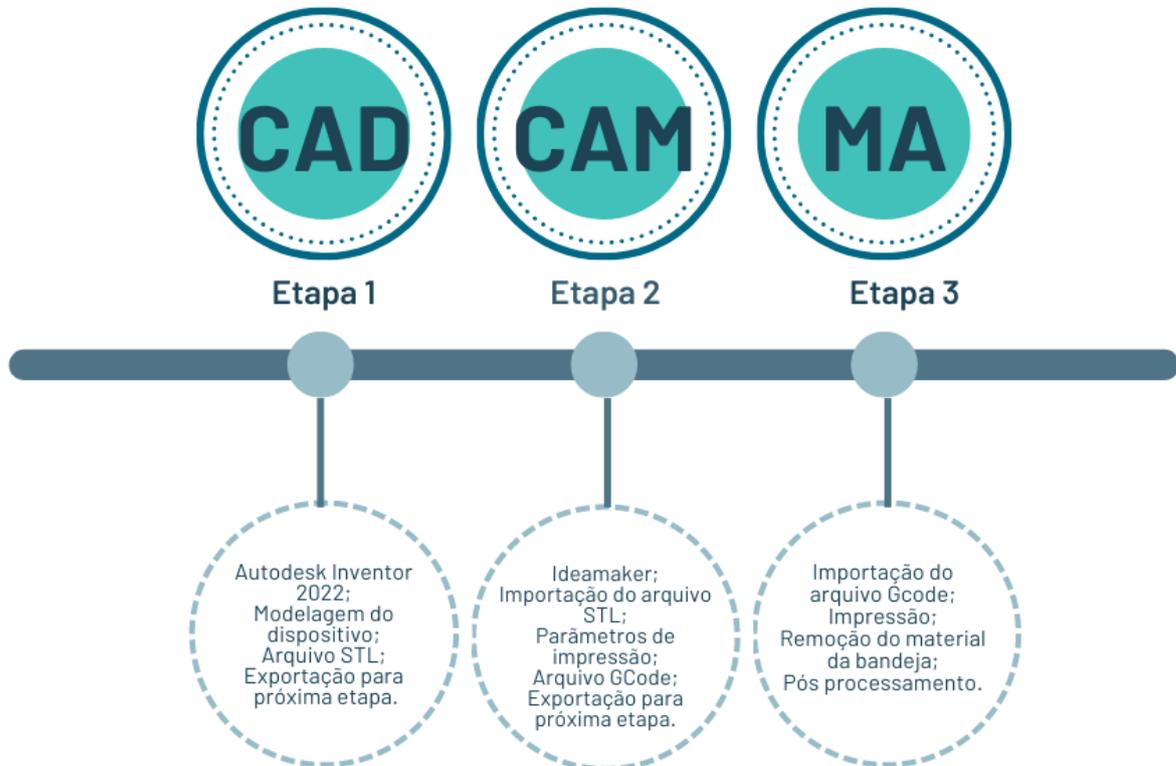
Esse processo permite a utilização de vários materiais plásticos, como o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), Poliacido Lático (PLA), Ultem e outros. Além disso, a tecnologia FDM é frequentemente utilizada na fabricação de dispositivos médicos, pois os materiais utilizados são compatíveis com diferentes tipos de esterilização (GEBHARDT; KESSLER; THURN, 2019).

#### 4 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa científica de natureza aplicada, com objetivo exploratório, de abordagem qualitativa, a partir do método de pesquisa-ação. O estudo será desenvolvido no município de Campina Grande – PB, no Laboratório de Tecnologias 3D (LT3D) do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde – NUTES, localizados na Universidade Estadual da Paraíba, R. Baraúnas, nº 351 – Bairro universitário.

A confecção do dispositivo foi possível devido à combinação das tecnologias 3D descritas nas etapas abaixo:

**Figura 2:** Fluxograma do processo de desenvolvimento



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

Etapa 1: O design do dispositivo é criado através da modelagem CAD (*computed-aided design/Projeto assistido por computador*), no software Autodesk Inventor 2022, que é utilizado para projetos e simulações de produtos. Nesta etapa de modelagem, os parâmetros de comprimento e diâmetro utilizados são baseados na literatura (RABELO, 2021), para construção do dispositivo. Após a modelagem, foi gerado um arquivo em formato STL (*Standard Tessellation Language*) e exportado para a etapa CAM.

Etapa 2: Na etapa CAM (*computer aided manufacture*), o design do dispositivo em arquivo STL é importado no software Ideamaker e manipulado para ajuste dos parâmetros de impressão descritos na Tabela 1. Ainda nesta etapa, o modelo CAD é posicionado na bandeja de impressão. Neste software um suporte é acrescentado ao modelo, a fim de estabilizar a peça na bandeja durante a impressão, para evitar falhas na mesma. Após a definição dos parâmetros de impressão, um arquivo Gcode é gerado e exportado para a máquina de manufatura aditiva RAISE 3D PRO 3 PLUS.

Etapa 3: Fabricação/Manufatura aditiva: O arquivo Gcode é importado na máquina e, finalmente, é realizada a impressão do dilatador vaginal através da tecnologia de extrusão de material (FDM). Ao finalizar a impressão, é feita a remoção do material na bandeja de impressão e iniciada a fase de pós processamento, ou seja, remoção do material de suporte. Sendo, portanto, finalizado o dispositivo, e por fim, a fase de validação, através da prova de conceito.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tecnologia permitiu confeccionar modelos em diferentes cores (Figura 3), na Etapa CAD, para facilitar a diferenciação dos tamanhos, tendo em vista que a maior parte do tratamento acontece fora do consultório, na casa da paciente, sem a supervisão do fisioterapeuta.

**Figura 3:** Conjunto de dilatadores vaginais no Software Autodesk Inventor 2022. (a) D1, (b) D2, (c) D3, (d) D4 e (e) D5.



