



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE FISIOTERAPIA**

**KATIUSKA DUARTE DE ANDRADE**

**CONSTRUÇÃO DE UM EDUCADOR VAGINAL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE  
MANUFATURA ADITIVA**

**CAMPINA GRANDE  
DEZEMBRO/2017**

**KATIUSKA DUARTE DE ANDRADE**

**CONSTRUÇÃO DE UM EDUCADOR VAGINAL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE  
MANUFATURA ADITIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado na modalidade de artigo científico,  
ao departamento de Fisioterapia da Universidade  
Estadual da Paraíba como requisito para  
obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

**Orientador:** Ketinlly Yasmyne Nascimento  
Martins

**Coorientador:** Rodolfo Ramos Castelo Branco

**CAMPINA GRANDE**

**DEZEMBRO/2017**

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.

A553c Andrade, Kátiuska Duarte de.  
Construção de um educador vaginal através da tecnologia de manufatura aditiva [manuscrito] : / Kátiuska Duarte de Andrade. - 2017.  
33 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2017.

"Orientação : Profa. Ma. Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins , Departamento de Fisioterapia - CCBS."

1. Cinesioterapia. 2. Assoalho pélvico. 3. Manufatura aditiva. 4. Impressão 3 D.

21. ed. CDD 615.82



**CONSTRUÇÃO DE UM EDUCADOR VAGINAL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE  
MANUFATURA ADITIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em: 01/12/2017.

**BANCA EXAMINADORA**

Ketlinly Yasmyne N. Martins

Profa. Me. Ketinlly Yasmyne N. Martins (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Renata Newman L. dos Santos Lucena

Prof. Me. Renata Newman Leite dos Santos Lucena  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maio de Lourdes Fernandes de Oliveira

Profa. Esp. M<sup>o</sup> de Lourdes Fernandes  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou meu caminho durante esta caminhada me dando força e coragem para superar todas as dificuldades e permitido que este momento fosse vivido por mim.

Agradeço ao meu pai Severino Gomes e a minha mãe Nadjane Duarte por tudo que dedicaram a mim, em especial, minha educação me permitindo alcançar todos os meus objetivos e não mediram esforços para me proporcionar um bom conhecimento. Sou grata pelo apoio de vocês que me faz forte nas horas mais difíceis. Amo vocês!

Ao meu noivo Thiago França, meu companheiro de todas as horas, obrigada por me acalmar nos momentos de ansiedade, por me aconselhar quando pensava em desistir e pela paciência com que resolvia tantas coisas para mim na minha ausência.

Ao meu avô José Gomes, que nas nossas conversas, sempre me aconselhava sobre a importância da educação e pelo orgulho que sente dessa conquista.

A minha família, em geral, que sempre se prontificou a me ajudar quando eu precisasse, em especial, meu irmão José Neto que na minha ausência dedicada aos estudos fazia tantas obrigações, a minha tia Terezinha e tia Maria.

A minha orientadora Ketinlly Yasmine pela disponibilidade e paciência prestando toda orientação necessária para o desempenho deste trabalho e por sempre me fazer acreditar que tudo ia dar certo.

A banca examinadora Renata Newman e Maria de Lourdes por aceitarem o convite e avaliarem o meu trabalho e ao coorientador Rodolfo Ramos por fazer parte da construção e análise do educador.

Aos meus amigos Cibely e Paulo pelos conselhos nas horas que mais precisava e Adriele, Brenda, Larissa que ao longo de todo este tempo fazem parte da minha jornada sempre me ajudando em tudo que eu preciso. Vocês moram no meu coração.

Aos colegas da universidade e toda sala pela contribuição na minha vida acadêmica.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação contribuindo para realização deste sonho.

# CONSTRUÇÃO DE UM EDUCADOR VAGINAL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE MANUFATURA ADITIVA

Katiuska Duarte de Andrade <sup>1</sup>

## RESUMO

A cinesioterapia tem sido considerada uma ferramenta chave no tratamento fisioterapêutico para fortalecimento do assoalho pélvico, trabalhando os músculos pelos movimentos de forma ativa, aumentando o tônus das fibras musculares, conseqüentemente a sua resistência. A fisioterapia convencional, pode ser realizada com auxílio de educadores vaginais, estes são uma das formas de utilização da cinesioterapia para o tratamento da musculatura do assoalho pélvico, permitindo uma contração correta da musculatura perineal por acompanhar os movimentos das paredes internas da vagina, fornecendo um feedback sensorial desta musculatura. O acesso a este dispositivo é reduzido e por este motivo buscou-se uma maneira de desenvolver um dispositivo diferenciado e de fácil acesso através do processo de Manufatura Aditiva - MA (Impressão 3D) o qual permite criar objetos precisos, de geometria complexa e com baixo custo. O dispositivo foi desenvolvido a partir da modelagem CAD no Autodesk Inventor e prototipado através do processo FDM da MA no material PLA como matéria prima. A concepção deste dispositivo foi feita a partir da engenharia reversa de um educador vaginal comercial. A criação deste dispositivo utilizando MA dá uma nova perspectiva aos tratamentos de disfunções do assoalho pélvico, uma vez que este pode ser produzido em pequenas escalas, de forma imediata e com custo reduzido, além de apresentar-se com um design inovador.

**Palavras-chave:** Cinesioterapia; Impressão 3D; Manufatura Aditiva; Assoalho pélvico.

<sup>1</sup> Aluna de Graduação em Fisioterapia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.  
Email: katiuskaduarte**q**@hotmail.com

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	10
2.1 OBJETIVO GERAL: .....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	10
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
3.1 ASSOALHO PÉLVICO: ANATOMIA E DISFUNÇÕES .....	11
3.2 CINESIOTERAPIA NAS DISFUNÇÕES DO ASSOALHO PÉLVICO .....	14
3.3 EDUCADORES VAGINAIS PARA TRATAMENTO DE DISFUNÇÕES PÉLVICAS .....	15
3.4 MANUFATURA ADITIVA.....	16
<b>3.4.1 Tipos de processos</b> .....	17
<b>3.4.2 Processo FDM</b> .....	18
3.5 POLÍMEROS .....	19
<b>3.5.1 Poliácido Láctico</b> .....	19
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	20
<b>4.1 Tipo do Estudo</b> .....	20
<b>4.2 Etapas do Estudo</b> .....	20
<b>4.3 Descrição das Etapas do Estudo</b> .....	20
4.3.1 Análise de dispositivos mecânicos utilizados para treino dos MAP .....	20
4.3.2 Concepção do novo dispositivo.....	21
4.3.3 Desenvolvimento desenho CAD .....	21
4.3.4 Manufatura Aditiva em FDM .....	21
<b>5.0 RESULTADOS</b> .....	22
<b>5.1 Detalhamento das Etapas do Estudo</b> .....	22
5.1.1 Análise do dispositivo mecânico utilizado para treino dos MAP .....	22
5.1.2 Concepção do novo dispositivo, Desenvolvimento do desenho CAD e MA.....	22
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>ABSTRACT</b> .....	
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	30





## 1. INTRODUÇÃO

O assoalho pélvico é um conjunto de partes moles que formam a pelve, unido por ligamentos, fâscias e músculos coccígeos e elevadores do ânus, que conjuntamente são chamados de diafragma pélvico. Já o diafragma urogenital é formado pelos músculos levantador do ânus se divide em pubococcígeo, ileococcígeo e puborretal, os músculos bulbocavernoso, transverso superficial do períneo e o isquiocavernoso (MOORE, 1998). Suas funções, além da sexual são de sustentar e suspender os órgãos pélvicos e abdominais, mantendo as continências urinária e fecal.

A atuação do fisioterapeuta na reeducação perineal do assoalho pélvico, através da cinesioterapia, tem por finalidade melhorar a força de contração das fibras musculares, promover a reeducação abdominal e um rearranjo lombopélvico (SOUZA, 2002).

