

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA  
E ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**Marcelo Paulo Tissiani**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA TELA DE POLIPROPILENO ANTES E  
APÓS REESTERILIZAÇÃO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA FINS DE  
TRATAMENTO DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA DE ESFORÇO**

CAMPINA GRANDE - PB

2017

**Marcelo Paulo Tissiani**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA TELA DE POLIPROPILENO ANTES E APÓS REESTERILIZAÇÃO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA FINS DE TRATAMENTO DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA DE ESFORÇO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais como requisito à obtenção do título de **Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais**.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcus Vinícius Lia Fook

CAMPINA GRANDE – PB

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- T615a Tissiani, Marcelo Paulo.  
Avaliação das propriedades da tela de polipropileno antes e após reesterilização com peróxido de hidrogênio para fins de tratamento da incontinência urinária de esforço / Marcelo Paulo Tissiani. – Campina Grande, 2018.  
62 f : Il. color.
- Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.  
"Orientação: Prof. Dr. Marcus Vinícius Lia Fook".  
Referências.
1. Incontinência Urinária de Esforço. 2. Tela de Polipropileno. 3. Esterilização. I. Fook, Marcus Vinícius Lia. II. Título.

CDU 620.1(043)

## **CURRÍCULO VITAE DO ALUNO**

- Graduação em Medicina pela Universidade Federal de Guayaquil (UFG);
- Residência Médica em Ginecologia e Obstetrícia pelo Hospital Universitário Evangélico de Curitiba (2007);
- Especialização em Área de Atuação de Uroginecologia e Cirurgia Pélvica pelo Hospital Universitário Evangélico de Curitiba / UNIFESP (2009);
- Preceptor da Residência Médica no Hospital Universitário Lauro Wanderley em João Pessoa-PB.

MARCELO PAULO TISSIANI

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA TELA DE POLIPROPILENO ANTES E  
APÓS REESTERILIZAÇÃO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA FINS DE  
TRATAMENTO DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA DE ESFORÇO

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Ciência e  
Engenharia de Materiais como requisito  
parcial à obtenção do título de **Mestre  
em Ciência e Engenharia de  
Materiais.**


Aprovado em: 19/12/2017



Dr. Marcus Vinicius Lia Fook  
Orientador  
PPG-CEMat/UAEMa/UFCG



Dr.ª Maria Roberta de Oliveira Pinto  
Examinadora Externa  
DQ/UEPB



Dr. Rossemberg Cardoso Barbosa  
Examinador Externo  
UAEMA/UFCG/PNPD/CAPES



Dr.ª Suédina Maria de Lima Silva  
Examinadora Interna  
PPG-CEMat/UAEMa/UFCG

*À minha esposa Jackeline e as minhas filhas Amanda, Victória e Luciene. Minha mãe Matilde, meu pai Milton, e aos meus mestres, do primário à pós-graduação, por serem minha referência e fonte de inspiração. DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Lia Fook, ao Prof. Dr. Josué da Silva Buriti, Prof. Dr. Augusto Fernando Beduschi e ao Prof. Dr. Jean Alexandre Furtado Correa Francisco, pela minha formação, oportunidade e orientação deste trabalho.

Agradeço também ao Prof. Dr. Wladymyr, Prof. Dr. Márcio, Prof. Dr. Rosseberg, Daniel, Francivandi, Felipe, Wellington, Rogéria, as secretárias Tânia e Paula. Enfim, a todos que contribuírem de forma inestimável na minha jornada do mestrado, direta ou indiretamente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, a Universidade Federal de Campina Grande e ao Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste (CERTBIO), pela oportunidade e realização deste trabalho.

## RESUMO

As telas de polipropileno (PP) monofilamentar, macroporosas são consideradas como padrão ouro como implantes para o tratamento da Incontinência Urinária de Esforço (IUE). A fim de compreender o que distingue nas telas de PP após sua reesterilização, foram avaliadas suas propriedades fundamentais. Deste modo, as telas de PP foram cortadas para se obter telas com dimensão de 1 x 15 cm e submetidas ao processo de avaliação antes e após a reesterilização por plasma de peróxido de hidrogênio. Posteriormente suas propriedades químicas, mecânicas, térmicas, morfológicas e biológicas foram analisadas pelas seguintes técnicas: Microscopia Ótica (MO), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), Termogravimetria (TGA), Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), Ensaio Mecânico de Tração, Citotoxicidade e Teste de Esterilidade. Pelas análises de MO e MEV, observou-se que o processo de reesterilização não provocou mudanças significativas na morfologia das superfícies das amostras. Pelos espectros FTIR, observou-se que o processo de reesterilização não provocou alterações significativas nas ligações das telas de PP. Pelas técnicas TGA e DSC não foi verificado diferença quanto a estabilidade térmica das telas estudadas. Pelo o Ensaio de Tração, pode-se perceber que as amostras possuem semelhanças quanto às suas propriedades de tração, não apresentando diferença significativa na deformação e no módulo de elasticidade. A tela de polipropileno reesterilizada apresentou viabilidade celular acima de 70% em cultura celular de fibroblastos L929. A amostra da tela de PP reesterilizada submetida ao teste de esterilidade não apresentou crescimento de microrganismos viáveis, com valor negativo em todo o ciclo. A esterilização pelo método por plasma de peróxido de hidrogênio foi eficaz na esterilização da tela de PP monofilamentar, com perspectivas de serem usadas no tratamento da IUE, de forma a aumentar o número de pacientes que possa utilizar e diminuir o custo final do procedimento cirúrgico.

**Palavras-chave:** Incontinência Urinária de Esforço. Tela de polipropileno. Esterilização.



## ABSTRACT

Monofilament, macroporous polypropylene (PP) mesh are considered as gold standard as implants for the treatment of Urinary Incontinence Effort (SUI). In order to understand what distinguishes polypropylene mesh after their reesterilization, their fundamental properties were evaluated. Therefore, the polypropylene mesh were cut to obtain mesh measuring 1 x 15 cm and subjected to the evaluation process before and after the reesterilization by plasma of hydrogen peroxide. Afterwards its chemical, mechanical, thermal, morphological and biological properties were analyzed by the following techniques: Optical Microscopy (OM), Scanning Electron Microscopy (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Thermogravimetry (TGA) Differential Scanning Calorimetry (DSC), Mechanical Traction Test, Cytotoxicity and Sterility Test. By the MO and MEV analyzes, it was observed that the reesterilization process did not cause significant changes in the morphology of the samples surfaces. From the FTIR spectra, it was observed that the reesterilization process did not cause significant changes in the binding of polypropylene mesh. By the TGA and DSC techniques, no difference was observed in the thermal stability of the mesh studied. By the Traction Test, it can be noticed that the samples have similarities as to their traction properties, not presenting significant difference in the deformation and in the modulus of elasticity. The reesterilized polypropylene mesh presented cell viability above 70% in L929 fibroblast cell culture. The sample of sterilized polypropylene mesh showed no growth of viable microorganisms, with negative value in all the cycle. The sterilization by the plasma hydrogen peroxide method was effective in sterilizing the monofilament polypropylene mesh, with prospects of being used in the treatment of SUI, in order to increase the number of patients that can use and decrease the final cost of the surgical procedure.

**Keywords:** Urinary Incontinence of Effort. Polypropylene mesh. Sterilization.

## PUBLICAÇÕES

TISSIANI, M. P.; BURITI, J. S.; FOOK, M. V. L.; BARBOSA, R. C.; SOUSA, W. J. B.; CARDOSO, M. J. B. MÉTODO DE REESTERILIZAÇÃO E REDIMENSIONAMENTO DE TELAS DE POLIPROPILENO APLICADA EM TRATAMENTO DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA DE ESFORÇO. 2017, Brasil. **Patente:** Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170263460, título: **“MÉTODO DE REESTERILIZAÇÃO E REDIMENSIONAMENTO DE TELAS DE POLIPROPILENO APLICADA EM TRATAMENTO DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA DE ESFORÇO.”**, Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Depósito: 06/12/2017.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Musculatura do Trato Urinário Inferior. ....	19
Figura 2 – Esquema da reação de polimerização para formação do polipropileno ..	29
Figura 3 – Imagem macroscópica da tela de polipropileno 10 x 15 cm (Marca Gynecare GynemeshTMPS) esterilizada.....	33
Figura 4 – Micrografias por MO da tela de PP esterilizada, com representações longitudinais de 20x, 40x, 80x, 100x, 140x e 160x de aumentos. ....	39
Figura 5 – Micrografia por MO da tela de PP esterilizada, com representação longitudinal de 20x de aumento com as determinações das áreas das tramas. ....	40
Figura 6 – Micrografias por MO da tela de PP reesterilizada, com representações longitudinais de 20x, 40x, 80x, 100x, 140x e 160x de aumentos. ....	41
Figura 7 – Micrografia por MO da tela de PP reesterilizada, com representação longitudinal de 20x de aumento com as determinações da áreas das tramas. ....	42
Figura 8 – MEV da tela de PP esterilizada; (a) longitudinal 500x; (b) longitudinal 1000x; (c) transversal 500x; (d) longitudinal 200x; (e) longitudinal 50x e (f) longitudinal 50x. ....	43
Figura 9 – MEV da tela de PP reesterilizada; (a) longitudinal 500x; (b) longitudinal 1000x; (c) longitudinal 300x; (d) transversal 200x; (e) longitudinal 50x e (f) longitudinal 50x. ....	44
Figura 10 – Espectros FTIR das telas de PP esterilizada e reesterilizada. ....	45
Figura 11 – Curvas TG/DTG das telas de PP esterilizada e reesterilizada, sob razão de aquecimento de 10°C.min <sup>-1</sup> , em atmosfera de ar sintético. ....	47
Figura 12 – Curvas DSC das telas de PP esterilizada e reesterilizada, sob razão de aquecimento de 10°C.min <sup>-1</sup> , em atmosfera de nitrogênio. ....	48
Figura 13 – Curvas tensão x deformação da tela de polipropileno esterilizada. ....	49
Figura 14 – Curvas tensão x deformação da tela de polipropileno reesterilizada. ....	50
Figura 15 – Viabilidade celular da tela de PP reesterilizada. ....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados referente as principais bandas observadas nos espectros FTIR das telas de PP esterilizada e reesterilizada. ....	46
Tabela 2 – Dados das propriedades mecânicas com base nas curvas tensão x deformação da tela de PP esterilizada. ....	49
Tabela 3 – Dados das propriedades mecânicas com base nas curvas tensão x deformação da tela de PP reesterilizada. ....	50
Tabela 4 – Resultado do teste de esterilidade (14 dias) - ciclos: 449 e 450 – da tela de PP reesterilizada. ....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IU - Incontinência Urinária