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

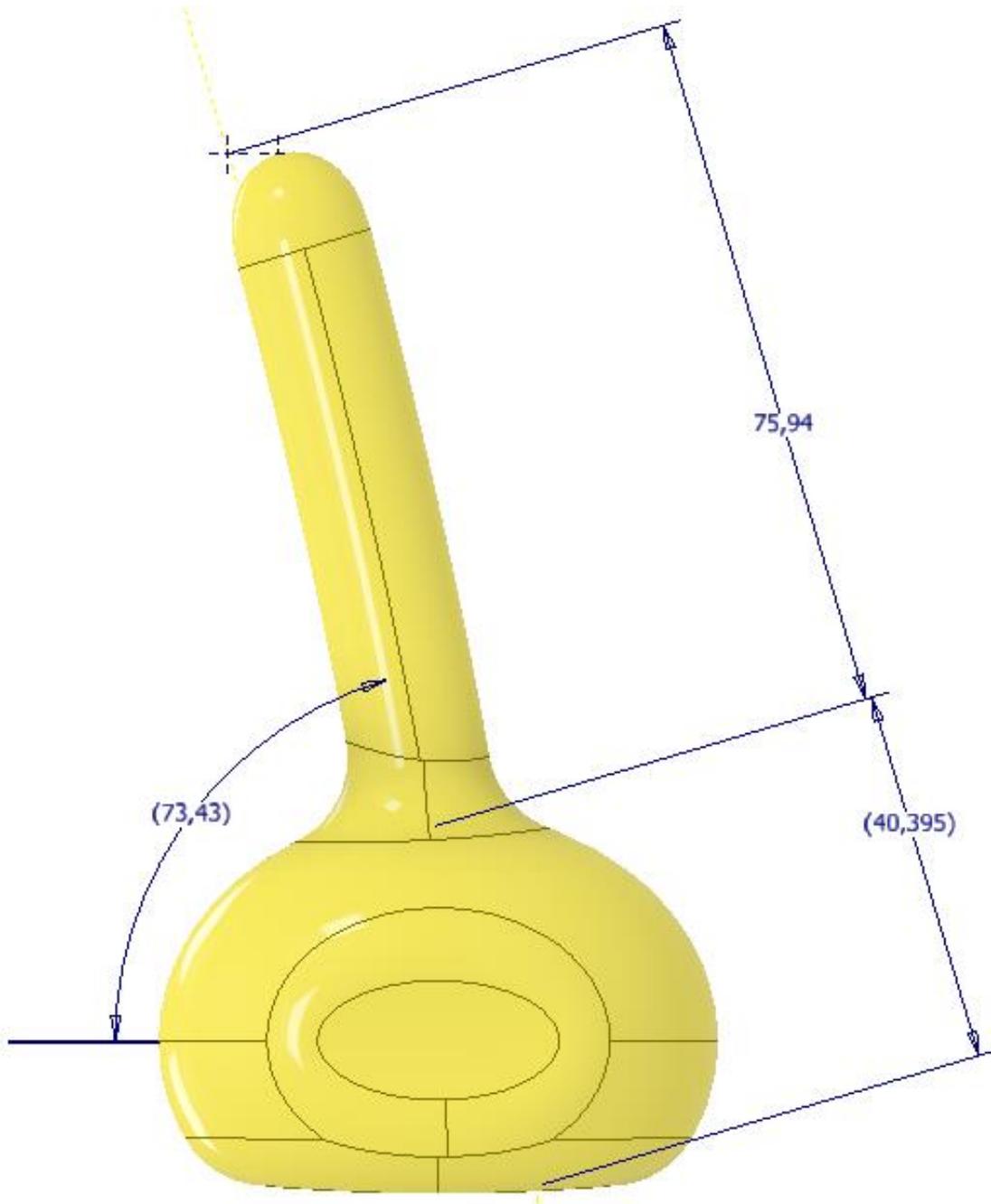
O conjunto de dilatadores têm tamanhos progressivos, de acordo com o princípio da terapia por dilatação, conforme a Tabela 3. Os cinco dilatadores seguem o mesmo design, com dimensões diferentes, figuras 4, 5, 6, 8 e 9.

**Tabela 3:** Tamanhos progressivos dos dilatadores

| Dilatador    | Diâmetro (cm) | Comprimento (cm) |
|--------------|---------------|------------------|
| D1 (amarelo) | 1,50          | 7,59             |
| D2 (verde)   | 2,00          | 9,56             |
| D3 (azul)    | 2,50          | 12,21            |
| D4 (rosa)    | 3,00          | 13,45            |
| D5 (lilás)   | 3,50          | 15,40            |

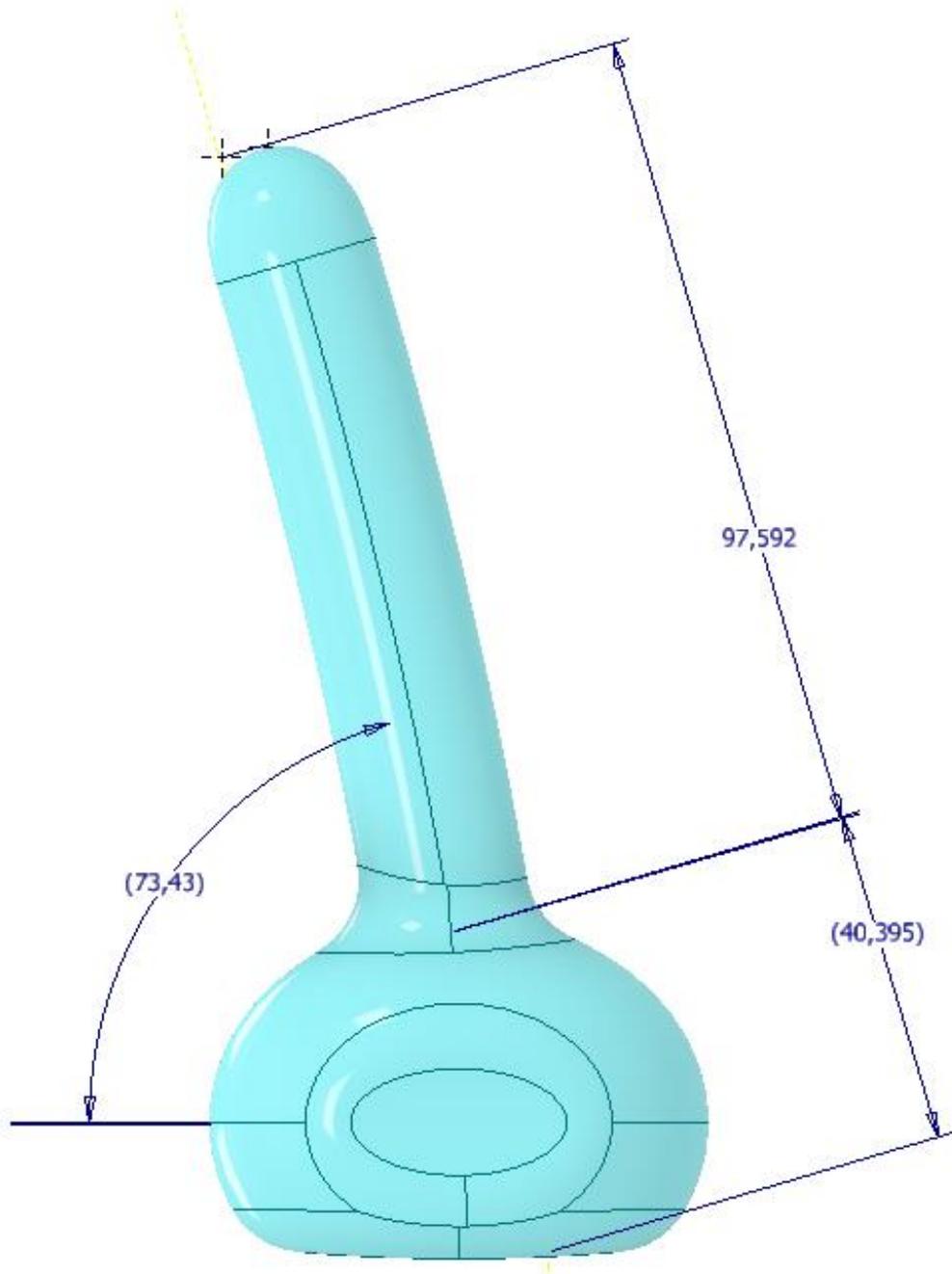
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