Segundo AMARO e GAMEIRO, 2001 a cinesioterapia é uma terapia através dos movimentos, tendo como base os movimentos voluntários repetidos que são capazes de proporcionar o aumento da força muscular, resistência e endurance, melhorando a mobilidade, a flexibilidade e a coordenação muscular. A cinesioterapia é capaz de promover melhoria da perda de urina diária e alívio dos sinais e sintomas favorecendo melhor qualidade de vida (OLIVEIRA e GARCIA, 2011). Baseado nos exercícios de contrações repetidas tem se indicado em alguns casos de incontinência urinária, devido ao aumento do tônus das fibras musculares do tipo I que promovam sustentação e resistência na contração muscular e das fibras musculares do tipo II que promovem contrações fortes e breves, dentre outras patologias. A reeducação da musculatura do assoalho pélvico torna-se relevante no programa de exercícios aplicados para pacientes vindos sob forma preventiva ou até mesmo curativa, além de melhorar a função sexual.

De acordo com GÉO e LIMA (2001), SOUZA (2002), a cinesioterapia para o assoalho pélvico é isenta de efeitos colaterais e morbidade. Por isso, hoje o tratamento fisioterapêutico está sendo cada vez mais utilizado devido ao resultado positivo no tratamento das disfunções do assoalho pélvico, porém depende de uma boa avaliação do paciente e da escolha da técnica e parâmetro de tratamento para cada tipo de patologia que será tratada.

Tendo em vista a importância da cinesioterapia no tratamento das disfunções dos músculos do assoalho pélvico, esta técnica pode ser realizada com auxílio de um dispositivo, o educador vaginal, o qual permite o acompanhamento dos movimentos das paredes internas da vagina determinando uma contração correta da musculatura. Mas, infelizmente sua utilização é bastante reduzida por ser um equipamento importado e conseqüentemente caro. Diante disto,

este estudo foi idealizado a partir da existência do processo de impressão 3D através da tecnologia de manufatura aditiva, a qual é possível produzir dispositivos de forma rápida e de baixo custo, tornado assim mais acessível o tratamento. A partir da afirmativa acima, o objetivo deste estudo foi construir um novo Educador vaginal para cinesioterapia do assoalho pélvico, através do processo de Manufatura Aditiva.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver um novo Educador vaginal para cinesioterapia do assoalho pélvico, através do processo de Manufatura Aditiva.

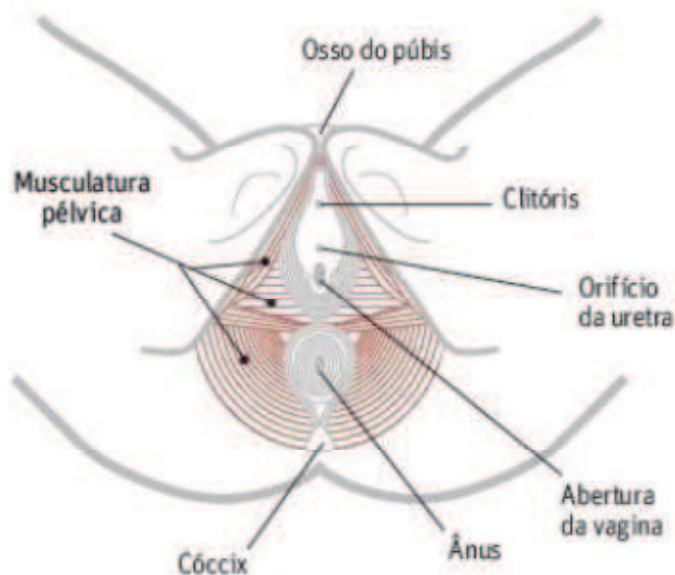
### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar Educadores Vaginais comerciais;
- Desenvolver um novo educador vaginal através de software CAD;
- Prototipar o novo educador vaginal através da MA no processo FDM;

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ASSOALHO PÉLVICO: ANATOMIA E DISFUNÇÕES

O assoalho pélvico feminino é formado por um conjunto de músculos e tem como uma das principais funções auxiliar no suporte dos órgãos do assoalho pélvico, manutenção da continência urinária e fecal e na sexualidade (MOREIRA; ARRUDA, 2010). É dividido em três partes: anterior (bexiga e uretra), média (vagina) e posterior (reto) (MORENO, 2004). Os músculos do assoalho pélvico (MAP) tem origem no púbis e nas paredes laterais dos ossos da bacia e se dirigem para o cóccix. Esses músculos são denominados diafragma pélvico e diafragma urogenital. O primeiro é formado pelos músculos elevadores do ânus e coccígeos. O músculo elevador do ânus se divide em pubococcígeo, ileococcígeo e puborretal. O segundo, composto pelos músculos bulbocavernoso, transverso superficial do períneo e o isquicavernoso além da fáscia endopélvica responsável por manter as estruturas pélvicas em posições normais (Figura 1). A musculatura pélvica possui 70% de fibras musculares do tipo I ou de contração lenta e 30% de fibras do tipo II ou contração rápida. As fibras do tipo I são altamente resistentes e, conseqüentemente, produzem a contração por longos períodos, apesar da força de contração tender a ser de ordem relativamente baixa. Já as fibras do tipo II são altamente exaustíveis, mas produzem alta ordem de força na contração rápida (MORENO, 2004).

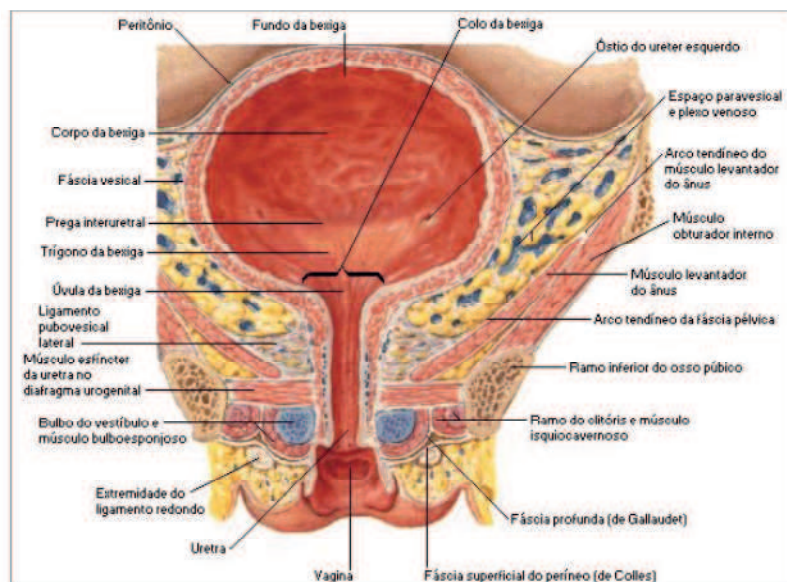


**Figura 1:** Músculos do AP

Fonte: Google imagens (2017)

Já a bexiga é um órgão com formato côncavo que se encontra posteriormente à sínfise púbica e anteriormente ao reto. É composta pelas camadas mucosa, submucosa, muscular e serosa. A primeira camada possui um epitélio que quando a bexiga está cheia, diminui a espessura por haver um estiramento dessas células, a segunda camada dá suporte a mucosa, a camada muscular é composta pelo músculo detrusor da bexiga e a externa, a serosa, é constituída de gordura e tecido conjuntivo e aparece apenas acima da bexiga. (GRAAF, 1992). O músculo liso é denominado músculo detrusor da bexiga, localizado acima do assoalho pélvico, atrás da sínfise e do púbis, e na frente do útero e da vagina, tendo como função armazenar e evacuar (Carvalho e Holanda, 2008) (Figura 2). Assim, qualquer afecção neste órgão pode repercutir no desempenho do aparelho urinário.