IUE - Incontinência Urinária de Esforço

PP - Polipropileno

AP - Assoalho Pélvico

MAP - Musculatura do Assoalho Pélvico

PIA - Pressão Intra-Abdominal

ICS - International Continence Society

IUU - Incontinência Urinária de Urgência

IUM - Incontinência Urinária Mista

EMBRAESTER - Empresa Brasileira de Esterilização

EU - Estudo Urodinâmico

TMAP - Treinamento Muscular do Assoalho Pélvico

Tg – Temperatura de Transição Vitrea

Tm - Temperatura de fusão

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

MO - Microscopia Ótica

MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura

FTIR - Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier

TGA - Termogravimetria

DSC - Calorimetria Exploratória Diferencial

PBS - Tampão Fosfato Salino

DTG - Termogravimetria Derivada

T<sub>max</sub> - Máxima taxa de degradação

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Assoalho pélvico.....	17
2.2	Sistema Urinário.....	17
2.3	Incontinência Urinária (IU).....	19
2.3.1	Incontinência Urinária de Esforço (IUE).....	20
2.3.2	Incontinência Urinária de Urgência (IUU).....	20
2.3.3	Incontinência Urinária Mista (IUM).....	20
2.3.4	Fisiopatologia.....	20
2.3.5	Epidemiologia.....	21
2.3.6	Diagnóstico.....	22
2.3.7	Tratamento Fisioterapêutico.....	23
2.3.8	Treinamento Muscular do Assoalho Pélvico.....	24
2.3.9	Cones Vaginais.....	25
2.3.10	Estimulação Elétrica.....	25
2.3.11	Biofeedback.....	26
2.3.12	Tratamento Farmacológico.....	26
2.3.13	Injeções Periuretrais.....	26
2.3.14	Tratamento Cirúrgico.....	27
2.4	Sling Sintético.....	28
2.4.1	Telas de Polipropileno.....	28
2.5	Regulamentações da ANVISA.....	30
2.6	Esterilização.....	31
2.6.1	Métodos Físicos.....	31
2.6.2	Métodos Químicos.....	32
2.6.3	Métodos Físico-Químicos.....	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1	Local da Pesquisa.....	33

3.2	Materiais .....	33
3.3	Métodos .....	34
3.3.1	Esterilização por Plasma de Peróxido de Hidrogênio .....	34
3.4	Caracterizações .....	34
3.4.1	Microscopia Ótica (MO) .....	34
3.4.2	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) .....	35
3.4.3	Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) .....	35
3.4.4	Termogravimetria (TGA) .....	36
3.4.5	Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) .....	36
3.4.6	Ensaio Mecânico de Tração .....	36
3.4.7	Teste de Esterilidade .....	37
3.4.8	Citotoxicidade .....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1	Microscopia Ótica (MO) .....	39
4.2	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) .....	42
4.3	Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) .....	45
4.4	Termogravimetria (TGA) .....	47
4.5	Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) .....	48
4.6	Ensaio Mecânico de Tração .....	49
4.7	Citotoxicidade .....	51
4.8	Teste de esterilidade .....	52
5	CONCLUSÃO .....	53
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	54
	REFERÊNCIAS .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que aproximadamente 200 milhões de pessoas sofram de incontinência urinária (IU) no mundo, caracterizando um problema de Saúde Pública. Nos Estados Unidos cerca de 25 milhões de mulheres apresentam esta comorbidade, com incidência anual de 240 mulheres para cada 100 mil, estimando-se um custo anual de U\$ 12,4 bilhões no tratamento dessa afecção. A IU pode causar grande impacto na qualidade de vida das pacientes, acarretando prejuízos sociais, econômicos, psicológicos e sexuais (Gomes, Ribeiro e Baracat, 2010).

A IU é definida pela Sociedade Internacional de Incontinência como qualquer perda involuntária de urina. Já a IUE é definida como perda involuntária de urina durante esforço, prática de exercício, ao tossir ou espirrar (Oréfice *et al.*, 2000; Hensch e Wilson, 2013).

Esta condição pode ser classificada em três tipos mais comuns: incontinência urinária de esforço (IUE), incontinência de urgência (IUU) e mista. Na IUE, a perda urinária ocorre em situações nas quais existe aumento da pressão intra-abdominal. Na IUU vai ocorrer uma incapacidade de reter urina devido a um forte desejo miccional. A forma mista é uma associação das duas condições anteriores (Patrick *et al.*, 2000).

A Incontinência Urinária de Esforço (IUE) é a principal causa de IU feminina, responsável por aproximadamente 50% dos casos. Nos últimos anos tem se observado um aumento do número de pacientes, entretanto, não está unicamente relacionado a fatores naturais, como se acreditou anteriormente. Ela tem origem multifatorial, podendo ser atrelada a cirurgias ginecológicas; ao sexo feminino; idade avançada; paridade; hipertensão arterial; diabetes mellitus; partos domiciliares e infecção do trato urinário (Patrick *et al.*, 2000).

O tratamento da IUE envolve procedimentos cirúrgicos e técnicas não cirúrgicas. No caso de tratamento cirúrgico, o suporte uretral com telas de polipropileno (*Slings*) vêm surgindo como procedimento de escolha para o tratamento da maioria dos casos. Inicialmente esta técnica foi utilizada como procedimento de exceção para pacientes que haviam realizado cirurgias prévias para correção de incontinência ou apresentavam deficiência esfinteriana intrínseca. Hoje os *Slings* têm seu leque de indicações cada vez mais amplo, apostando nos altos índices de sucesso e no refinamento das técnicas cirúrgicas empregadas (Feifer e Corcos, 2007). Os



*Slings* sintéticos geralmente são compostos por materiais de polipropileno (PP), dado a sua biocompatibilidade, propriedades mecânicas compatíveis, durabilidade e flexibilidade (Cosson *et al.*, 2003).

O desenvolvimento de novos materiais ou adequação dos já existentes, dentro deste contexto, é dirigido por produtos que possam não só aumentar e/ou manter a qualidade de vida, mas que também reduzam os custos do atendimento médico, seja por redução de complicações, diminuição da necessidade de revisões ou do período de estadia hospitalar, mantendo um alto desempenho (Klein *et al.*, 2001). Com o intuito de reduzir custos e obter resultados semelhantes no tratamento cirúrgico da IUE (*Sling*), é proposto a reesterilização da tela de polipropileno monofilamentar, macroporosa, por plasma de peróxido de hidrogênio.

A escolha pela reesterilização por plasma é atribuída pelas suas características, de ser utilizada de maneira eficaz em artigos sensíveis a altas temperaturas e à umidade, não apresentando resíduos tóxicos e ciclos mais rápidos. O método não causa a degradação significativa dos materiais, proporcionando segurança para o meio ambiente, pacientes e trabalhadores. Este processo pode ser aplicado em materiais como polipropileno, alumínio, bronze, látex, cloreto de polivinila (PVC), silicone, aço inoxidável, teflon, borracha, fibras ópticas, materiais elétricos e outros e não é oxidante.

Este processo tem como vantagens o fato de realizar a reação química com as unidades celulares muito rapidamente, viabilizando o processo de reesterilização em curto espaço de tempo. A ativação dos reagentes se dar por alguns minutos e depois volta ao estado normal sem deixar resíduos e, no final do processo, tem como produtos de degradação oxigênio e água, não necessitando de período de aeração. Além disso, o processo não requer equipe específica, nem controle exaustivo de monitorização.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar as propriedades químicas, mecânicas, térmicas, morfológicas e biológicas da tela de polipropileno utilizadas no tratamento da Incontinência Urinária de Esforço antes e após a reesterilização por plasma de peróxido de hidrogênio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Assoalho pélvico

O termo assoalho pélvico (AP) refere-se a um conjunto de estruturas músculo-fáscias que ocupam o espaço entre o púbis e o cóccix separando o conteúdo da cavidade pélvica menor do períneo.

A musculatura do assoalho pélvico (MAP) é constituída por dois tipos de fibras musculares. A fibra do tipo I apresentam contrações lentas e correspondem a 70% do total das fibras, ela é responsável pela manutenção dos tônus involuntário e constante, promovendo alta resistência à fadiga e um maior suporte as vísceras. Já a fibra do tipo II tem contração rápida e corresponde a 30% do total e são ativadas instantaneamente nas alterações rápidas da pressão intra-abdominal, produzindo maior força de contração (Sartori, 2012).

Estudos apontam que a MAP se destina principalmente em sustentar e proteger as vísceras da pelve menor na posição vertical por meio de uma atividade constante e da função esfinteriana, além de permitir outras funções, tais como: manter o controle voluntário da micção e defecação, promover a função reprodutiva possibilitando a saída do feto, atentar na função sexual e sobretudo favorecer na função de suporte e estabilização lombo pélvica com o tronco durante a geração de pressão intra-abdominal (PIA) (Stephenson e O'connor, 2004; Uchôa, 2011).

Pesquisas recentes comprovam a ação sinérgica entre os músculos do abdômen e perineais com a musculatura respiratória através de um mecanismo chamado de "feed forward" no qual abaixa o nível de tonicidade a fim de estabilizar as estruturas da cintura pélvica e proteger os órgãos urogenitais, possibilitando o desenvolvimento das pressões adequadamente (Henscher, 2007).