**Figura 4:** Dimensionamento do modelo D1



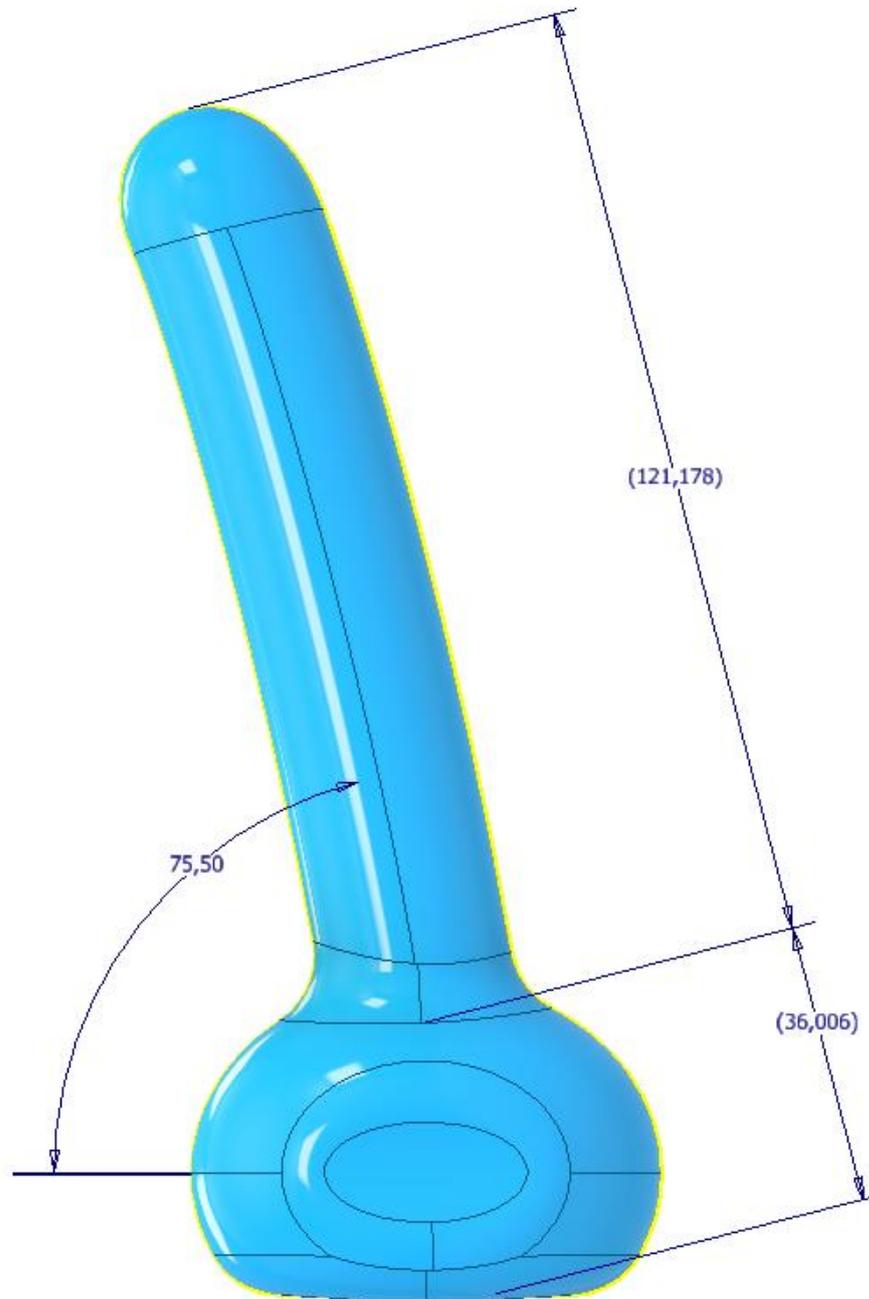
**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

**Figura 5:** Dimensionamento do modelo D2



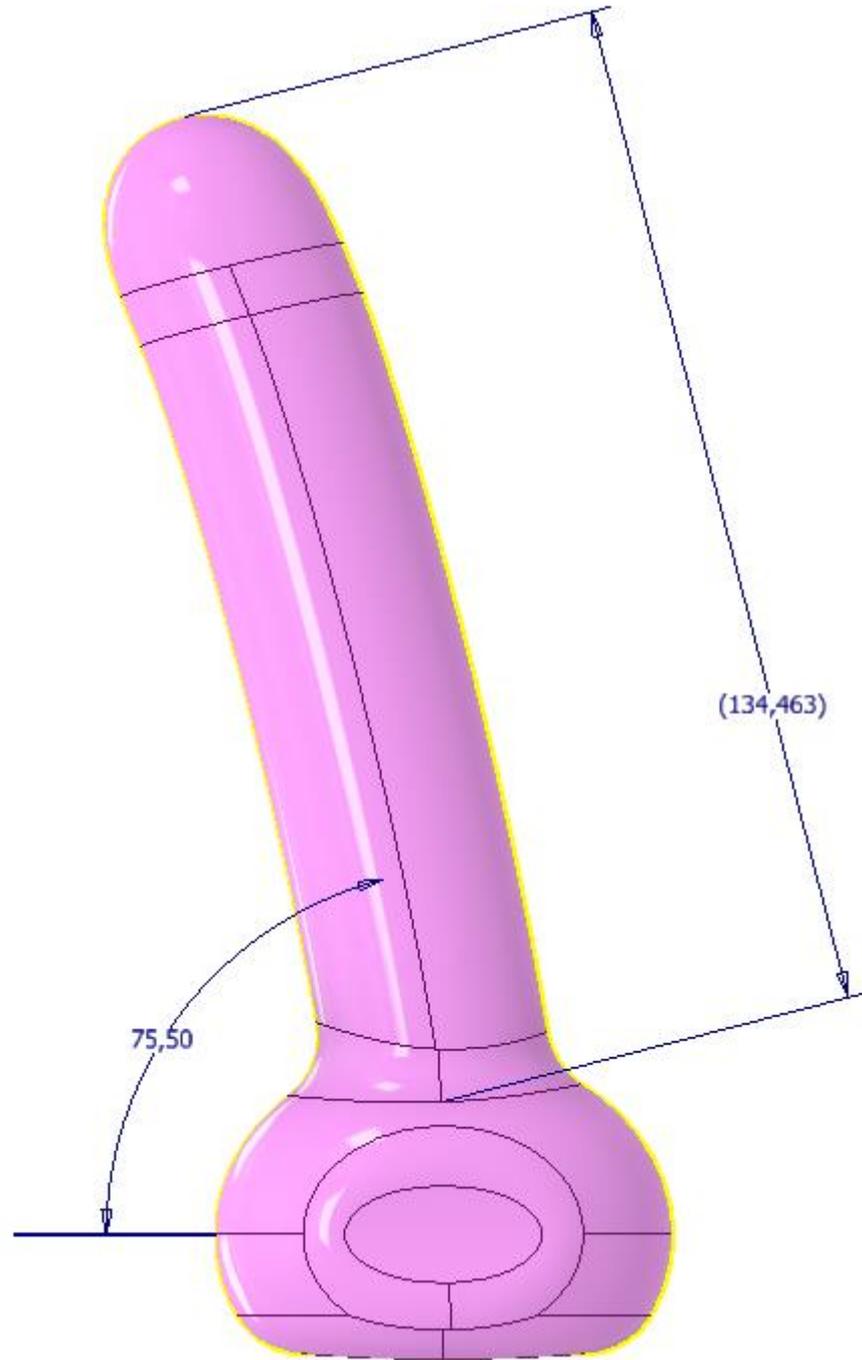
**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