A uretra apresenta em média quatro centímetros de comprimento. É formada pelo esfíncter interno que são as fibras musculares lisas que possuem pouca variedade de contração espasmódica, possibilitando que se mantenha uma pressão de fechamento e, assim, a continência urinária por período prolongado sem fadiga e pelo esfíncter externo, que são as fibras estriadas, este pode ser usado para impedir conscientemente a micção, mesmo quando controles involuntários estão tentando esvaziar a bexiga, ou seja, retardam a micção (GUYTON e HALL, 2002; ZANATTA e FRARE, 2003). O centro tendíneo do períneo fica localizado entre a vagina e o ânus, seus músculos são inervados pelo nervo pudendo do plexo sacral.



**Figura 2:** Anatomia do sistema urinário feminino

Fonte: Atlas Netter (2017)

A integridade do AP é essencial para que este não sofra danos. Na mulher, as forças de retenção são vulneráveis, possuem uretra curta e são submetidas a traumatismos obstétricos, lesões de nervo, das fâscias e músculos, modificações hormonais, entre outros. Um AP enfraquecido pode ocasionar tais condições patológicas como a Incontinência Urinária (IU) e disfunções sexuais. (OLIVEIRA e CARVALHO, 2006; MOREIRA et al., 2002).

A Sociedade Internacional de Continência define IU como uma condição na qual há perda involuntária da urina. Atualmente, a patologia com maior incidência no âmbito da fisioterapia uroginecológica é a Incontinência Urinária (TAVARES et al, 2011; GAMEIRO, 2015). Essa condição acarreta ao indivíduo limitações físicas, emocionais, sociais e psicológicas, causando impacto negativo na qualidade de vida (GLISOI; GIRELLI, 2011; PEREIRA, 2012).

MARQUES e FERREIRA, 2011 afirmam que os fatores de maior prevalência da fisiopatologia e dos sintomas agravantes são pacientes do sexo feminino aos 50 anos e aumenta com a idade, descendência étnica, excesso de peso, deficiência estrogênica, ações estáticas e dinâmicas de estresse muscular, acidente vascular cerebral, traumas, tumores medulares e multiparidade.

VIANA et al., 2012 diz que o Brasil possui uma população de cerca de 190 milhões de habitantes, onde aproximadamente 56% são do sexo feminino e cerca de um terço desta população é acometida pela IU. A apresentação clínica da IU pode manifestar-se de várias formas, como: a incontinência urinária de esforço (IUE), tipo mais comum que ocorre pela perda associada aos esforços físicos, tosse ou espirro pelo fato destes desencadearem aumento da pressão intra-abdominal (MOURÃO et al, 2015; STEPHENSON & O' CONNOR, 2014; HIGA, LOPES & REIS, 2015). Já a perda acompanhada pelo forte desejo de urinar denomina-se urge-incontinência (UI). Por último, denomina-se incontinência urinária mista (IUM) quando ocorre perda involuntária de urina associada à urgência e aos esforços, ou seja, é a combinação dos dois tipos de incontinência já citados, é a menos frequente (RETT et al, 2015; MOURÃO et al, 2015).

BEUTTENMULLER et al, 2011, aponta como fatores de risco para a IU os seguintes itens: idade, hipoestrogenismo, doenças crônicas, aumento do índice de massa corporal (IMC), obesidade, paridade, tipo de parto, peso do recém-nascido, menopausa, exercícios físicos muito intensos, constipação intestinal, fatores hereditários, doenças crônicas, uso de drogas e consumo de cafeína.

Além da incontinência urinária, outras disfunções podem ocorrer devido à falta de integridade das estruturas do assoalho pélvico, como a disfunção sexual, que se refere a

situações em que a resposta sexual apresenta alguma alteração, ou seja, um bloqueio total ou parcial da resposta normal, podendo ser o fator orgânico ou psicossocial (MORENO, 2009; ABDO, 2009). As disfunções sexuais femininas interferem na saúde mental, física e nos relacionamentos influenciando na sua qualidade de vida (ANTONIOLI; SIMÕES, 2010; NAJAFABADY; SALMANI; ABEDI, 2011). São exemplos de disfunções sexuais: transtorno do desejo sexual, transtorno de excitação sexual, dor pélvica crônica, dispaurenia anorgasmia (ANTONIOLI; SIMÕES, 2010).

### 3.2 CINESIOTERAPIA NAS DISFUNÇÕES DO ASSOALHO PÉLVICO

RODRIGUES (2008) afirma que a cinesioterapia é crucial no tratamento fisioterápico para o fortalecimento da musculatura pélvica, trabalhando estes de forma ativa, uma vez que o exercício é realizado conforme a paciente é orientada.

Arnold Kegel, médico ginecologista norte americano foi pioneiro ao introduzir o treinamento da musculatura do assoalho pélvico feminina para tratamento da incontinência urinária. Ao desenvolver seu programa, baseou-se na tese de que a musculatura do assoalho pélvico era responsiva a medidas que promovessem sua contração. A partir daí, aplicou este programa clinicamente por 17 anos, ao que chamou de terapia fisiológica que consistia em exercícios para o fortalecimento do assoalho pélvico (MOREIRA; YASUDA; KIMURA, 2001). O ginecologista utilizava um aparelho chamado perineômetro utilizado na reabilitação da musculatura pélvica e quando associado à cinesioterapia se tornava mais eficaz. No ano de 1992, a Sociedade Internacional de Continência validou as técnicas de reabilitação do assoalho pélvico (MORENO, 2004). Assim, a cinesioterapia do assoalho pélvico consiste na realização dos exercícios de Kegel que tem por objetivo trabalhar os músculos do assoalho para o tratamento das disfunções com movimentos voluntários repetidos, e posições alternadas gerando ou recuperando força muscular e restituindo a função motora.

Segundo Silva (2011) a cinesioterapia do assoalho pélvico é baseada no princípio de que contrações voluntárias aumentam a força muscular, pode ser realizado em grupo ou individual, sendo um método no qual os objetivos são o aumento da força, da coordenação motora dos movimentos e da resistência muscular. Por isso esse protocolo é bastante indicado no tratamento da incontinência urinária e outras disfunções, pois aumenta o recrutamento das fibras musculares do tipo I e II, auxiliando no mecanismo de continência por meio da contração



voluntária dos MAP ocasionando elevação e aproximação dos mesmos, resultando no fechamento uretral (BERBAM, 2011).

A cinesioterapia é isenta de efeitos colaterais. VIANA et al., 2012, afirma que o tratamento conservador para IU é eficaz, sem risco, e condizente com outros recursos de tratamento, como por exemplo, a bola suíça utilizada para o treinamento de músculos hipotônicos do assoalho. Outros métodos utilizados para treinamento da musculatura pélvica são os educadores vaginais, dispositivos mecânicos que podem ser inseridos na vagina para fornecer feedback sensorial aos músculos do assoalho pélvico.

### 3.3 EDUCADORES VAGINAIS PARA TRATAMENTO DE DISFUNÇÕES PÉLVICAS

Educadores vaginais são dispositivos que podem ser introduzidos na vagina com objetivo de fortalecer a musculatura pélvica. São de grande importância para cinesioterapia do assoalho pélvico, pois além de aumentar e/ou atribuir maior resistência a musculatura perineal, fornece percepção e feedback sensorial, isso acontece porque o dispositivo trabalha com a musculatura de forma ativa e permite o acompanhamento das paredes internas da vagina.