### 2.2 Sistema Urinário

A bexiga é um órgão músculo elástico oco, localizado posteriormente ao púbis e anteriormente ao útero, recoberta por tecido epitelial e por três camadas de tecido interno: a camada mucosa; a camada muscular formada pelo músculo detrusor da bexiga, responsável pela contração e relaxamento do órgão; e pela camada epitelial. Trata-se de um órgão que muda de forma e volume com muita facilidade por possuir

função primordial de reservatório de urina, onde vazia, a bexiga encontra-se pequena e com várias pregas na sua face interna, já cheia encontra-se com um formato mais elástico, subindo em direção ao abdômen e sua face interna torna-se lisa. Com isso, a qualidade e o grau de enchimento da bexiga, dependem da ingestão de líquidos, da temperatura ambiental, do uso de medicamentos e de fatores psicológicos (Stephenson e O'connor, 2004; German, 2005; Henschler, 2007).

Sua anatomia apresenta ainda três orifícios dispostos de tal maneira que forma um triângulo, chamado de trígono vesical, zona na qual refere-se a sensores que produzem a sensação de bexiga cheia desencadeando o reflexo miccional, quando cerca de 200 mL de urina se acumula, expulsando-a através da uretra. Já a uretra é um tubo muscular com paredes finas compostas por epitélio mucoso e por fibras elásticas, o epitélio mucoso possui abundância em vasos e glândulas periuretrais, o que permite o aumento do tecido e contribui para o fechamento da uretra, e as fibras elásticas adjacentes exercem função de tração contínua permitindo o fechamento estático da uretra e impedindo a perda de urina (Stephenson e O'connor, 2004; Baracho, 2007).

A uretra feminina mede entre 2,5 a 4 cm de comprimento e de 6 a 8 mm de diâmetro, o terço proximal da uretra é composto pelo músculo esfíncter uretral interno, responsável pela função de fechamento involuntário ativado mediante ao estímulo do reflexo. O terço médio funde-se ao tecido conjuntivo da parede da vagina anterior e o terço inferior é composto pelo músculo esfíncter uretral externo, responsável pela função de fechamento voluntário (German, 2005). Segundo Henschler (2007) a pressão responsável pelos 70% do fechamento da uretra é proporcionada pelos músculos elevador do ânus e esfíncter uretral externo, já os outros 30% são fornecidos pelos músculos esfíncter uretrovaginal e o compressor da uretra.

Com isso, o mecanismo de controle a continência depende da adequada interação entre os centros do sistema nervoso e da integridade da bexiga, uretra e assoalho pélvico. A continência normal resulta do equilíbrio entre as pressões intra-abdominais, uretral e vesical, podendo resultar ou não na inibição do sistema nervoso central sobre o centro sacral da micção e da atividade do músculo detrusor. Em contrapartida há uma atuação involuntária do músculo esfíncter uretral associado à contração voluntária de os músculos elevadores do ânus para a promoção do fechamento circular da uretra, vagina e ânus (Moreno, 2009; Costa *et al.*, 2011; Uchôa, 2011). A Figura 1 ilustra o trato urinário feminino.

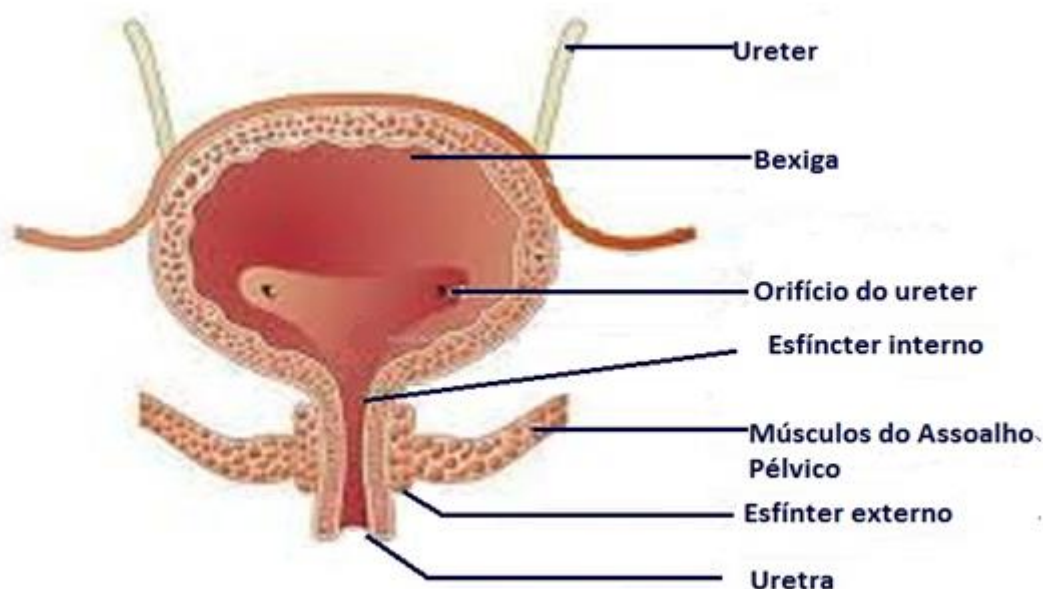


Figura 1 – Musculatura do Trato Urinário Inferior (Slideshare, 2017).

### 2.3 Incontinência Urinária (IU)

Alterações no funcionamento do sistema urinário são problemas comumente encontrados e com variável nível de complexidade, sendo um exemplo típico a IU, definida pela International Continence Society (ICS) como uma doença na qual há eliminação involuntária de urina constituindo um problema social e higiênico afetando diretamente a qualidade de vida da mulher ou do homem (Etienne e Waitman, 2006; Henschel, 2007).

Essa patologia decorre comumente por uma frouxidão da parede vaginal e dos ligamentos pélvicos ou pela ausência da atividade do músculo detrusor devido ao aumento excessivo da PIA, sendo possível encontrar também casos raros do extravasamento de urina através de fatores extrauretrais, onde se encaixa as fístulas e mal formação congênitas. De acordo com os antecedentes é possível identificar e estabelecer um diagnóstico concreto, conseqüentemente classificando e encaminhando para um tratamento correto e específico para cada caso. Contudo, destacam-se três tipos de IU: Incontinência Urinária de Urgência (IUU), Incontinência Urinária Mista (IUM) e IUE (Incontinência Urinária de Esforço) (Hoffman *et al.*, 2014; Matsuoka *et al.*, 2016).

### **2.3.1 Incontinência Urinária de Esforço (IUE)**

Defini-se a IUE como perda involuntária de urina relacionada ao esforço físico, desde de um simples espirro até uma atividade física. Percebe-se ainda que tal patologia é a mais comum entre as mulheres, ocorrendo quando a pressão vesical excede a pressão uretral máxima na ausência da atividade contrátil do músculo detrusor (Sartori, 2012; Hoffman 2014; Girão, 2015).

### **2.3.2 Incontinência Urinária de Urgência (IUU)**

Caracteriza-se pela perda involuntária de urina acompanhada ou imediatamente precedida pela sensação da necessidade imediata em urinar. Onde tal patologia decorre de uma hiperatividade da musculatura do detrusor. Comumente relacionada com a bexiga hiperativa, sabe-se que as duas patologias podem estar associadas, diferenciando-se apenas por a bexiga hiperativa possuir uma frequência diurna maior e por apresentar nictúria (Hoffman *et al.*, 2014).

Essa hiperatividade transcorre durante a fase de enchimento da bexiga, onde a hiperatividade deste músculo pode ainda ocorrer involuntariamente ou provocada, devido a uma causa neurogênica ou idiopática (Mascarenhas, 2011).

### **2.3.3 Incontinência Urinária Mista (IUM)**

Caracteriza-se pela perda involuntária de urina relacionada ao esforço físico concomitante após os episódios de urgência, tendo sua maior prevalência em mulheres com faixa etária média de 40 anos após serem submetidas a algum tipo de intervenção. As mulheres acometidas com tal condição possuem uma perspectiva negativa maior sobre o impacto causado, devido a fusão entre os sintomas acometidos pelos quais possui nos outros tipos da patologia (Dedicação *et al.*, 2009). Tal patologia decorre através do aumento da PIA em conjunto a atividade de esforço, ocasionando a descida da junção uretrovesical com a estimulação do músculo detrusor (Mascarenhas, 2011).

### **2.3.4 Fisiopatologia**

Os atuais embasamentos científicos não apontam um consenso geral que definam o real mecanismo da perda de urina, contudo, em teoria integral nas pesquisas recentes, demonstraram que a perda de urina decorre da diferença pressórica entre os compartimentos vesical e uretral (Hoffman *et al.*, 2014; Girão, 2015).

A fisiologia normal do processo de contenção e eliminação de urina é realizado por meio de duas fases: a fase inicial refere-se ao enchimento da bexiga, onde sucede a coordenação entre a contração uretral e relaxamento vesical, consequentemente armazenando a urina. Já a segunda fase está relacionada com o esvaziamento, onde a uretra irá relaxar e a bexiga se contrair (Uchôa, 2011; Hoffman *et al.*, 2014).

Este procedimento pode ser comumente prejudicado por meio de vários fatores, tais como: inibição das contrações do músculo detrusor por meio de respostas sobre o centro sacral da micção, pelo aumento acentuado da PIA ocasionando um recrutamento menor das fibras ou ainda por alterações nos diversos componentes do mecanismo de continência (Hoffman *et al.*, 2014; Vieira *et al.*, 2017).

### **2.3.5 Epidemiologia**

Dados da Sociedade Brasileira de Urologia mostra que os índices de perda de urina entre homens e mulheres são altos, estimando-se ainda que cerca de 50% das mulheres podem ser afetadas em alguma fase da vida, sendo que 35% delas já relatam perda urinária, tornando-se, assim, um dos mais comuns problemas de saúde pública no Brasil. Entretanto, os dados disponíveis verificam-se limitados pelo fato da maioria das mulheres não buscarem atendimento médico para tal condição (Vasconcelos *et al.*, 2013).

Inúmeros são os fatores associados ao desenvolvimento da IU, destacando-se a idade, raça, paridade, índice de massa corpórea, estado hormonal, uso de medicações, exercícios de alto impacto, dentre outras. A faixa etária é o fator de maior predisposição entre a população feminina, com prevalência de 7% entre 20 e 40 anos, 17% entre 40 e 60%, 23% entre 60 e 80%. Entre outros fatores assinalados ressalta ao número de gestação e o tipo de parto, uma vez que pode lesionar o sistema de suspensão e sustentação dos órgãos pélvicos (Sartori, 2012; Girão, 2015).