**Figura 6:** Dimensionamento do modelo D3



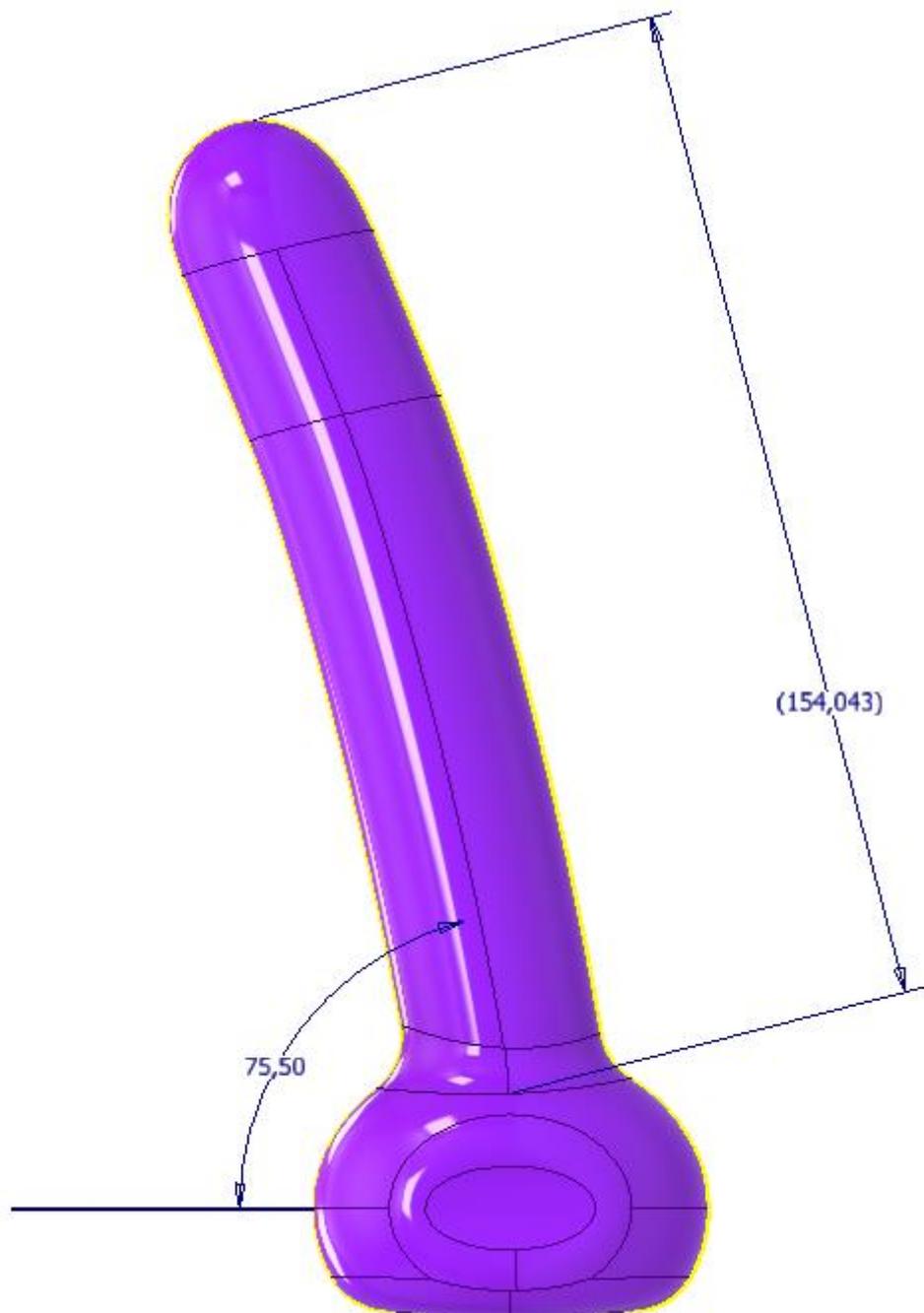
**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

**Figura 7:** Dimensionamento do modelo D4



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

**Figura 8:** Modelo D5 em cota



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

O design foi idealizado de forma anatômica para melhor manipulação do usuário, com sulcos e formato de elipse na sua base para melhor encaixe da mão, proporcionando uma empunhadura mais confortável. Em relação à sua inclinação, também foi planejado para o manejo do dilatador em direção ao canal vaginal, como mostra a Figura 9.

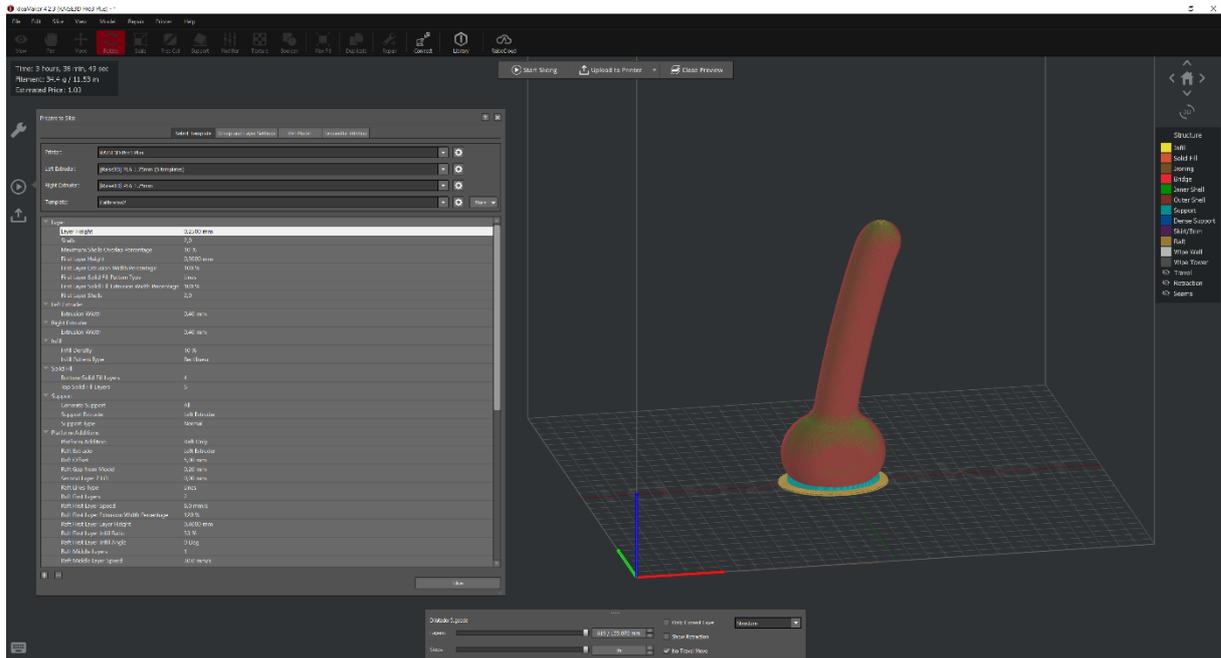
**Figura 9:** Modelo D3 em vistas diferentes