Existem vários tipos de educadores, um deles são os cones vaginais, definidos como pequenas cápsulas, com pesos que variam de 25 g a 75g de tamanhos iguais e de uso individual (MORENO, 2004), são em número de 5 e de cores diferentes, são utilizados juntamente com o protocolo de Kegel. Quando o cone é colocado na vagina, ele tende a deslizar causando sensação de perda que irá proporcionar um biofeedback tátil e cenestésico, fazendo com que o assoalho pélvico se contraia de forma reflexa na tentativa de segura-lo no local que foi introduzido.

Tanto o uso de cones vaginais quanto os exercícios pélvicos isolados são eficientes no tratamento da IU, reduzindo as perdas de urina e melhorando a sintomatologia, entretanto, o biofeedback sensorial-motor fornecido por cones vaginais leva a um importante ganho de força muscular, seguido de uma diminuição rápida, embora com manutenção da continência urinária (GAMEIRO et al, 2010).

Segundo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Urologia de 2006, os cones vaginais atuam estimulando o recrutamento das fibras do tipo I e do tipo II melhorando a propriocepção da musculatura pélvica e promovendo aumento de força muscular. São indicações para este tratamento: IU de esforço, urge-incontinência, assoalho pélvico fraco, pós-parto, disfunção sexual, pouca propriocepção pélvica e incoordenação da contração pélvica. As contraindicações

são: presença de infecções no trato-urogenital, durante a menstruação, paciente com distúrbio psiquiátrico, durante ou imediatamente após relação sexual, gravidez, retenção/obstrução urinária.

Já o educador vaginal propriamente dito é um dispositivo que também é introduz na vagina, é de grande importância no treinamento da musculatura perineal por permitir o acompanhamento dos movimentos da parede interna da vagina e conforme a paciente contrai os músculos perineais, pode ter uma visualização por meio da movimentação da sua haste, causando percepção e biofeedback da contração do assoalho pélvico, tanto para a paciente quanto para o terapeuta.

### 3.4 MANUFATURA ADITIVA

Inicialmente denominada de prototipagem rápida, foi desenvolvida na década de 80 utilizado para descrever tecnologias que utiliza um método por adição de camadas para criar objetos com forma livre, desde a base até o topo. A construção de protótipos rápidos é de grande importância, pois fisicamente é possível obter certo grau de interação com o produto.

Entretanto, o comitê técnico ASTM acordou que a prototipagem rápida passaria a ser Manufatura Aditiva, por ser possível a fabricação de componentes a partir de um arquivo digital que produz um objeto camada por camada desde a base ao topo, utilizando-se do software CAD (Computer Aided Design), o qual através de sua tecnologia e complexidade ligam materiais camada a camada desenvolvendo o objeto desejado denominado de biomodelo na área da saúde (BRANCO, 2016). Segundo Gibson et al., (2010) afirma que a Manufatura Aditiva representa melhor esse grupo de tecnologias.

Publicações científicas na área médico-odontológica tem relatado sucesso com a utilização da manufatura aditiva. A utilização de biomodelos tem diminuído o tempo das intervenções cirúrgicas e a chance de erros para o cirurgião. Destacam-se as seguintes áreas: próteses, implantes, ortodontia e cirurgias que utilizem da MA para benefícios (MARTINS, 2015).

Meurer (2007), utilizou o método da *SLA* e *SLS*, para o uso em diversos procedimentos cirúrgicos do complexo maxilo-facial. Em sua pesquisa, foram construídos biomodelos para o planejamento de dois casos de anquilose da ATM, um caso de seqüela de fratura de terço médio de face, um caso de retrognatismo maxilo-mandibular, um caso de seqüela de fratura naso-orbito-etmoidal e em um caso de seqüela de fratura zigomática associada à perda de substância do osso frontal.

A área médica também tem utilizado essa tecnologia no seu planejamento cirúrgico. Um dos casos mais populares é a “separação das gêmeas” siamesas que eram unidas pelo crânio, mas as suas cabeças eram em posição contrária. Foi utilizado biomodelos em estereolitografia. Outra utilização importante é o tratamento de anormalidades ósseas (MARTINS, 2015).

### 3.4.1 Tipos de processos

Alguns processos que se consolidaram no mercado foram:

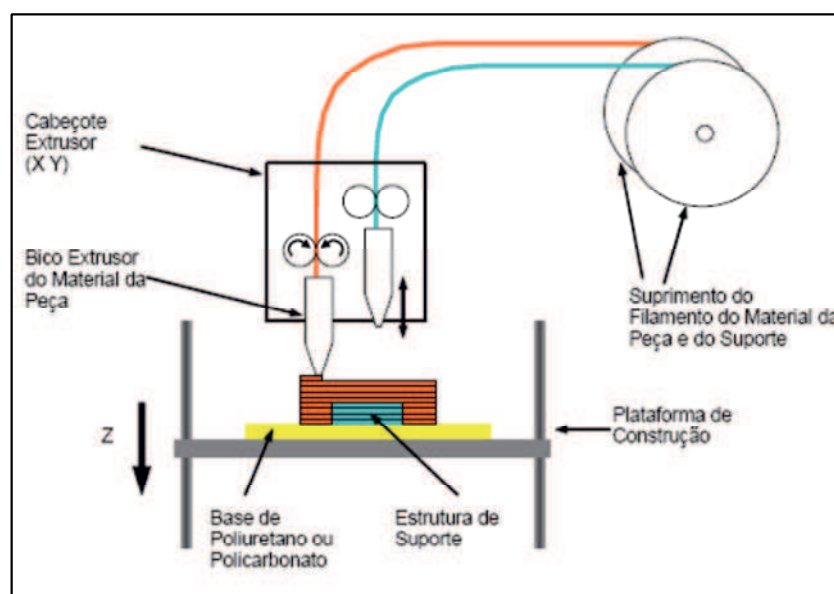
- **Estereolitografia (SLA):** Primeira técnica da MA. A construção da peça é feita pela superposição de camadas de resina polimérica líquida. Com o desenho feito no CAD, os raios laser UV solidificam uma de resina fotossensível, camada a camada dos contornos do objeto pretendido sobre uma plataforma, até completar a formação da peça. A peça completa é removida do equipamento e a resina restante, dentro dos contornos, é curada por meio de aquecimento em forno (VOLPATO, 2007). Este processo permite um excelente acabamento superficial de peças.
- **Sintetização Seletiva a Laser (SLS):** Construção de objetos tridimensionais por de polímeros em pó, entre eles o mais utilizado é a poliamida. As camadas superpostas são ligadas quimicamente entre si por ação do calor de um equipamento de emissão de laser. Em sequência, uma fina camada do pó é depositada dentro em um cilindro de formação do objeto, posicionado no centro do equipamento e depois camadas adicionais do pó são depositadas através de roletes sobre a camada já sintetizada para sofrer a ação do laser, repetindo-se o processo até a formação final do objeto (VOLPATO, 2007).
- **Modelagem por fusão e deposição (FDM):** constrói objetos por extrusão de filamentos de polímeros como plástico ABS e a Poliamida, aquecidos e com um cabeçote movimentando-se nas coordenados xy, além de uma plataforma movimentando-se no sentido vertical coordenada z. No cabeçote, fios do material termoplástico são direcionados, por guias rotativas, a atravessarem dois bicos extrusores aquecidos. Um bico recebe material para a construção do objeto 3D enquanto outro recebe material para ser utilizado como suporte para a fabricação. Ao final de cada camada a plataforma se desloca para baixo, com uma distância igual à espessura de camada, formando camadas superpostas de filamento até formar o objeto pretendido (VOLPATO, 2007).

### 3.4.2 Processo FDM

A Modelagem por Fusão e Deposição (FDM) tem por classificação os sólidos como estado inicial da matéria-prima. Foi desenvolvida pela empresa Stratasys Inc. EUA em 1988, qual, era detentora dos direitos da patente deste processo (BRANCO, 2016). Segundo Kai et al (2003) a Stratasys está entre as primeiras a desenvolver atividades na área de MA e comercializou seu primeiro equipamento no início de 1992.