Pesquisas mostram que deste modo a afecção pode prejudicar significativamente a qualidade de vida levando muitas vezes a rompimento de relações sociais, distúrbios psicológicos, hospitalizações por problemas cutâneos e infecções recorrentes do trato urinário, o que gera uma consequência monetária considerável (Hoffman *et al.*, 2014).

### 2.3.6 Diagnóstico

O diagnóstico da IU é basicamente clínico, amparado em uma detalhada história clínica e exame físico minucioso. Ambos fornecem a estrutura para o diagnóstico e tratamento subsequente, embora possa ser confirmado por meios auxiliares de diagnóstico. A história da IU deve incluir questões relativas ao início e curso dos sintomas, frequência de perda, sintomas associados e precipitantes, hábito intestinal, impacto no comprometimento da qualidade de vida, medicamentos em uso e terapias prévias. O exame físico têm importância no manejo da IU, porém, não deve ser utilizado como único método diagnóstico (Abrams *et al.*, 2002).

Estudos descrevem diferentes características nos métodos de avaliação da IU, os métodos mais utilizados e que evidenciam uma boa qualidade nos resultados são o Estudo Urodinâmico (EU), diário miccional, Pad teste (teste do absorvente), e o teste do cotonete (Q-TIP TEST) (Sartori, 2012).

Pad-test comumente chamada como teste do absorvente, trata-se de exame não invasivo de avaliação objetiva e indireta da perda urinária. Consiste na colocação de protetor (absorvente), com peso previamente aferido, junto ao meato uretral externo e após período de tempo variável, no qual a paciente realiza algumas manobras de esforço, é retirado e pesado novamente. A diferença nos pesos caracteriza a perda de urina (Henscher, 2007; Moreno, 2009).

O teste do absorvente é método simples e útil em estimar a gravidade da incontinência urinária, podendo ser utilizado na monitorização dos efeitos terapêuticos e documentação da perda de urina quando esta não é verificada na clínica ou na avaliação urodinâmica. Apesar dos elevados valores de sensibilidade encontrados, em virtude da falta de padronização, mais estudos que apresentem os dados de forma adequada são necessários (Jorgensen, Lose e Andersen, 1987; Versi *et al.*, 1996).

O EU tem como objetivo avaliar a função do trato urinário baixo, compreendendo as fases de enchimento e esvaziamento vesical, avaliados pelas

medidas das pressões vesical, uretral e abdominal possibilita determinar a causa dos sintomas, avaliar a função do detrusor e esfíncteres e identificar fatores de risco para o comprometimento do trato urinário superior. As informações obtidas a partir do EU podem confirmar ou alterar o diagnóstico clínico, e, com base na história clínica e exame físico, influenciar a escolha da intervenção (Nager *et al.*, 2012).

O Q-tip test foi introduzido em 1971 por Crystle e colaboradores com o objetivo de determinar qual procedimento cirúrgico seria o mais apropriado para o tratamento de pacientes com incontinência urinária de esforço. Consiste na inserção de haste flexível com ponta de algodão na uretra da paciente e, durante manobra de esforço, observa-se o grau de mobilidade do colo vesical (ângulo da junção uretrovesical). Esses investigadores relataram que o movimento da haste com o esforço revelaria o grau de rotação axial uretral e da junção uretrovesical (Crystle *et al.*, 1971).

Recomendação ao Q-tip test sozinho não se sustenta como teste diagnóstico, quando apresenta resultado positivo, o diagnóstico de incontinência urinária de esforço genuína é possível, embora não absoluta. Teste negativo não afasta o diagnóstico de incontinência urinária de esforço (Montz e Stanton, 1986; Bergman *et al.*, 1987).

O diário miccional é importante teste que fornece informação imparcial sobre o ritmo miccional do paciente, podendo ser confrontado com a história clínica. Trata-se de registro de todos os dados relacionados à ingestão de líquidos, necessidade de urinar e eventuais perdas urinárias. Importantes variáveis podem ser extraídas do diário miccional como débito urinário diurno e noturno, capacidade vesical funcional, número de micções durante o dia e a noite e o número de episódios de incontinência urinária. Testes de validação têm demonstrado que o diário de 24 horas é suficiente para a maioria dos propósitos, mas no período de três dias, é mais preciso (James *et al.*, 1999).

### **2.3.7 Tratamento Fisioterapêutico**

A Fisioterapia Uroginecológica vem ganhando espaço e inovações por apresentar um tratamento preventivo e conservador em diversas disfunções, através de variadas técnicas simples e de baixo custo que visam o alívio da sintomatologia, promovendo a normalização das funções, a conscientização das estruturas corporais,



o fortalecimento e relaxamento dessas estruturas. Atingindo assim, um melhor condicionamento físico a curto e longo prazo com melhora da qualidade de vida (Matheus *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2009; Pereira, Escobar e Driusso, 2012).

As técnicas fisioterápicas constituem uma terapia capaz de tratar e até mesmo curar a doença, dando destaque ao Treinamento Muscular do Assoalho Pélvico (TMAP) que representa o padrão-ouro da fisioterapia para o tratamento da IUE. Em virtude da grande evolução no âmbito da reabilitação do assoalho pélvico, outros recursos fisioterápicos vem se apresentado com ótimos resultados, como TMAP com biofeedback, a eletroestimulação e os cones vaginais (Henscher, 2007; Moreno, 2009).

### **2.3.8 Treinamento Muscular do Assoalho Pélvico**

Kegel (1948) propunha outro tipo de exercício, a reeducação perineal para o tratamento das disfunções do AP, no qual possui objetivo de restaurar essas funções através de uma ordem, onde primeiramente a paciente deve-se conscientizar e identificar os músculos pélvicos para em seguida promover a contração correta do AP. Posteriormente, em meados da década de 1980, o fisioterapeuta Francês Alain Bourcier iniciou a divulgação desses exercícios na imprensa e impulsionou o trabalho de reeducação do assoalho pélvico no tratamento conservador da IU (Etienne e Waitman, 2006).

Atualmente são duas as principais teorias que respondem pela eficácia do TMAP na prevenção e tratamento da IUE. A primeira teoria acima descrita e a segunda que descreve a importância dos exercícios executados com regularidade, por meio de adaptações neurais e do potencial de hipertrofia muscular, transformando o assoalho pélvico em um rígido apoio estrutural, eficaz na prevenção e na melhora das perdas urinárias.

A resposta ao TMAP depende do tipo, frequência, duração e intensidade dos exercícios. O colégio americano de medicina do esporte preconiza que o treinamento muscular seja de 8 a 12 contrações de velocidade lenta e máxima força, compostas de três séries diárias, 2 a 3 vezes/semana, com tempo de tratamento superior a 5 meses. Estudos com grau de evidencia (A) apresentaram índices de melhora e cura subjetivas, entre 70 e 56% em grupos com o diagnóstico de IUE e IU mista (Girão, 2015).

### 2.3.9 Cones Vaginais

Outra técnica utilizada é a terapia com os cones vaginais, são dispositivos que possuem a mesma forma e volume, mas com peso variando de 25 a 75g, representando uma forma simples e prática de identificar e fortalecer a MAP, sendo particularmente indicados nos casos leves e moderados da IU ou como forma de aprendizado para correta contração, com índices de sucesso que variam de 43 a 90%. O cone vaginal quando inserido na vagina promove uma resistência e um feedback sensorial aos MAP à medida que se contraem, favorecendo o aumento na percepção da região perineal, da distinção dos músculos perineais, dos músculos sinérgicos e eliminando a manobra de valsava durante o treinamento (Matheus *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2009).

Com relação à forma e a duração do tratamento e devido à modalidade apresenta-se em duas fases: a Fase Passiva, constitui-se pela não contração voluntária do AP a partir do maior peso que conseguir manter durante 10 a 15 mim na deambulação, promovendo um maior recrutamento das fibras tipo I. Já a Fase Ativa, constitui-se pela contração voluntária do AP durante movimentos que promovem certo esforço na tentativa de não deixar cair o cone, realizando 30 contrações (considerando 5 segundos de contração e 5 segundos de repouso), promovendo um maior recrutamento das fibras tipo II (Moreno, 2009).

### 2.3.10 Estimulação Elétrica

Acredita-se que a técnica de eletroestimulação do AP, seja capaz de aumentar a pressão intra-uretral por meio da utilização da estimulação direta dos nervos eferentes da musculatura perineal e do nervo pudendo, reestabelecendo assim as conexões neuromusculares. Uma vez realizada, favorece ao aumento do fluxo no local, melhora a força muscular, a resistência à fadiga e modifica o seu padrão de ação (Etienne e Waitman, 2006; Henscher, 2007; Moreno, 2009).

Estudos afirmam ainda que a eletroestimulação não deve assumir a primeira linha de tratamento se a paciente conseguir contrair voluntaria e suficientemente a MAP, já que a técnica é destinada e possui mais efetividade naquelas mulheres na qual são incapazes de realizar uma contração sob instrução verbal (Matheus *et al.*, 2009; Sartori, 2012).

### 2.3.11 Biofeedback

Na área uroginecológica, considera-se como método adjuvante ao TMAP, sendo utilizado para reeducação e consciência perineal, promovendo assim, a contração correta dos MAP bem como o fortalecimento deles. As sessões de tratamento são individualizadas, promovendo modificação e reaprendizagem em respostas da bexiga e do controle esfinteriano (Girão *et al.*, 2015; Hoffman *et al.*, 2014).

### 2.3.12 Tratamento Farmacológico

O tratamento da IUE é fundamentalmente cirúrgico, embora possam ser tentados tratamentos mais conservadores em alguns casos selecionados. Em pacientes com IUE leve, que não apresentam prolapso genitais importantes onde a sintomatologia se torna mais evidente no climatério os estrogênios têm sido utilizados com bons resultados, suas propriedades aumentam a vascularização e o trofismo da mucosa uretral e o tônus da musculatura periuretral, podendo ser utilizados por via oral, transdérmica ou vaginal, sendo a última mais recomendada (Tanuri *et al.*, 2010).

Outras medicações podem ser utilizadas no tratamento da IUE, como os antidepressivos tricíclicos e a imipramina, dado a sua ação alfa-adrenérgica, agindo nos receptores uretrais alfa. Por ter também ação anticolinérgica, podem ser utilizadas no tratamento da Incontinência Urinária Mista (Moreno, Moreno e Soares, 1999).