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

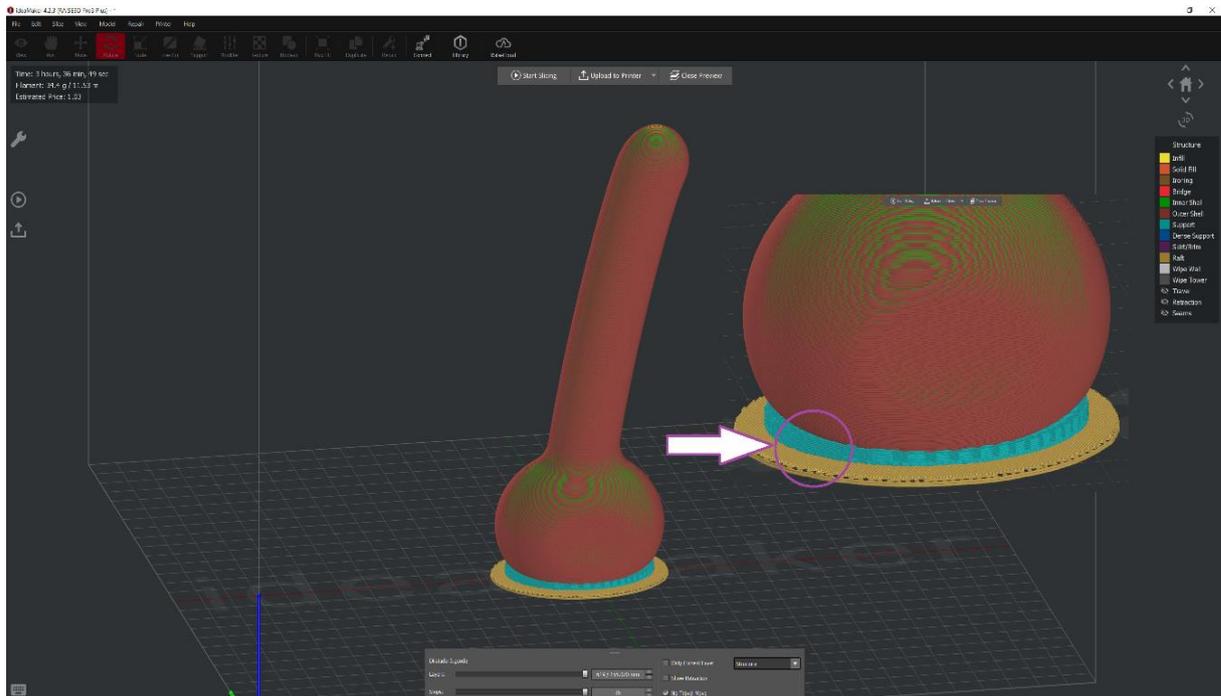
Na etapa CAM, através do Software Ideamaker (Figuras 10, 11 e 12), foram determinados os parâmetros de impressão descritos na Tabela 2 e gerado o arquivo Gcode.

Figura 10: Modelo D3 no Software Ideamaker



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

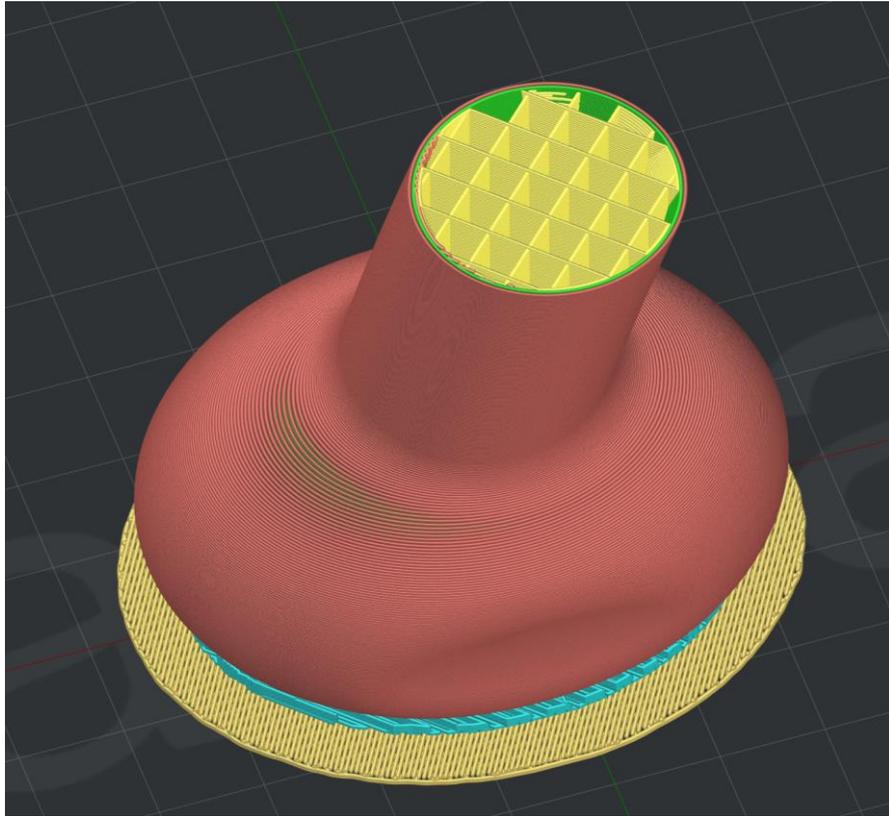
Figura 11: Estrutura de suporte no Software Ideamaker



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

A estrutura de suporte (Figura 11) é impressa junto ao dispositivo afim de evitar que o material seja depositado em um espaço vazio e ocorra uma deformidade na peça. Essa estrutura é removida na fase de pós processamento. Em relação à sua estrutura interna, seguiu-se para um formato retilíneo, no qual tem a função de estruturação do material, garantindo maior resistência e leveza ao dispositivo, caracterizando assim, como uma estrutura treliçada (Figura 12).

**Figura 12:** Detalhes do preenchimento retilínea no Software Ideamaker



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2022)