Com o término dos direitos da patente, proporcionou o advento de novas empresas de fabricação de máquinas MA utilizando esse processo, tornando-se assim o processo mais difundido atualmente, proporcionando pesquisas, desenvolvimento e aperfeiçoamento na área de MA (BRANCO, 2016).

Volpato (2007) relata que o processo FDM é caracterizado pela deposição de material extrudado. A cabeça de extrusão com movimentos nos eixos  $x - y$ , posicionada sobre uma mesa com movimentos no eixo  $z$ , recebe continuamente o material na forma de um fio, aquecendo-o até o ponto semilíquido ou pastoso. O próprio filamento do material sendo tracionado funciona como êmbolo no início do sistema de extrusão para expulsar o material por um bico calibrado. Quando o filamento fino do material extrudado entra em contato com o material da superfície da peça, ela se solidifica e adere à camada anterior. A mesa, que é constituída de um mecanismo elevador, desloca-se no eixo  $z$  o valor referente à espessura de uma camada a ser depositada, e o processo é repetido até que a peça seja construída (Figura 1).



**Figura 3 - Princípio do processo FDM**

Fonte: Volpato (2007)

## **3.5 POLÍMEROS**

De acordo com Callister 2013, polímero define-se como um composto de alta massa molar (normalmente orgânico) cuja estrutura é composta por cadeias de pequenas unidades repetidas. Muitos plásticos, borrachas e materiais fibrosos que nos são úteis são polímeros sintéticos. Diante disto podemos destacar o material Poliacido Lático como o polímero.

### **3.5.1 Poliacido Lático**

O poli (ácido lático) – (PLA) é um biopolímero obtido por fontes originárias de plantas, algas e bactérias, sendo sua maior produção proveniente do milho (AURAS et al., 2010). Este biopolímero pode ser obtido através de fontes renováveis (como amido, açúcar, leite e milho), é reciclável e compostável, sendo considerada uma das soluções para aliviar problemas de descarte de resíduos sólidos e para reduzir a dependência do petróleo nos produtos plásticos (LIM et. al, 2008; AURAS et al 2010).

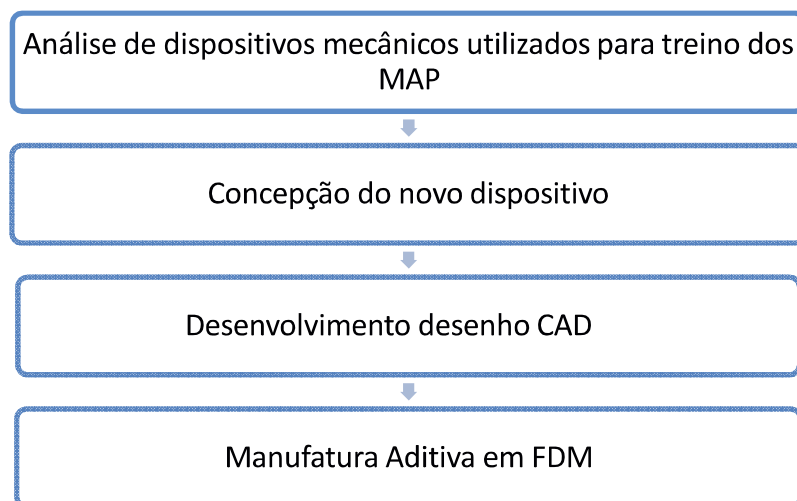
## 4.0 METODOLOGIA

### 4.1 Tipo do Estudo

Trata-se de estudo um estudo metodológico, feito através de uma pesquisa descritiva delimitada através de estudo de caso.

### 4.2 Etapas do Estudo

O fluxograma abaixo mostra as etapas que foram seguidas para obtenção do objetivo geral deste estudo



**Figura 4** - Etapas do estudo

Fonte: Elaborada pelo autor

### 4.3 Descrição das Etapas do Estudo

#### 4.3.1 Análise de dispositivos mecânicos utilizados para treino dos MAP

Para construção inicial deste estudo foram analisados dispositivos já existentes, utilizados para o tratamento cinesioterapêutico de disfunções dos Músculos do Assolho Pélvico. Após

análise, o estudo foi aplicado com base em apenas um dispositivo pertencente a Clínica Escola de Fisioterapia - CEF da Universidade Estadual da Paraíba.

#### 4.3.2 Concepção do novo dispositivo

Para concepção de um novo projeto segundo CARPINETTI, 2012 é necessário a iniciação do mesmo, que é a fase onde faz-se análise detalhada do produto, no nosso caso de um já existente, apontando seus pontos positivos e negativos. Logo após deve ser feito planejamento de melhorias do dispositivo, no nosso estudo foi idealizado uma nova geometria e em seguida foi feita a finalização do produto através do desenho digital.

#### 4.3.3 Desenvolvimento desenho CAD

A finalização do projeto de concepção do novo dispositivo foi feita através de software CAD (*Computer Aided Design*), o software utilizado foi o Autodesk Inventor® 2017, que permite criar produtos digitais tridimensionais.

#### 4.3.4 Manufatura Aditiva em FDM

Para Impressão do Dispositivo foram seguidos alguns parâmetros de construção, destacando a velocidade de impressão, a espessura da camada de deposição, a temperatura de extrusão e sua estrutura interna. Definindo assim a construção da peça como produto final já manufaturado.

## 5.0 RESULTADOS

### 5.1 Detalhamento das Etapas do Estudo

#### 5.1.1 Análise do dispositivo mecânico utilizado para treino dos MAP

O uso de dispositivos mecânicos para treino dos MAP tem sua importância comprovada, porém o acesso a este dispositivo é reduzido, uma vez que é importado. Com base nesta justificativa surgiu este estudo, com a proposta de produzir um novo dispositivo através de Manufatura Aditiva, com baixo custo e de fácil acesso. O produto analisado tem o nome comercial “Pelvic Floor - *Educator*”, composto por um corpo e uma haste de encaixe. Obteve-se acesso a este dispositivo através da Clínica Escola de Fisioterapia da UEPB, a qual possui apenas uma unidade disponível e em situação avariada. Foi feita a análise e dimensionando com o intuito de desenvolver uma nova peça minimizando as falhas e fragilidades encontradas no produto já existente.

Para o dimensionamento do produto foi utilizado um paquímetro da marca Starret com precisão de 0.05mm. Já as análises de fragilidade foram simuladas no Autodesk Inventor® 2017.

#### 5.1.2 Concepção do novo dispositivo, Desenvolvimento do desenho CAD e MA

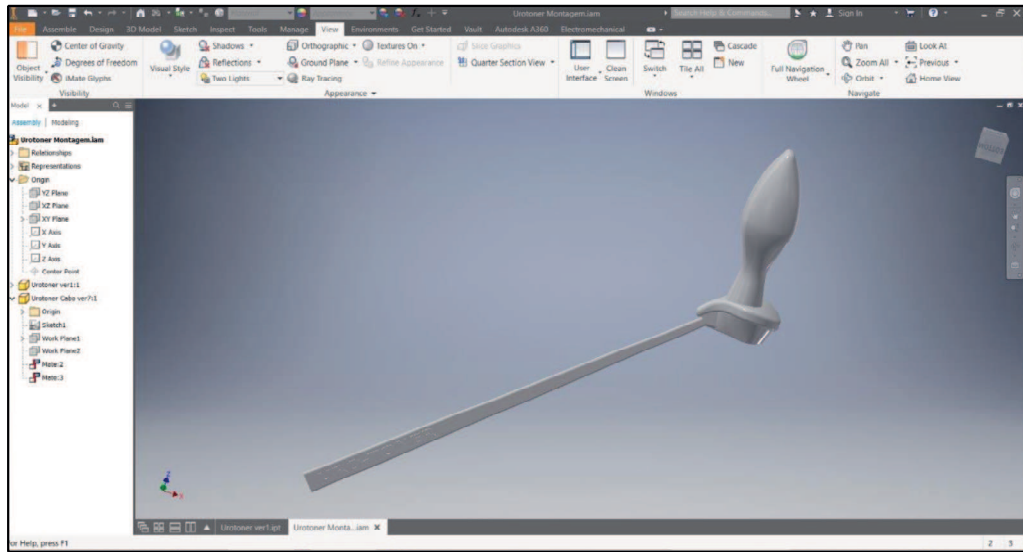
Para o projeto de concepção buscou-se uma geometria que melhor adaptar-se no que diz respeito ao contato do dispositivo com os MAP, de forma que sua estrutura e peso tivesse uma melhor adequação com suas paredes. Foi analisado o tipo de material no qual o produto fosse fabricado, assim foi utilizado um material biodegradável, não tóxico, que não apresenta nenhum risco para o usuário do produto.