### 2.3.13 Injeções Periuretrais

As Injeções periuretrais fazem parte dos vários tratamentos disponíveis, principalmente para pacientes que não desejam submeter à cirurgia, idosas, obesas, ou com alto risco para complicações anestésicas, apresentando baixa taxa de complicações. O material ideal teria que ser fácil de injetar, biocompatível, não antigênico, não carcinogênico, que não possibilite migração e que conservasse seu volume no local injetado com o decorrer do tempo, porém, até os dias de hoje, esse material não existe (Martins, 2015).

- Micropartículas de silicone (Polidimetilsiloxano) - Ghoniem e Miller (2013) avaliaram os resultados do polidimetilsiloxano em 20 anos por intermédio de revisão

sistemática e metanálise em 958 pacientes, encontrando taxa de melhora em 75% no curto tempo, 73% no médio prazo e 64% no longo prazo. As taxas de cura foram de 43,37 e 36% nesse mesmo período. Os autores concluíram que o sling pubovaginal é mais efetivo e econômico, mas as injeções permanecem um tratamento apropriado em casos selecionados.

- Poliacrilamida Hidrogel (PAHG) - Trutnovsky *et al.* (2011), após seguimento de 02 anos em estudo multicêntrico, avaliaram 135 mulheres subjetiva e objetivamente e obtiveram 64% de taxa de cura ou melhora após 24 meses. Eles atribuíram esses resultados a provável ausência de migração da substância, formação de granuloma ou abscesso, sugerindo que a substância permanece inerte, não é metabolizada e mantém sua forma e tamanho, garantindo os resultados no longo prazo.

- Carbono Pirolítico - Consiste em grânulos de óxido de zircônio e carbono suspensos em gel aquoso. Estudos demonstram melhoras em torno de 73% com sucesso do tratamento diminuindo com o tempo, mantendo resultados em 33% dos pacientes após 02 anos e 21% após 03 anos (Martins, 2015).

- Hidroxiapatita - Material sintético semelhante ao existente nos ossos possui resposta similar aos outros métodos aqui mencionados, com melhora de 67%, porém com números significativos menor de material e injeções. Kirchin *et al.* (2012), em recente revisão sistemática, concluíram que, até o momento, as injeções uretrais não podem ser indicadas como primeira linha no tratamento da IUE, porém, para pacientes que apresentam comorbidades importantes, as injeções podem representar uma opção útil para os alívios dos sintomas.

### **2.3.14 Tratamento Cirúrgico**

A opção cirúrgica ainda é o principal tratamento para esta afecção e muito utilizada em casos de insucesso das condutas conservadoras, sabendo-se da importância da sustentação da uretra para continência urinária foram proposta várias técnicas cirúrgicas que impedissem a descida do colo vesical e uretra proximal quando houvesse aumento da pressão abdominal (Reis *et al.*, 2003).

Nos últimos anos muitas técnicas foram empregadas e descritas na literatura para o tratamento da IUE, porém os conceitos de cirurgia ideal devem sempre prevalecer, amparadas por um alto índice de cura sendo minimamente invasiva, com diminuição de morbidades e de fácil execução, ou seja, podendo ser realizadas por

um grande número de cirurgias. Com estes objetivos, os *slings de uretra média* se tornaram atualmente o tratamento cirúrgico mais empregado na maioria dos casos de incontinência urinária aos esforços (Schreiner, Carvalho e Santos, 2008).

## 2.4 Sling Sintético

Em Paris em 1907 Von Giordano lançou o conceito do *sling* suburetral pela primeira vez. O mesmo relatou uma cirurgia tecnicamente difícil (totalmente pela via abdominal) e com níveis elevados de retenção em uma época em que o conceito de auto-sondagem era desconhecido (Niknejad *et al.*, 2002; Palma, 2004).

Nas últimas décadas foram desenvolvidos inúmeros estudos com objetivo de alcançar a melhor técnica. Em 1996, Ulmsten desenvolveu uma cirurgia minimamente invasiva denominada Tension-Free Vaginal Tape (TVT). A técnica TVT, consiste em uma abordagem cirúrgica mínima, com a faixa de PP colocada sem tensão ao redor da uretra média, não sendo necessária fixação, com objetivo de corrigir a disfunção uretral associada a falha intrínseca do mecanismo de fechamento do esfíncter em repouso possibilitando taxas de cura que variam entre 80% e 98%, sendo eficaz para o tratamento da IUE devida à hiper mobilidade uretral, quanto ao defeito esfíncteriano intrínseco (Rovner, Ginsberg e Raz, 1997).

O material ideal para fabricação do *sling* sintético deve ser quimicamente e fisicamente inerte, não carcinogênico, mecanicamente forte, não causar reações inflamatórias ou alérgicas ser esterilizável não sendo fisicamente modificado pelo tecido vivo e ter formato conveniente para uso clínico (Abou-Elela *et al.*, 2009).

### 2.4.1 Telas de Polipropileno

O polipropileno é um termoplástico que é originado pelo monômero chamado propileno ( $C_3H_6$ ) e é polimerizado por um processo de reação de poliadição. A massa molar geralmente está entre 80.000 e 500.000. É um polímero semicristalino que possui uma densidade aproximadamente de  $0,90 - 0,91 \text{ g/cm}^3$  e índice de refração de 1,45. A sua temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) e a temperatura de fusão ( $T_m$ ) estão em torno de  $-18^\circ\text{C}$  e  $165^\circ\text{C}$ , respectivamente (Strapasson, 2004; Callister, 2002).

Como é um polímero com alta cristalinidade, em torno de 60 a 70%, a sua resistência mecânica e a sua dureza são relativamente boas. O módulo de

elasticidade, a resistência a tração e resistência ao escoamento estão em torno de 1,14-1,55 GPa, 31-41,4 MPa e 31,0-37,2 MPa, respectivamente (Callister, 2002).

O monômero propileno dá origem ao PP através de uma reação de poliadição utilizando o catalisador de Ziegler-Natta, que são catalisadores constituídos por metais de transição. A Figura 2 ilustra a reação de polimerização para formação do PP (Strapasson, 2004).

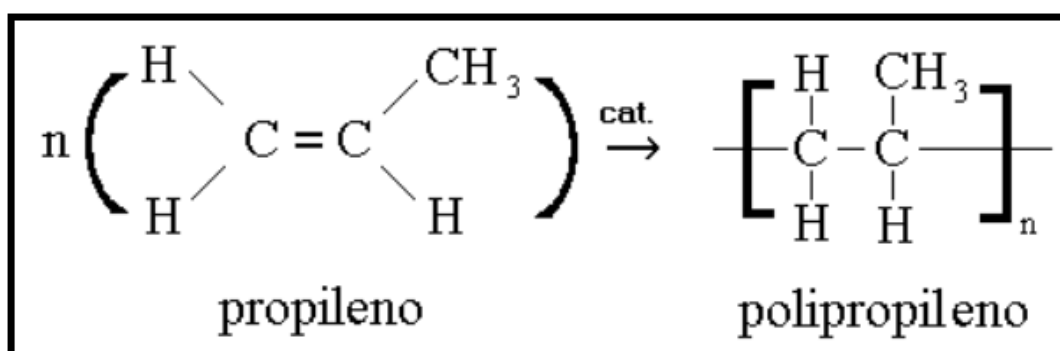


Figura 2 – Esquema da reação de polimerização para formação do polipropileno (Strapasson, 2004).

É bastante empregado em aplicações como recipientes para embalagens, pisos tipo carpete, seringas de injeção descartáveis, revestimento interno e freezers, eletrodomésticos, brinquedos, tubos para canetas esferográficas, bocal de pistolas para aplicação de aerossóis, material hospitalar.

Quanto a tela deste material, sabe-se que é uma malha sintética derivada do propileno que passa sob pressão pelo gás etileno. É utilizada na medicina cirúrgica em várias situações em que se julgue necessário um implante aloplástico para substituir tecidos moles perdidos por causas diversas.

A tela de PP é tecida com fio monofilamentar e entrameada por poros, a qual é entrelaçada por meio de um processo que interliga cada junção da malha, o que proporciona elasticidade em ambas as direções e que suas junções não sejam submetidas aos processos de fadiga. Essa elasticidade bidirecional permite que a tela seja adaptada a vários pontos de resistência do corpo humano e sua estrutura possibilita, ainda, que ela seja cortada com tesoura, no formato e tamanhos desejados, sem sofrer fragmentação e sem que o entrelaçamento se desfaça (Johnson e Johnson, 1997; Silva, 2009).

As telas de polipropileno estão disponíveis em vários desenhos de trama e tamanhos de poros. Com relação ao espaçamento entre os poros estas telas são classificadas como de alta gramatura e de baixa gramatura. Resultados de estudos experimentais demonstram que a tela de baixa gramatura induziu menor reação de corpo estranho em relação à tela de polipropileno de alta gramatura (Conze *et al.*, 2005). Telas com poros maiores permitem uma melhor migração de macrófagos, fibroblastos, deposição de colágeno e crescimento de vasos sanguíneos, tornando-as intimamente aderidas aos tecidos que as cercam. Contudo, estas telas podem estar associadas a complicações como a propensão ao aumento de recidivas das hérnias, o que requer estudos sistemáticos sobre a sua atuação como agente reparador da parede abdominal (Araújo *et al.*, 2010).

Usher, em 1958, introduziu na prática cirúrgica a tela de polipropileno, objetivando o reparo de defeitos da parede abdominal. Após vários estudos para o esclarecimento dos mecanismos biomecânicos que resultam na incorporação tecidual dessa tela, esta tem sido considerada como o material de escolha mundialmente aceito para o reparo de hérnias devido à sua biocompatibilidade (Goldstein, 1999; Klosterhalfen *et al.*, 2005).