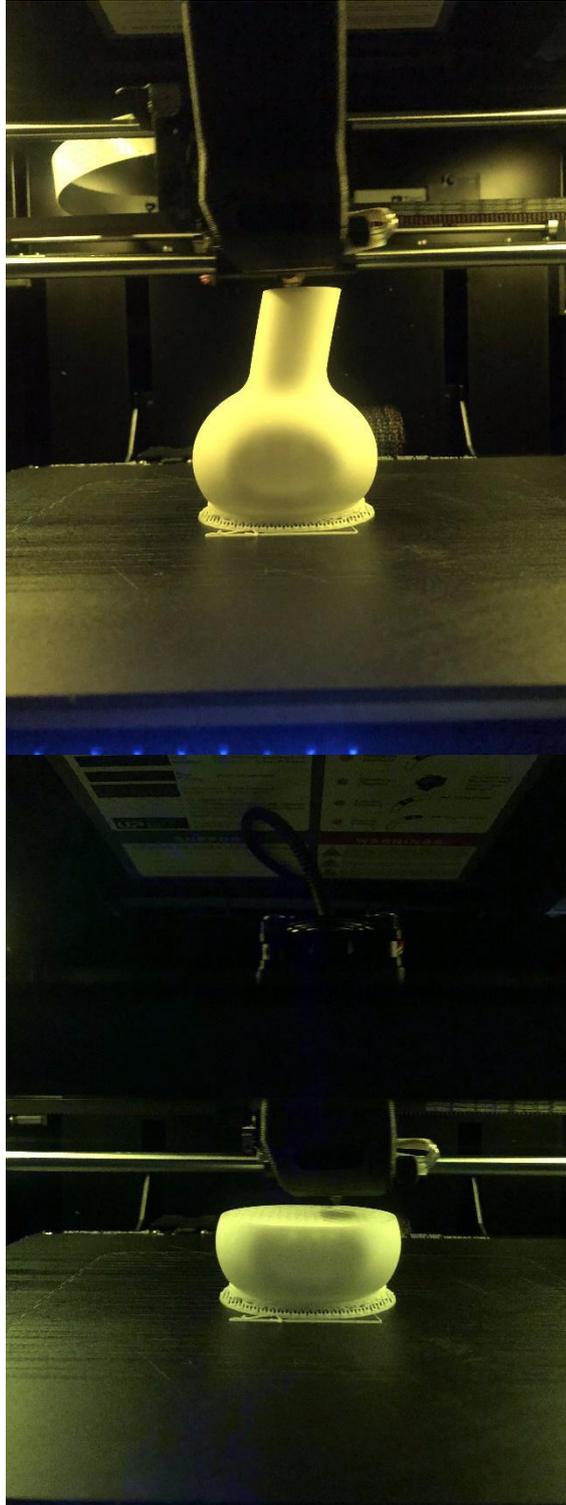
**Tabela 2:** Parâmetros de impressão

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| CAMADA DE IMPRESSÃO              | 0,25 mm   |
| LARGURA DA PAREDE DE IMPRESSÃO   | 2,0       |
| PREENCHIMENTO INTERNO            | 10%       |
| VELOCIDADE DE IMPRESSÃO          | 60 mm/s   |
| TIPO DE ESTRUTURA                | Retilínea |
| TEMPERATURA DE IMPRESSÃO         | 270°C     |
| TEMPERATURA DA MESA DE IMPRESSÃO | 90°C      |
| TIPO DE MATERIAL                 | ABS       |
| ESTRUTURA SUPORTE                | Torre     |

**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

Na terceira e última etapa, foi realizada a manufatura propriamente dita do dispositivo, conforme as figuras abaixo.

**Figura 14:** Impressão do dilatador vaginal na RAISE 3D Pro3 Plus



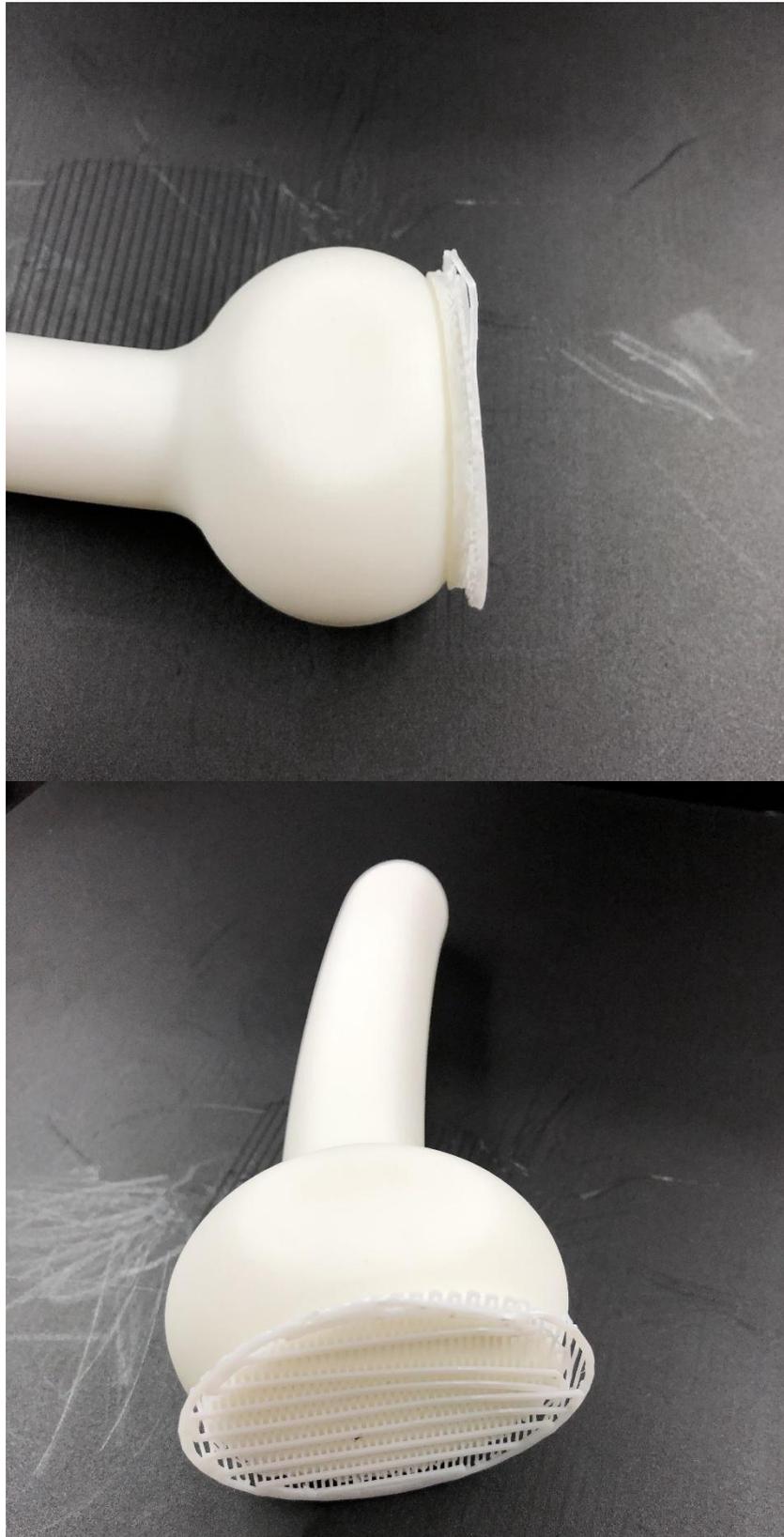
**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

**Figura 15:** Finalização do dispositivo na Impressora RAISE 3D Pro3 Plus



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

**Figura 16:** Dispositivo com estrutura de suporte antes da fase de pós processamento



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

**Figura 17:** Dispositivo com suporte removido



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

Em relação ao dispositivo manufaturado, este foi escolhido o modelo D3, visto que no momento da impressão, o laboratório não dispunha de material suficiente para fabricação dos cinco dilatadores. O ABS disponível no momento era branco, portanto, o dispositivo final foi manufaturado nessa cor, conforme a figura 18.

**Figura 18:** Dilatador vaginal modelo D3 por MA



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

A tecnologia FDM foi escolhida por ser frequentemente utilizada na fabricação de dispositivos médicos, tendo em vista, que os materiais utilizados nesta, são compatíveis com diferentes tipos de esterilização (GEBHARDT; KESSLER; THURN, 2019). Dentre estes materiais, o PLA e o ABS, polímeros termoplásticos, são os mais utilizados como matéria-prima nas impressoras do tipo FDM (OSEJOS, 2016).