Ao decorrer de todo processo de desenvolvimento do novo dispositivo foi necessário utilizar equipamentos, instrumentos, materiais e software computacional.

Utilizou-se então:

- ✓ **Autodesk Inventor** – Software utilizado para desenvolvimento do dispositivo digital tridimensional.

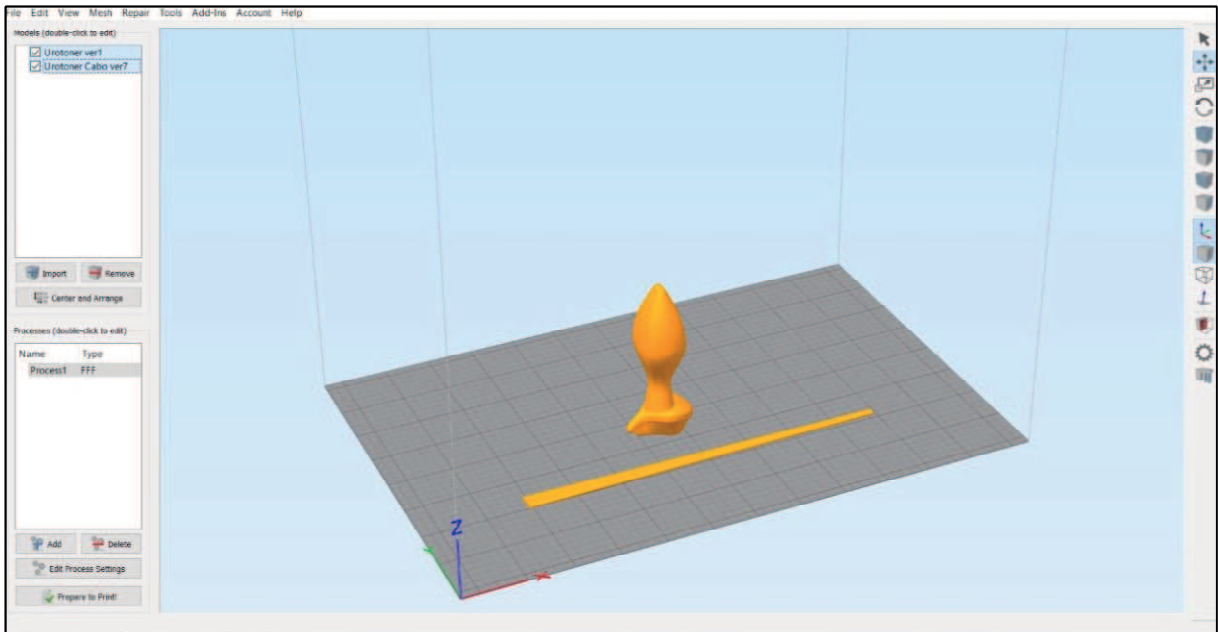




**Figura 05:** Software Autodesk Inventor 2017, modelamento do dispositivo.

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)

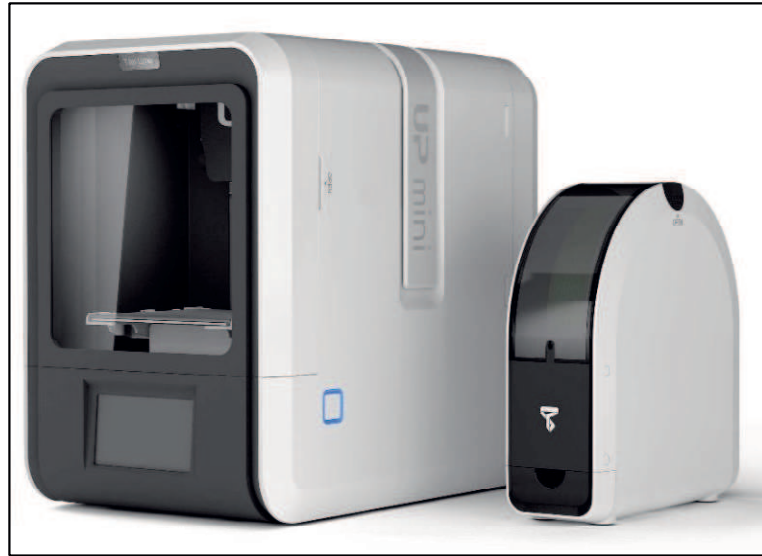
✓ **UP Studio** - Software dos parâmetros de Impressão



**Figura 06:** UP Studio

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)

✓ **Up 3D Mini** – Impressora 3D



**Figura 07:** Impressora Up 3D Mini 2

Fonte: Up3d (2017)

✓ **Poliácido láctico (PLA)** – Polímero biodegradável utilizado como Matéria Prima para Impressão 3D.

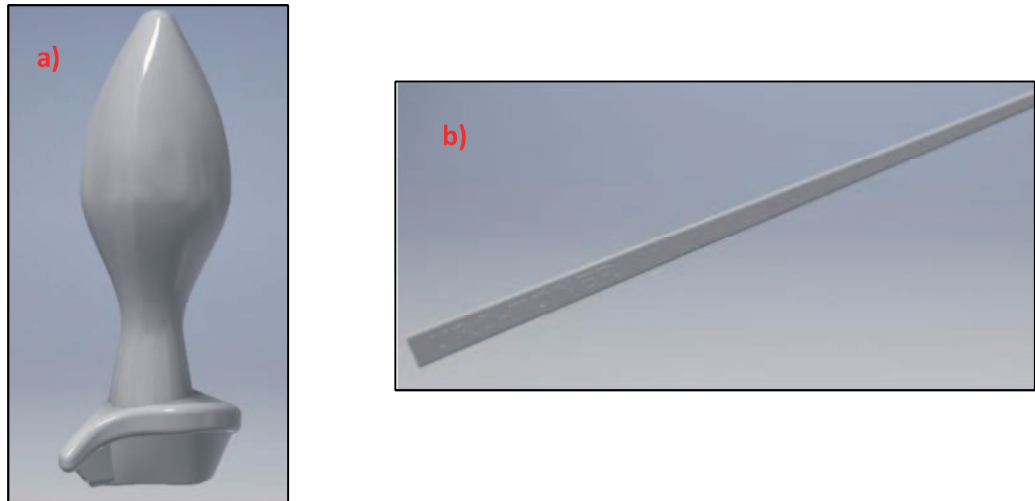


**Figura 8:** Material utilizado para Impressão - PLA

Fonte: Up3d (2017)

Após o dimensionamento foi feito a modelagem do novo dispositivo, caracterizado por um corpo e uma haste inteiriça (Figura 7 e 8), apresentando um novo designer, com novas características e contornos geométricos que melhor se adaptam aos MAP proporcionando um melhor conforto durante sua utilização devido a sua forma arredondada. Uma limitação relatada

pelos usuários do modelo comercial é a fragilidade da haste (subdividida em duas partes de encaixe), a partir desta informação foi desenhada um nova haste que tivesse este problema sanado.