Telas sintéticas são cada vez mais usadas para tratar incontinência urinária de esforço e prolapso de órgãos pélvicos (Baessler e Maher, 2006). As razões são: taxas de sucesso de alguns procedimentos insatisfatórias (Mendonça *et al.*, 2008; Baessler e Maher, 2006; Mourtzinou e Raz, 2006; Nguyen, 2008; Foon e Smith, 2009) curta durabilidade de operações bem-sucedidas em uma sociedade em envelhecimento, inadequadas técnicas cirúrgicas e interesses comerciais (Baessler e Maher, 2006; Mourtzinou e Raz, 2006), principalmente no âmbito de diminuir as taxas de recidivas numa cirurgia convencional (Siniscalchi *et al.*, 2011; Baessler e Maher, 2006).

## **2.5 Regulamentações da ANVISA**

É importante ressaltar que as regulamentações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) proíbe o reprocessamento (reesterilização) de materiais que sejam utilizados como implantes em pacientes e os materiais que não passam por todo o processo correto de reprocessamento, estes considerados materiais

críticos, como exemplo: telas e agulhas. Esta solicitação deve seguir as seguintes normas da ANVISA (Brasil, 2016):

- Resolução - RE nº 2605, RDC 156 de 11 de agosto 2006;
- Boas práticas de processamento - RDC 15 / 2012;
- Prática de uso conforme indicação do fabricante - Alerta Nº 01 / 2013.

## **2.6 Esterilização**

Garantir uma assistência à saúde sem danos requer conhecimento, controle e se possível a eliminação dos principais riscos que envolve algum tipo do processo. Essa assistência utiliza um grande número de procedimentos invasivos, incluído as cirurgias e os exames de diagnósticos, dessa forma, tais procedimentos acabam envolvendo o contato de instrumentais com os tecidos estéreis, membranas mucosas ou pele das pessoas assistidas e um número considerável destes itens é reutilizável. Com isso, a prática da esterilização dos materiais necessitam de uma estrutura, de métodos e de produtos adequados para garantir a segurança do procedimento, fazendo com que diminua ou elimine os riscos de transmissão dos agentes infecciosos (Seses, 2009).

Portanto, a esterilização é considerada um processo pelo qual os microrganismos são mortos a tal ponto que não se possa detectá-los no meio padrão de culturas em que previamente os agentes haviam proliferado. Contudo, o método de esterilização dependerá do tipo artigo a que será submetido (Brasil, 2001).

### **2.6.1 Métodos Físicos**

É um método em que se utiliza calor em diferentes formas com ou sem algum tipo de radiação para esterilizar os artigos, sendo este, ainda o método considerado mais simples, econômico e seguro que se dispõe. O mecanismo irá resultar na destruição da estrutura das cadeias proteicas do microrganismo que requer energia, podendo ainda ser disposto para sua realização 3 tipos, entre eles as autoclaves ganha-se relevância por ser um procedimento na qual torna-o material isento de toda forma viável de microrganismos, utilizando os parâmetros essenciais de tempo, temperatura, pressão e na qualidade de vapor para obtenção do resultado (Seses, 2009; Brasil, 2016).



### **2.6.2 Métodos Químicos**

É um método no qual pode ser utilizado através de um meio líquido e/ou gasoso para a realização de tal procedimento, além de se caracterizar pelas interações entre os compostos químicos. Sendo este método ideal para matérias e peças que necessitem de uma rápida reutilização, contudo, o mesmo não é um método corriqueiro de esterilização, por isso mostra-se essencial os cuidados com o manuseio desses líquidos (Seses, 2009).

Para a sua realização é bastante utilizada o ácido peracético, por possuir função na atividade microbiana, sendo indicado ainda nos casos de material submergível, sensível ao calor e com temperatura que varia de 50 a 56°C, onde o seu ciclo pode durar de 25 a 30 minutos (Brasil, 2001).

### **2.6.3 Métodos Físico-Químicos**

É um método que propõe a utilização de dois meios para a sua realização, além de preconizar por baixas temperaturas e utilizar artigos termo sensíveis. Seu ciclo de duração ocorre basicamente em torno de uma hora, onde o peróxido de hidrogênio ou comumente chamado de plasma é o mais utilizado (Brasil, 2001).

O procedimento é realizado por autoclaves próprias através de um campo eletromagnético pela energia de radiofrequência utilizados de parâmetros de temperatura, pressão e concentração dentro câmara, produzindo a formação do plasma, sendo este mesmo considerado como um quarto do estado da matéria, sendo também composto por íons reativos, elétrons e partículas atômicas neutras. As vantagens do método são a ausência de resíduos tóxicos, a fácil instalação, a rapidez do processo e compatibilidade com materiais sensíveis a umidade (Brasil, 2001; Seses, 2009).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste – CERTBIO, localizado no Bloco CJ3, na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Campina Grande-PB. As telas foram reesterilizadas na Empresa Brasileira de Esterilização (EMBRAESTER) – Bairro dos Estados – João Pessoa-PB.

#### 3.2 Materiais

- Tela monofilamentar (Figura 3), macroporosa, composta de polipropileno 10 x 15 cm, Marca Gynecare Gynemesh™PS – esterilizada;
- Tela monofilamentar, macroporosa, composta de polipropileno, 1 x 15 cm, Marca Gynecare Gyne mesh™PS – reesterilizada.

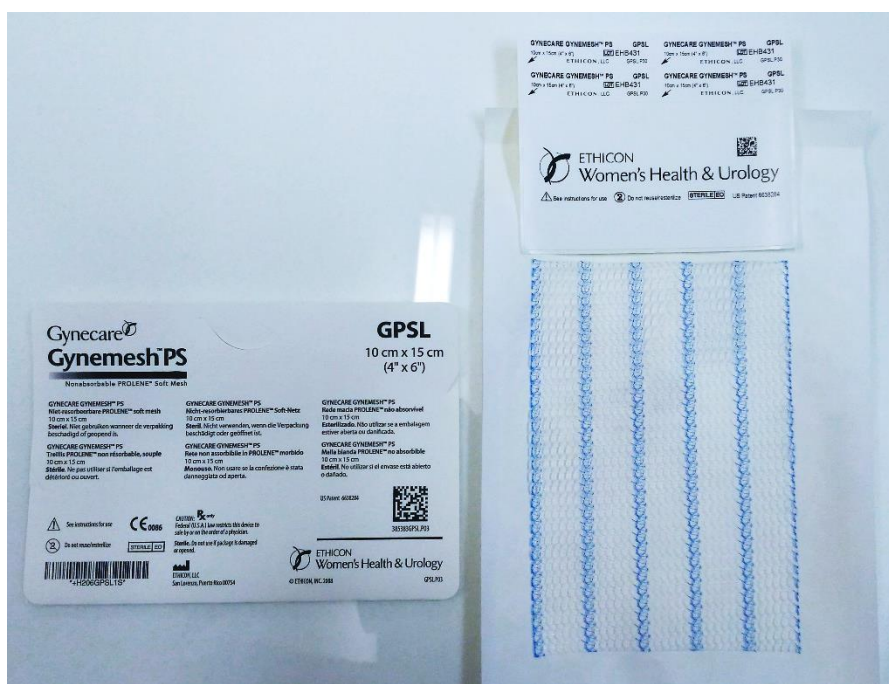


Figura 3 – Imagem macroscópica da tela de polipropileno 10 x 15 cm (Marca Gynecare Gynemesh™PS) esterilizada.

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Esterilização por Plasma de Peróxido de Hidrogênio**

As telas de PP esterilizadas com dimensão de 10 x 15 cm, foram submetidas ao corte para se obter telas com dimensão de 1 x 15 cm. Cada retalho foi acondicionado em envelope TYVEK e selado em seladora automatizada. Após o preparo, o mesmo foi colocado em esterilizador STERRAD100S da ASP-J&J em ciclo longo de plasma de peróxido de hidrogênio (PPH) com indicadores biológicos e químicos. Os pacotes contendo as telas de PP só foram liberados para análise, após leitura do IB com resultado favorável, com ausência de crescimento (Embraester, 2017).

### **3.4 Caracterizações**

As telas (antes e após a reesterilização) foram analisados pelas seguintes técnicas: Microscopia Ótica (MO), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), Termogravimetria (TGA), Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), Ensaio Mecânico de Tração, Teste de Esterilidade e Citotoxicidade.

#### **3.4.1 Microscopia Ótica (MO)**

Alguns materiais são opacos à luz visível, como é o caso de alguns metais, da maioria das cerâmicas e polímeros. Somente a superfície pode ser observada e deve ser criteriosamente preparada de maneira a propiciar condições de revelar a microestrutura (Fook, 2005).

A caracterização por MO foi utilizada para avaliação da morfologia das fibras de polipropileno. A análise foi realizada em um Microscópio Óptico Hirox de reflexão e transmissão com acessórios 2D e variação de 50X-400X, acoplado a uma estação de análise de imagens, com magnitudes de 20x, 100x e 160x, da parte longitudinal e do corte transversal.

### 3.4.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O MEV é um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise das características morfológicas. O princípio de um MEV consiste em utilizar um feixe de elétrons de pequeno diâmetro para explorar a superfície da amostra, ponto a ponto, por linhas sucessivas e transmitir o sinal do detector a uma tela catódica cuja varredura está perfeitamente sincronizada com a do feixe incidente. Por um sistema de bobinas de deflexão, o feixe é guiado de modo a varrer determinada área da amostra segundo uma malha retangular, obtendo assim a imagem, resultante da interação do feixe incidente com a superfície da amostra (Dedavid, Gomes e Machado, 2007).

As telas de PP foram caracterizadas morfológicamente por Microscopia Eletrônica de Varredura utilizando um microscópio eletrônico de bancada, modelo TM-1000, HITACHI, profundidade de foco de 1 mm, resolução de 30 nm, 15 KV, baixo vácuo e pressão variada (1 a 270 Pa), sem recobrimento metálico com magnitudes longitudinal de 50x, 200x, 500x e 1000x e do corte transversal com aumento de 500x.

### 3.4.3 Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

A Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) é uma importante técnica utilizada para a análise de grupos funcionais, pois é capaz de identificar diferentes ligações entre átomos pelas deformações rotacionais e vibracionais, as quais absorvem energia em determinada frequência de ressonância (Skoog *et al.*, 2006).

A técnica foi utilizada para identificar as bandas características dos grupos funcionais da tela de PP, levando em consideração as características químicas dos átomos envolvidos.