A maioria dos dilatadores comercializados no Brasil são fabricados em materiais muito flexíveis (RABELLO, 2021), que provavelmente não sejam os mais adequados para o tratamento a agenesia vaginal (CHRISPIN et al., 2020), portanto, o

ABS foi escolhido, por ser um material mais rígido, para desenvolver o conjunto de dilatadores vaginais deste estudo. É importante destacar que os materiais flexíveis têm tendência à deformação com a aplicação de força, portanto, indica-se o uso de material rígido na fabricação do dispositivo para reduzir a chance do não acoplamento quando colocado em direção da entrada do canal vaginal a ser formado.

Chrispin et al (2020) desenvolveu um conjunto dilatadores vaginais por MA através da tecnologia FDM, utilizando o PLA, o produto foi disponibilizado em apenas três tamanhos diferentes. Porém, o tratamento precisa de uma maior variedade de tamanhos, pois se dá através da progressão dos dilatadores. Além disso, o modelo de Chrispin et al (2020) é cilíndrico e totalmente retilíneo, no entanto, considerando que a estrutura anatômica do canal vaginal não é totalmente linear, o modelo apresentado nesta pesquisa segue características de inclinação, o que pode proporcionar um melhor manejo por parte do usuário

Em relação ao design do novo dispositivo desta pesquisa, pode-se observar que ele seguiu características anatômicas customizadas de uma mão humana, possibilitando melhor adaptação do usuário ao dispositivo. Diferentemente do que foi apresentado por Chrispin et al (2020), que tem uma empunhadura de forma padronizada, ocasionando um maior desconforto ao usuário no momento da terapia.

Durante o processo de impressão, o PLA apresenta características termomecânicas melhores em relação ao ABS. Por exemplo, a Temperatura de Transição Vítrea (TTV) do PLA está entre 55 a 65°C, que é quando este material faz a transição de sólido para um aspecto mais viscoso (SANTANA et al., 2018). Mas em relação ao produto final, o PLA pode se deformar facilmente, se submetido, por exemplo, a uma esterilização simples em água fervente. Portanto, a temperatura de ebulição da água (100°C) causaria deformação em um produto feito com PLA, como os dilatadores de Chrispin et al., (2020), por exemplo.

Já o ABS apresenta uma alta resistência ao frio, ao calor e a alguns produtos químicos (JURISCHKA *et al.*, 2020). Sua TTV é de aproximadamente 105°C a 109,76°C (BOSC *et al.*, 2021; SINGH *et al.*, 2019), mas o estudo de Kalaš *et al.* (2021) também relatou uma TTV de 117,1°C para o ABS. Logo, este não apresenta deformação se submetido a uma esterilização simples.

A superfície de produtos em PLA tem um aspecto mais liso do que produtos em ABS (ABEYKOON; SRI-AMPHORN; FERNANDO, 2020), o que se torna um ponto negativo no dilatador de Chrispin et al (2020), pois é necessária uma maior rugosidade superficial para que o preservativo fique devidamente acoplado à peça. Por isto, optou-se por utilizar o material ABS para a produção do novo dilatador vaginal.

Ainda em relação ao material, o ABS apresenta peças leves, rígidas, de alta durabilidade e resistência (NUNES, 2018; BESKO, BILYK; SIEBEN (2017), por isto ele é superior ao PLA nestes aspectos. Os materiais do tipo ABS utilizados na FDM são materiais de baixo custo em relação à outras tecnologias de MA, como também relatado por Rodríguez-Panes; Claver; Camacho (2018).

No que se refere à Síndrome, geralmente mulheres com MRKH pós-tratamento por dilatação ou cirurgia apresentam escores menores sobre excitação, lubrificação, orgasmo e dor durante a relação, no Índice de Função Sexual Feminina, em comparação a mulheres sem a síndrome, mesmo relatando satisfação sexual (OELSCHLAGER; DEBIEC; APPELBAUM, 2016), por isto, o novo dilatador vaginal desenvolvido nesta pesquisa poderá trazer melhorias para essas mulheres, visto que são potenciais pacientes para a fisioterapia pélvica durante e após o tratamento.

## 6 CONCLUSÃO

Diante das reais necessidades do tratamento conservador da Síndrome de Rokitansky, percebeu-se a importância de disponibilizar mais opções de dilatadores que atendessem à essa demanda. Portanto, através desse estudo, conclui-se que é possível desenvolver dilatadores vaginais customizados, através de tecnologias tridimensionais, por meio de sistemas CAD e fabricação por MA, em material ABS de baixo custo, rígido, leve e resistente.

Sabendo que essas mulheres são potenciais pacientes da fisioterapia pélvica, é necessário compreender e difundir a relevância da multidisciplinaridade entre fisioterapia e engenharia, a fim de produzir outros dispositivos que sejam resolutivos no âmbito da saúde.

Todavia, para validação dos dilatadores, sugere-se um teste piloto com pacientes de MRKH. Tendo em vista a escassez na literatura sobre esse tema, recomenda-se também, que estudos futuros abordem, através de ensaios clínicos randomizados, o melhor tipo de dilatador para cada disfunção pélvica, já que cada uma se apresenta de uma forma diferente.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEYKOON, Chamil; SRI-AMPHORN, Pimpisut; FERNANDO, Anura. Optimization of fused deposition modeling parameters for improved PLA and ABS 3D printed structures. **International Journal Of Lightweight Materials And Manufacture**, v. 3, n. 3, p. 284-297, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijlmm.2020.03.003>.
- ARAYA-CASTRO, Paulina *et al.* Vaginal Dilator and Pelvic Floor Exercises for Vaginal Stenosis, Sexual Health and Quality of Life among Cervical Cancer Patients Treated with Radiation: clinical report. **Journal Of Sex & Marital Therapy**, Santiago, v. 46, n. 6, p. 1-15, 2 maio 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0092623x.2020.1760981>.
- ARONSON, Jeffrey K.; HENEGHAN, Carl; FERNER, Robin E.. Medical Devices: definition, classification, and regulatory implications. **Drug Safety**, Birmingham, v. 43, n. 2, p. 83-93, 16 dez. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40264-019-00878-3>.
- BARRIOS-MURIEL, Jorge *et al.* Advances in Orthotic and Prosthetic Manufacturing: a technology review. **Materials: (Basel)**, Badajoz, v. 13, n. 2, p. 295-3310, 9 jan. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ma13020295>.
- BESKO, Marcos; BILYK, Claudio; SIEBEN, Priscila Gritten. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. **Gestão, Tecnologia e Inovação**: revista eletrônica dos cursos de engenharia, Curitiba, v. 1, n. 3, p. 9-18, 1 set. 2017.
- BOSC, Romain *et al.* Bacteriological and mechanical impact of the Sterrad sterilization method on personalized 3D printed guides for mandibular reconstruction. **Scientific Reports**, Créteil, v. 11, n. 1, p. 1-10, 12 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-79752-7>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde. "Entendendo a Incorporação de Tecnologias em Saúde no SUS: como se envolver [recurso eletrônico]" / **Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

COMMITTEE ON ADOLESCENT HEALTH CARE. Acog committee opinion. **Obstetrics & Gynecology**, v. 131, n. 728, p. 35–42, 2018.

COSTA., J. M. R. DA et al. Aplicabilidade da Impressão 3D como tecnologia em saúde e soluções inovadoras durante a pandemia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 49120–49130, 2021.

CHRISPIN, Thyeres Teixeira Bueno *et al.* Development of personalized molds for neovagina creation by 3D printer. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 66, n. 11, p. 1498-1502, nov. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9282.66.11.1498>.