**Figura 9:** Dispositivo para treino dos MAP - a) Corpo, b) Haste

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)



**Figura 10:** Dispositivo para treino dos MAP - Montado

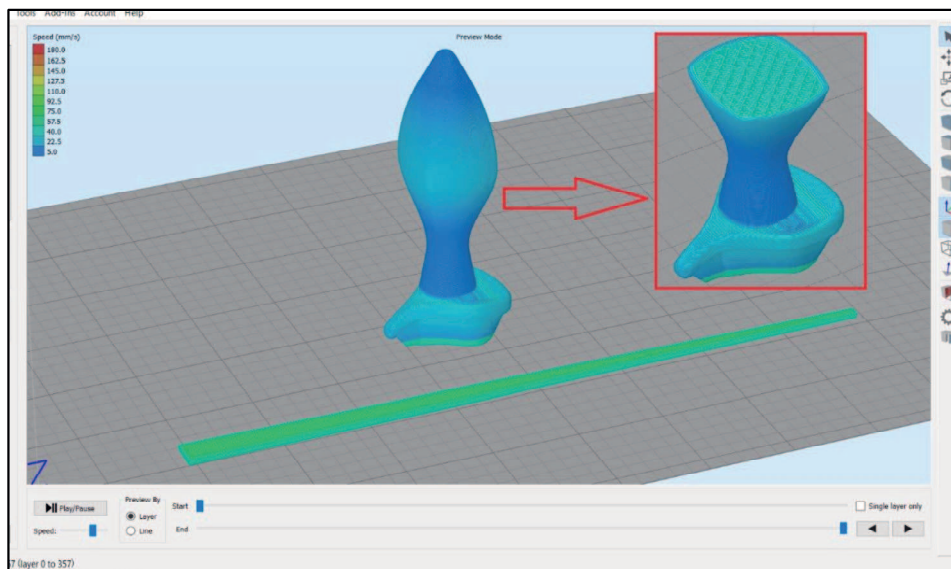
**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)

Após a modelagem CAD foi feita a exportação do arquivo para extensão .STL, no qual será importado no programa da Impressora “UP Studio” Com relação a Manufatura Aditiva no processo FDM utilizou-se os seguintes parâmetros de Impressão (Tabela 1, Figura 9):

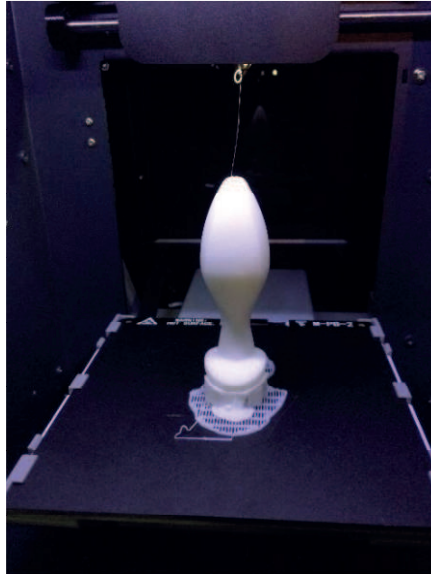
**Tabela 1:** Parâmetros de Impressão

Parâmetro	Característica
Estrutura	Retilínea
Velocidade	70 mm/s
Temperatura	235°C
Preenchimento	20%

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)

**Figura 11:** Parâmetros de Impressão Software UP Studio

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)



**Figura 12:** Impressão Finalizada

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)

Por fim, após todo processo descrito anteriormente chegou-se ao produto final prototipado (Figura 10)



**Figura 13:** Produto Final

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2017)

## **6. CONCLUSÃO**

Ao final do desenvolvimento do produto pode-se inferir que o novo dispositivo facilitará o tratamento cinesioterapêutico de pacientes com disfunções do Assolho Pélvico, o benefício vai além do paciente e contempla também o terapeuta o qual poderá ter um acesso mais facilitado ao dispositivo. Outro benefício é com relação ao tipo de material utilizado na impressão, o qual é biodegradável.

Por fim concluímos que o estudo foi satisfatório tanto na área da saúde quanto na inovação tecnológica.

## CONSTRUCTION OF A VAGINAL EDUCATOR THROUGH ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY

Katiuska Duarte de Andrade <sup>1</sup>

### ABSTRACT

Kinesiotherapy has been considered a key tool in the physiotherapeutic treatment for strengthening the pelvic floor, working the muscles by either active or passive movement, increasing the tone of the muscular fibers and consequently their resistance. Conventional physiotherapy can be performed with the help of vaginal educators. These are one of the ways of using kinesiotherapy to treat the pelvic floor muscles, allowing a correct contraction of the perineal muscles by following the movements of the inner walls of the vagina, providing a sensory feedback of this musculature. The access to this tool is limited and for this reason, we have sought a way to develop a device that is differentiated and easily accessible through the Additive Manufacturing (MA) process (3D Printing), which allows the creation of low-cost objects with precise and complex geometries. The device was developed from CAD modeling in Autodesk Inventor and prototyped through the FDM process of MA in ABS material as raw material. The design of this arrangement was made from the reverse engineering of a commercial vaginal educator. The formulation of this device using MA gives a new perspective to the treatments of pelvic floor dysfunctions since this item can be produced in small scales, of immediate form, and with reduced cost, besides presenting itself with an innovative design.

**Keywords:** Kinesiotherapy; 3D printing; Additive manufacture; Pelvic floor.

<sup>1</sup> Undergraduate Student in Physiotherapy at Universidade Federal da Paraíba – Campus I.  
Email: katiuskaduarte**q**@hotmail.com

## 7. REFERÊNCIAS

- ABDO, C. H. N. Quociente sexual feminino: um questionário brasileiro para avaliara atividade sexual da mulher. *Diagn Tratamento*;14(2):89-1, 2009.
- ALBERTI, E. A.; SILVA, L. J; OLIEIRA, A. S. **Manufatura aditiva: o papel de soldagem nesta janela de oportunidade.** São Paulo, p.190-197, 2014.
- AMARO, J. L.; GAMEIRO, M. O. O. Tratamento Não Cirúrgico Cinesioterapia. In: RUBINSTEIN, I., *Clínicas Brasileiras de Urologia Incontinência Urinária na Mulher.* v. 1. Belo Horizonte: Atheneu, 2001.
- American Psychiatric Association. *DSM- IV-TRTM . Manual Diagnóstico e estatístico de transtornos mentais.* 4ª ed. Rev. Porto Alegre: Artmed; 2002.
- ANTONIOLI, R. de S.; SIMÕES, D. Abordagem Fisioterapêutica nas Disfunções Sexuais Femininas. *Ver. Neurociências*;18:267-274, 2010.
- AURAS, R. et al. Poly(lactic acid) - Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Application. *Bioresource Technology.* doi:10.1016/j.biortech.2010.05.092, 2010.
- BERBAM, L.W. Exercícios de Kegel e ginástica hipopressiva como estratégia de atendimento domiciliar no tratamento da incontinência urinária feminina: relato de caso. Monografia [Graduação em Fisioterapia] – Unijuí; 2011
- BEUTTENMÜLLER, L. et al. Contração muscular do assoalho pélvico de mulheres com incontinência urinária de esforço submetidas a exercícios e eletroterapia: um estudo randomizado. **Fisioter. Pesqui.** São Paulo, vol. 18, n.3, Jul/Set. 2011.
- BRANCO, R. R. C. **Elaboração de protocolo de ensaios mecânicos para avaliação da performance do material PLA através da manufatura aditiva por meio do processo FDM.** 2016, p.76, Dissertação – UEPB, Campina Grande – PB, 2016.
- CALLISTER Jr., W.D. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução.* 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- CASTRO, A. P. et al. Eficácia do biofeedback para o tratamento da incontinência urinária de esforço: uma revisão sistemática. **Scientia Medica,** Porto Alegre, v. 20, n. 3, p.257-263, 2010.
- CANCIGLIERI JUNIOR et al. **Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos.** **Gestão & Produção,** [s.l.], v. 22, n. 2, p.345-355, jun. 2015.
- CARVALHO, M., HOLANDA, P. Atuação Fisioterapêutica na Incontinência Urinária em Mulheres na Terceira Idade. Artigo Original. Universidade da Amazônia. Belém, 2008.
- CARPINETTI, L. C. R. *Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas.* São Paulo: Atlas, 2012.