A caracterização por Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier foi realizada em um espectrômetro modelo Spectrum 400 FT Mid-IR PerkinElmer. Para cada amostra foram obtidos cinco espectros entre 4000 e 650  $\text{cm}^{-1}$ , com uma resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 3.4.4 Termogravimetria (TGA)

A Termogravimetria (TG) baseia-se no estudo da variação de massa de uma amostra, resultante de uma transformação física ou química em função da temperatura. É definida como um processo contínuo que mede a variação de massa de uma substância ou material como uma função da temperatura e/ou tempo. Um gráfico da massa ou do percentual da massa em função do tempo ou temperatura é chamado termograma ou curva de decomposição térmica (Mothé e Azevedo, 2009).

Para a obtenção das curvas termogravimétricas foi utilizada uma termobalança da marca Perkin Elmer modelo Pyris 1 TGA, em atmosfera de ar sintético, com fluxo de 20 mL.mim<sup>-1</sup>, com cadinho de alumina e razão de aquecimento de 10 °C.mim<sup>-1</sup>, numa faixa de temperatura que varia entre 30 e 500°C.

#### 3.4.5 Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

A Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) é uma técnica na qual se mede a diferença de energia fornecida à substância e a um material de referência, termicamente inerte, em função da temperatura enquanto a substância e o material de referência são submetidos a uma programação controlada de temperatura (Ionashiro, 2004).

Para a obtenção das curvas DSC foi utilizado um sistema DSCQ20, da marca TA Instruments, em atmosfera de nitrogênio, com fluxo de 50 mL.mim<sup>-1</sup>, com cadinho de alumínio hermeticamente fechado, com razão de aquecimento de 10 °C.mim<sup>-1</sup>, numa faixa de temperatura que variam entre 30 e 240°C. A massa utilizada foi de 2,0±1,0 mg.

#### 3.4.6 Ensaio Mecânico de Tração

O ensaio de tensão-deformação fornece uma indicação da resistência do material em teste. Em geral, os resultados do ensaio são apresentados como tensão versus deformação. A curva típica é obtida a partir das medições de carga (F) e da alongação ( $\Delta L$ ). A tensão nominal ou de engenharia ( $\sigma_N$ ) é determinada dividindo-se a carga aplicada (F) pela área da seção transversal inicial do corpo de prova ( $A_0$ ). A deformação nominal ou de engenharia ( $\epsilon$ ) é obtida da leitura do extensômetro, ou seja,

dividindo-se a variação do comprimento de referência ( $\Delta L$ ) pelo comprimento de referência inicial ( $L_0$ ) que representa a área útil do corpo de prova (Silva, 2012).

Os ensaios de tração foram realizados numa máquina de ensaio universal, da marca Instron, modelo 3366, com célula de carga de 10kN e velocidade de 50 mm/min, com 2 amostras de aproximadamente 25 mm de comprimento e 15 mm de largura. O ensaio tem como objetivo determinar o módulo de elasticidade (MPa/mm), deformação máxima (%) e a tensão (MPa) das telas de PP. Os ensaios foram realizados com base na norma ABNT NBR ISO 37:2014 - determinação das propriedades de tensão e deformação (ISO, 2014).

### **3.4.7 Teste de Esterilidade**

Os testes de esterilidade aplicam-se a insumos farmacêuticos, medicamentos e produtos para saúde que, de acordo com a Farmacopeia, devem ser estéreis, sendo adequados para revelar a presença de bactérias e fungos. Contudo, um resultado satisfatório indica que não foi encontrado microrganismo contaminante somente na amostra examinada. A extensão desse resultado ao restante do lote requer a segurança de que todas as unidades do mesmo lote tenham sido preparadas de modo a garantir grande probabilidade de que todo o lote passaria pelo teste. Obviamente, isso depende das precauções tomadas durante os processos operacionais de fabricação, de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (ANVISA, 2010).

O teste de esterilidade pode ser considerado inválido se uma ou mais das seguintes condições forem observadas. a) os dados de monitoramento microbiológico da área de realização do teste demonstram falha; b) uma revisão dos procedimentos analíticos utilizados durante o teste revela falha; c) crescimento microbiano é observado nos controles negativos; d) após a identificação do micro-organismo(s) isolado(s) a partir do teste, o crescimento dessa espécie(s) pode ser atribuído, inequivocamente, a falhas relacionadas ao material utilizado e/ou a técnicas utilizadas na execução do teste de esterilidade. Se for considerado inválido, o teste de esterilidade deve ser repetido com o mesmo número de unidades do teste inicial. Se, após a repetição do teste, não for observado crescimento microbiano, a amostra cumpre com o requisito de esterilidade. Se for observado crescimento microbiano após a repetição do teste, a amostra sob exame não cumpre com o requisito de

esterilidade. O teste de esterilidade foi realizado na tela de PP reesterilizada (ANVISA, 2010).

#### **3.4.8 Citotoxicidade**

O teste de citotoxicidade *in vitro* da tela de PP reesterilizada foi realizado pelo teste de avaliação da viabilidade celular dos fibroblastos L929 por MTT [brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difenil-tetrazólio] de acordo com a ISO 10993-5 (Iso, 2009).

De acordo com a classificação de citotoxicidade de materiais do documento ISO10993-5 2009, a viabilidade celular (%) determina a citotoxicidade do material de modo que, os resultados mais consideráveis são acima de 70%, abaixo disto, o material será considerado potencialmente citotóxico.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção estão apresentados os resultados de Microscopia Ótica (MO), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), Termogravimetria (TGA), Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), Ensaio Mecânico de Tração, Citotoxicidade e Teste de Esterilidade das telas de PP esterilizada e reesterilizada.

### 4.1 Microscopia Ótica (MO)

A Figura 4 apresenta as micrografias por MO da tela de PP esterilizada, com representações longitudinais de 20x, 40x, 80x, 100x, 140x e 160x de aumentos, com o objetivo de investigar o comportamento do material, quanto a interação com a luz ótica.

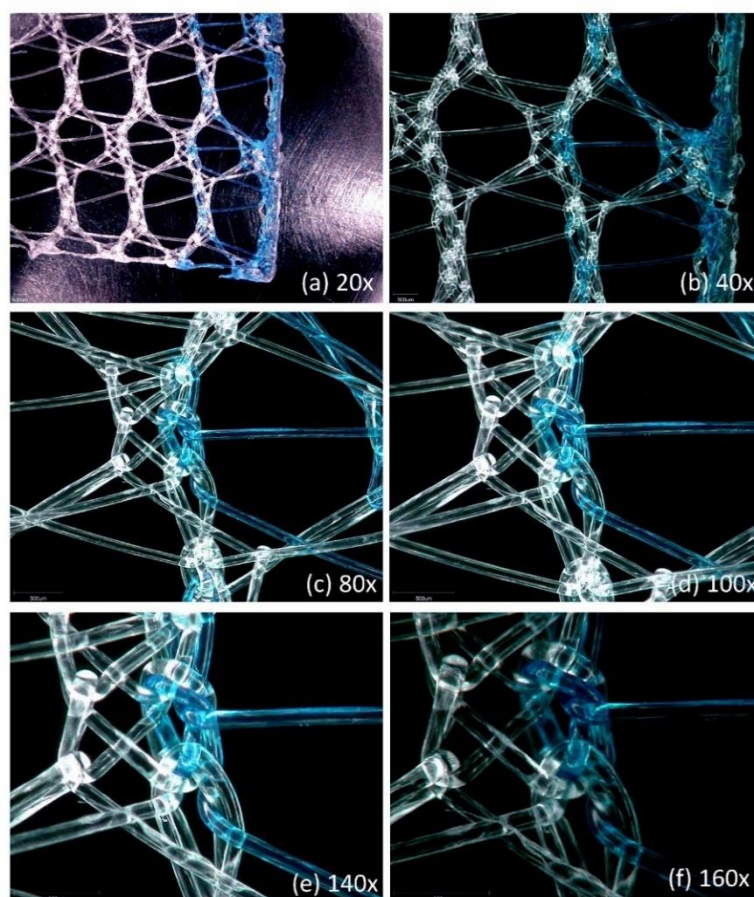


Figura 4 – Micrografias por MO da tela de PP esterilizada, com representações longitudinais de 20x, 40x, 80x, 100x, 140x e 160x de aumentos.



A Figura 5 apresenta a micrografia por MO da tela de PP esterilizada, com representação longitudinal de 20x de aumento com o objetivo de investigar o comportamento do material e analisar as áreas das tramas.

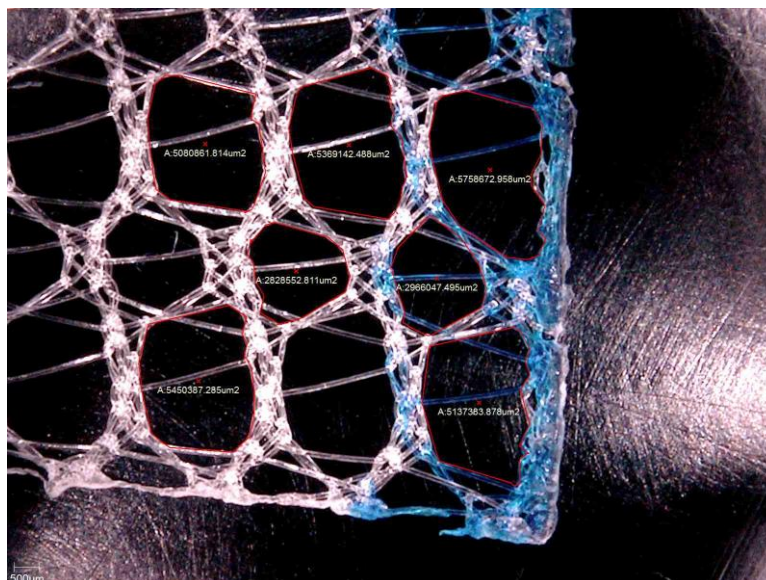


Figura 5 – Micrografia por MO da tela de PP esterilizada, com representação longitudinal de 20x de aumento com as determinações das áreas das tramas.

Ao analisar a Figura 5, pode-se observar que as pequenas áreas das telas de PP esterilizadas apresentaram valores de áreas 2,89 e 5,36 mm<sup>2</sup>, para as áreas menores e maiores, respectivamente.