CUNHA, Gabriela Corassa Rodrigues da. **Avaliação genética em mulheres diagnosticadas clinicamente com Síndrome de Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser**. 2018. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

EDMONDS, D. K. et al. Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser syndrome: A review of 245 consecutive cases managed by a multidisciplinary approach with vaginal dilators. **Fertility and Sterility**, v. 97, n. 3, p. 686–690, 2012.

FONTANA, L. et al. Genetics of Mayer–Rokitansky–Küster–Hauser (MRKH) syndrome. **Clinical Genetics**, v. 91, n. 2, p. 233–246, 2017.

GARCIA, L. H. T. **Desenvolvimento e fabricação de uma mini-impressora 3D para cerâmicas**. p. 105, 2010.

GEBHARDT, A.; KESSLER, J.; THURN, L. **3D Printing: Understanding Additive Manufacturing**. 2. ed. Munique: [s.n.]. v. 578, 2019.

HALL-CRAGGS, Margaret Anne *et al.* Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser Syndrome: diagnosis with mr imaging. **Radiology**, London, v. 269, n. 3, p. 787-792, dez. 2013. Radiological Society of North America (RSNA). <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.13130211>.

HERLIN, M. K.; PETERSEN, M. B.; BRÄNNSTRÖM, M. Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser (MRKH) syndrome: A comprehensive update. **Orphanet Journal of Rare Diseases**, v. 15, n. 1, 2020.

JEMGHILI, Rajae; TALEB, Abdelmajid Ait; MANSOURI, Khalifa. Additive Manufacturing Progress as a New Industrial Revolution. **2020 IEEE 2Nd International Conference On Electronics, Control, Optimization And Computer Science (Icecocs)**, Quenitra, p. 1-8, 2 dez. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icecocs50124.2020.9314623>.

JURISCHKA, Christoph *et al.* An explorative study of polymers for 3D printing of bioanalytical test systems. **Clinical Hemorheology And Microcirculation**, Senftenberg, v. 75, n. 1, p. 57-84, 22 jul. 2020. IOS Press. <http://dx.doi.org/10.3233/ch-190713>.

KALAŠ, David *et al.* FFF 3D Printing in Electronic Applications: dielectric and thermal properties of selected polymers. **Polymers**, Pilsen, v. 13, n. 21, p. 3702-3718, 27 out. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/polym13213702>.

LIU, M. *et al.* Vaginal Dilators: Issues and Answers. **Sexual Medicine Reviews**, v. 9, n. 2, p. 212–220, 2021.

MCVEARRY, M.; WARNER, W. Use of Physical Therapy to Augment Dilator Treatment for Vaginal Agenesis. **Female Pelvic Medicine & Reconstructive Surgery**, v. 17, n. 3, p. 153–156, 2011.

NAGAMINE, Bruna Pereira; SILVA, Karla Camila Correia da. A utilização dos massageadores perineais e dilatadores vaginais como métodos de tratamento fisioterapêutico nas Disfunções Pélvicas: vaginismo e dispareunia. **Research, Society And Development**, Guarai, v. 10, n. 6, p. 1-6, 4 jun. 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.16028>.

NUNES, Bruno Louçana. **Desenvolvimento de filamento compósito para impressão 3D**. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Química Industrial - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

OELSCHLAGER, A. A.; DEBIEC, K. Review Vaginal Dilator Therapy : A Guide for Providers for Assessing Readiness and Supporting Patients Through the Process Successfully. **Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology**, v. 32, n. 4, p. 354–358, 2019.

OELSCHLAGER, A. M. A.; DEBIEC, K.; APPELBAUM, H. Primary vaginal dilation for vaginal agenesis: Strategies to anticipate challenges and optimize outcomes. **Current Opinion in Obstetrics and Gynecology**, v. 28, n. 5, p. 345–349, 2016.

OSEJOS, Jaime Vinicio Molina. **Caracterización de materiales termoplásticos de ABS y PLA semi-rígido impresos en 3D con cinco mallados internos diferentes**. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2016.

POMPILI, G. *et al.* Magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser syndrome La risonanza magnetica nel management prechirurgico della sindrome di Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser. **Urogenital radiology**, v. 56, n. 114, p. 811–826, 2009.

PREIBSCH, H. *et al.* Clinical value of magnetic resonance imaging in patients with Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser (MRKH) syndrome: Diagnosis of associated malformations, uterine rudiments and intrauterine endometrium. **European Radiology**, v. 24, n. 7, p. 1621–1627, 2014.

RABELO, Camila da Cruz. **Desenvolvimento de um conjunto de dilatadores vaginais com foco nas percepções de uso dos fisioterapeutas pélvicos e suas**

**pacientes.** 2021. 123 f. TCC - Curso de Tecnólogo em Design de Produto, Departamento Acadêmico de Metal Mecânica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

REISSING, Elke D.; ARMSTRONG, Heather L.; ALLEN, Caroline. Pelvic Floor Physical Therapy for Lifelong Vaginismus: a retrospective chart review and interview study. **Journal Of Sex & Marital Therapy**, Ottawa, v. 39, n. 4, p. 306-320, 7 mar. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0092623x.2012.697535>.

RODRIGUEZ-PANES, A.; CLAVER, J.; CAMACHO, A. The influence of manufacturing parameters on the mechanical behaviour of PLA and ABS pieces manufactured by FDM: A comparative analysis. **Materials**, vol 11, n 8, p 1333, 2018. doi:10.3390/ma11081333

SANTANA, Leonardo *et al.* Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. **Matéria (Rio de Janeiro)**, Porto, v. 23, n. 4, p. 1-28, 6 dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620180004.0601>.

SINGH, Saveri *et al.* Healthcare Applications of 3D Printing in Human Implants: a review. **2020 IEEE 17Th India Council International Conference (Indicon)**, Greater Noida, v. 1, n. 1, p. 1-6, 10 dez. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/indicon49873.2020.9342316>

SINGH, Rupinder *et al.* Multi-Material Additive Manufacturing of Sustainable Innovative Materials and Structures. **Polymers**, Ludhiana, v. 11, n. 1, p. 62-76, 4 jan. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/polym11010062>.

US Food and Drug Administration. **Product code classification file.** 2019. <https://www.fda.gov/medicaldevices/deviceregulationandguidance/overview/classifyourdevice/ucm051668.htm#file>. Accessed 29 Jul 2022.

VOLPATO, N. **Manufatura aditiva - Tecnologias e aplicações da impressão 3D.** São Paulo: Blucher, 2017.

WAGNER, A. *et al.* Treatment management during the adolescent transition period of girls and young women with Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser syndrome (MRKHS): A systematic literature review. **Orphanet Journal of Rare Diseases**, v. 11, n. 1, 2016.

WALLACE, Shannon; MILLER, Lucia; MISHRA, Kavita. Pelvic floor physical therapy in the treatment of pelvic floor dysfunction in women. **Curr Opin Obstet Gynecol**, Palo Alto, v. 31, n. 6, p. 485-493, 1 dez. 2019.

WOJCIECHOWSKI, Elizabeth *et al.* Feasibility of designing, manufacturing and delivering 3D printed ankle-foot orthoses: a systematic review. **Journal Of Foot And Ankle Research**, Sydney, v. 12, n. 1, p. 1-12, 7 fev. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13047-019-0321-6>.