DAS NEVES GLISOI, S. F.; GIRELLI, P. Importância da fisioterapia na conscientização e aprendizagem da contração da musculatura do assoalho pélvico em mulheres com incontinência urinária. **Revista da Sociedade Brasileira de**, v. 9, n. 6, p. 408-13, 2011.

GAMEIRO, M.O. et al. Vaginal weight cone versus assisted pelvic floor muscle training in the treatment of female urinary incontinence. A prospective, single-blind, randomized trial. **IntUrogynecol J**; 21, p. 395-399, 2010.

GÉO, M. S., LIMA, R. S. B. C., Incontinência Urinária e Fístulas Urogenitais. 2 ed. Rio de Janeiro: Medsi. 2001.

GRAAF, K. M. V. de. *Human Anatomy*. 3 ed. Dubuque, IA: WCB, 1992.

GLISOI, S.F.N.; GIRELLI, P. Importância da fisioterapia na conscientização e aprendizagem da contração da musculatura do assoalho pélvico em mulheres com incontinência urinária. **Rev Bras Clin Med**. São Paulo, v.9, n.6, p. 408-13, nov-dez. 2011.

GORNI, A. A. Introdução à Prototipagem Rápida e seus Processos. **Revista Plástico Industrial**, pág. 230-239, Mar, 2001.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HILBERATH, E. C. *Exercícios Perineais Supervisionados e cone vaginal no tratamento da Incontinência Urinária Feminina*. Disponível em: <http://www.biblioteca.unesp.br>. Acesso em: 14 maio. 2006.

KAI, C.C, Fai, L. K. and Sing, L.C. Rapid Prototyping: Principles and Applications (2th edition), manufacturing World Scientific Pub Co, March, 448p, 2003.

MARQUES, A. de A.; FERREIRA, N. de O. Fisiologia da micção e fisiopatologia da incontinência urinária. In: MARQUES, A. de A.; SILVA, M. P. e; AMARAL, T. P. do. (Org.) *Tratado de Fisioterapia em Saúde da Mulher*. 1 ed. São Paulo: Roca, Cap. 25, p. 269-270, 2011.

LIM, L.T.; AURAS, R. e RUBINO, M. Processing technologies for poly(lactic acid). *Progress in Polymer Science*, v. 33, n. 8, p. 820–852, doi:10.1016/j.progpolymsci.2008.05.004, 2008.

MARTINS, K. Y. N. **Metodologia para adoção de sistemas de gestão baseada na ISO 9001 em organizações de manufatura aditiva aplicadas à saúde**. 2015, p.78, Dissertação – UEPB, Campina Grande – PB, 2015.

MESSELINK, Bert et al. Standardization of Terminology of Pelvic Floor Muscle Function and Dysfunction: Report From the Pelvic Floor Clinical Assessment Group of the International Continence Society. **Neurourol. Urodyn**, v.24, n. 4, p. 374-380, 2005.

MEURER, E. et al. Os Biomodelos De Prototipagem Rápida Em Cirurgia E Traumatologia Bucomaxilofacial. **Revista de Odontologia** (São Paulo. Online), v. 1, p. 349-373, 2007.

MORENO, A. L. Fisioterapia em uroginecologia. 2 ed. Barueri: Manole, 2004.

MOREIRA, S. F. S. et al. Mobilidade do Colo Vesical e Avaliação Funcional do Assoalho Pélvico em Mulheres Continentes e com Incontinência Urinária de Esforço, Consoante o Estado Hormonal. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 6, p. 365-370, July 2002.

MOREIRA, E. C. H.; YASUDA, E. K.; KIMURA, F. R. Tratamento cirúrgico e conservador da Incontinência Urinária de Esforço. *Fisioterapia em movimento*, vol. 13, n. 2, p. 9-14, out/2000-mar/2001.

MOORE, K. L. *A Pelve e o Périneo*. 3ed., Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 1998.

MOURÃO et al. Prevalência de queixas urinárias e o impacto destas na qualidade de vida de mulheres integrantes de grupos de atividade física. **Rev. Acta Fisiátr.** V. 15, n. 3, p. 170-175, 2008.

MOREIRA, E.C.H.; ARRUDA, P. B. de. Força Muscular do Assoalho Pélvico Entre Mulheres Continentes Jovens e Climatéricas. **Ciências Biológicas da Saúde**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 53-61 jan./jun. 2010.

NAJAFABADY, M. T. ; SALMANI, Z. ; ABEDI, P. Prevalence and related factors for anorgasmia among reproductive aged women in Hesarak, Iran. *Clinics* vol.66 no.1, São Paulo 2011.

OLIVEIRA, J.R. & GARCIA, R.R. Cinesioterapia no tratamento da Incontinência Urinária em mulheres idosas. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.** Rio de Janeiro, v.14, n.2, pp.343-351, ago/2011.

OLIVEIRA, I. M.; CARVALHO, V. C. P. Pelvic organ prolapse: etiology, diagnosing and conservative treatment, a bibliographicsurvey. **Femina**. v. 35, n. 5, p. 285- 294, 2006.

PEREIRA, V.S.; ESCOBAR, A.C.; DRIUSSO, P. Efeitos do tratamento fisioterapêutico em mulheres idosas com incontinência urinária: uma revisão sistemática. **Rev Bras Fisioter.**; v.16, n.6, p. 463-8, 2012.

RETT, M. T. et al. Qualidade de vida em mulheres após tratamento da incontinência urinária de esforço com fisioterapia. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, Rio de Janeiro, v.29, n.3, Mar. 2007.

RODRIGUES, B. P. Abordagem fisioterapêutica na incontinência urinária de esforço namulher idosa. **Revista Universidade Veiga de Almeida**, 2008.

SOUZA, E. L. B. L., A reeducação da musculatura do assoalho Pélvico como método de tratamento Conservador da Incontinência Urinária. In: SOUZA, E. L. B. L., *Fisioterapia Aplicada a Obstetria: aspectos de ginecologia e neonatologia*. 3 ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2002.

SILVA, C. R. **Cinesioterapia do Assoalho Pélvico**: abordagem fisioterapêutica na incontinência urinária e nas disfunções sexuais femininas. São Paulo: Phorte, 2011.

TAVARES et al. Qualidade de vida de idosos com incontinência urinária. **Rev. Eletr. Enf.** out/dez; v.13, n. 4, pag. 695-702, 2011.

VOLPATO, N. (org.). **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2007.

VIANA, S. B. P. et al. Incontinência urinária e sexualidade no cotidiano de mulheres em tratamento fisioterápico: uma abordagem qualitativa [Urinary incontinence and sexuality in the quotidian of women in physiotherapy treatment: a qualitative approach]. **Saúde & Transformação Social/Health & Social Change**, v. 3, n. 4, p. 62-70, 2012.

ZANATTA, G. M. L.; FRARE, J. C. Incontinência Urinária de Esforço Feminina: Uma abordagem fisioterapêutica, 2003.