A Figura 6 apresenta as micrografias por MO da tela de PP reesterilizada, com representações longitudinais de 20x, 40x, 80x, 100x, 140x e 160x de aumentos com o objetivo de investigar o comportamento do material, quanto a interação com a luz ótica.

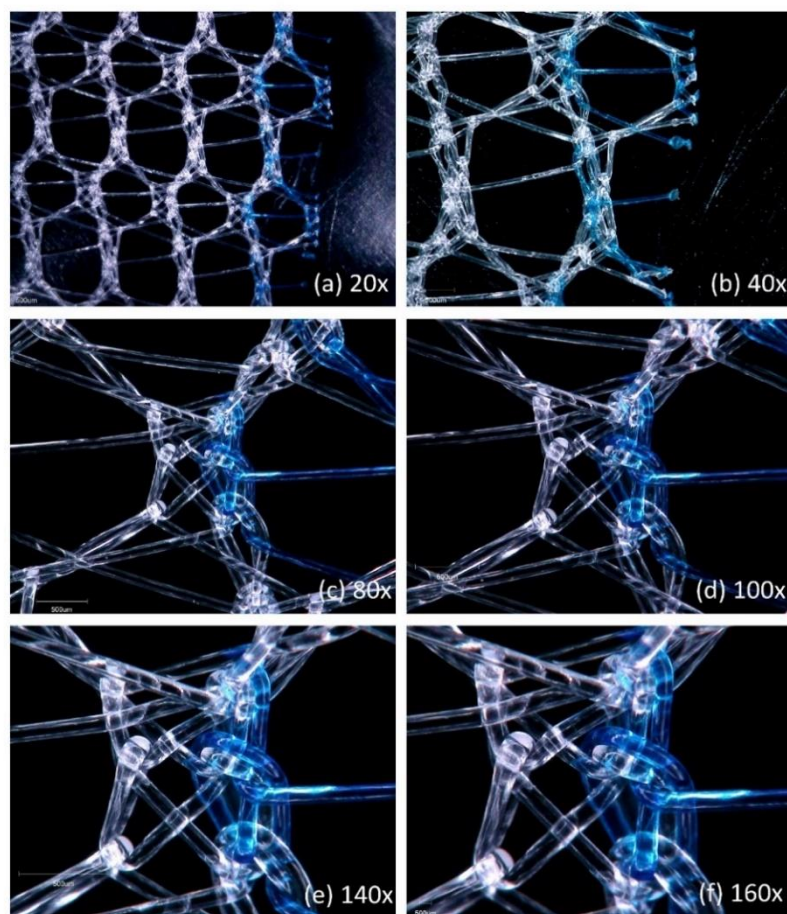


Figura 6 – Micrografias por MO da tela de PP reesterilizada, com representações longitudinais de 20x, 40x, 80x, 100x, 140x e 160x de aumentos.

Da mesma forma que a tela de PP esterilizada, é possível observar o entrelaçamento das malhas da tela reesterilizada, não sendo observado quaisquer alterações nas amostras, tampouco se observam alterações morfológicas que possam comprometer a estrutura da malha de polipropileno.

A Figura 7 apresenta a micrografia por MO da tela de PP reesterilizada, com representação longitudinal de 20x de aumento com o objetivo de investigar o comportamento do material e analisar as áreas das tramas.

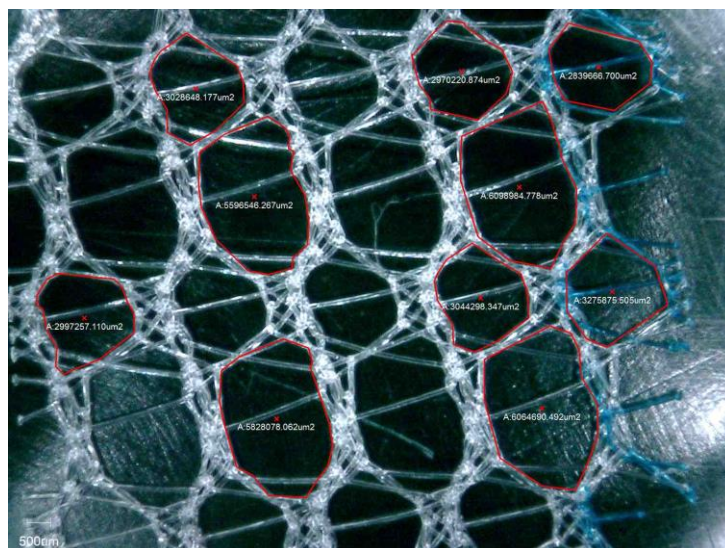


Figura 7 – Micrografia por MO da tela de PP reesterilizada, com representação longitudinal de 20x de aumento com as determinações da áreas das tramas.

Ao analisar a Figura 7, pode-se observar que as pequenas áreas da tela de PP esterilizadas apresentaram valores de áreas 3,01 e 5,94 mm<sup>2</sup>, para as áreas menores e maiores, respectivamente.

Ao comparar as telas de PP esterilizadas e reesterilizadas, pode-se perceber pequena diferença nas áreas. Esta pouca diferença pode estar relacionada à área da seleção pelo analista, não sendo atribuído ao processo de reesterilização, não provocando alterações significativas.

Conforme Johnson (1969), Johnson & Johnson (1997) e Silva (2009) uma característica importante observada na tela de PP é a facilidade de adaptação no sítio receptor devido à sua maleabilidade. O entrelaçamento em forma de malha permite a imbricação de tecidos em seus espaços, diminuindo os espaços mortos, fixando-a no leito e impedindo o deslocamento, complicação indesejável em qualquer procedimento cirúrgico.

## 4.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 8 apresenta as micrografias por MEV da tela de PP esterilizada, com representações longitudinais de 50x, 200x, 500x e 1000x de aumentos e do corte transversal com aumento de 500x.

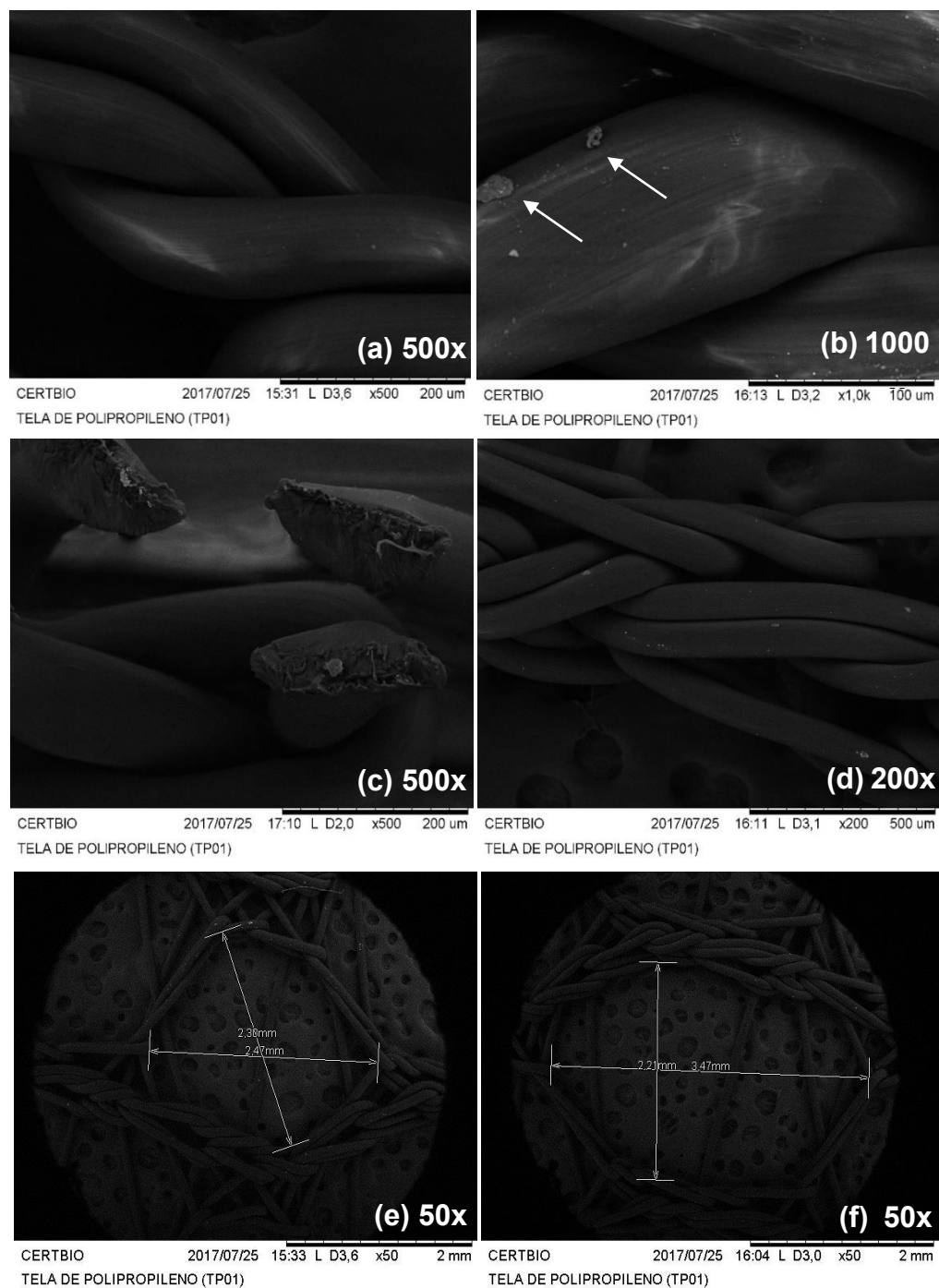


Figura 8 – MEV da tela de PP esterilizada; (a) longitudinal 500x; (b) longitudinal 1000x; (c) transversal 500x; (d) longitudinal 200x; (e) longitudinal 50x e (f) longitudinal 50x.

A Figura 9 apresenta as micrografias por MEV da tela de PP reesterilizada, com representações longitudinais de 50x, 200x, 500x e 1000x de aumentos e do corte transversal com aumento de 500x.

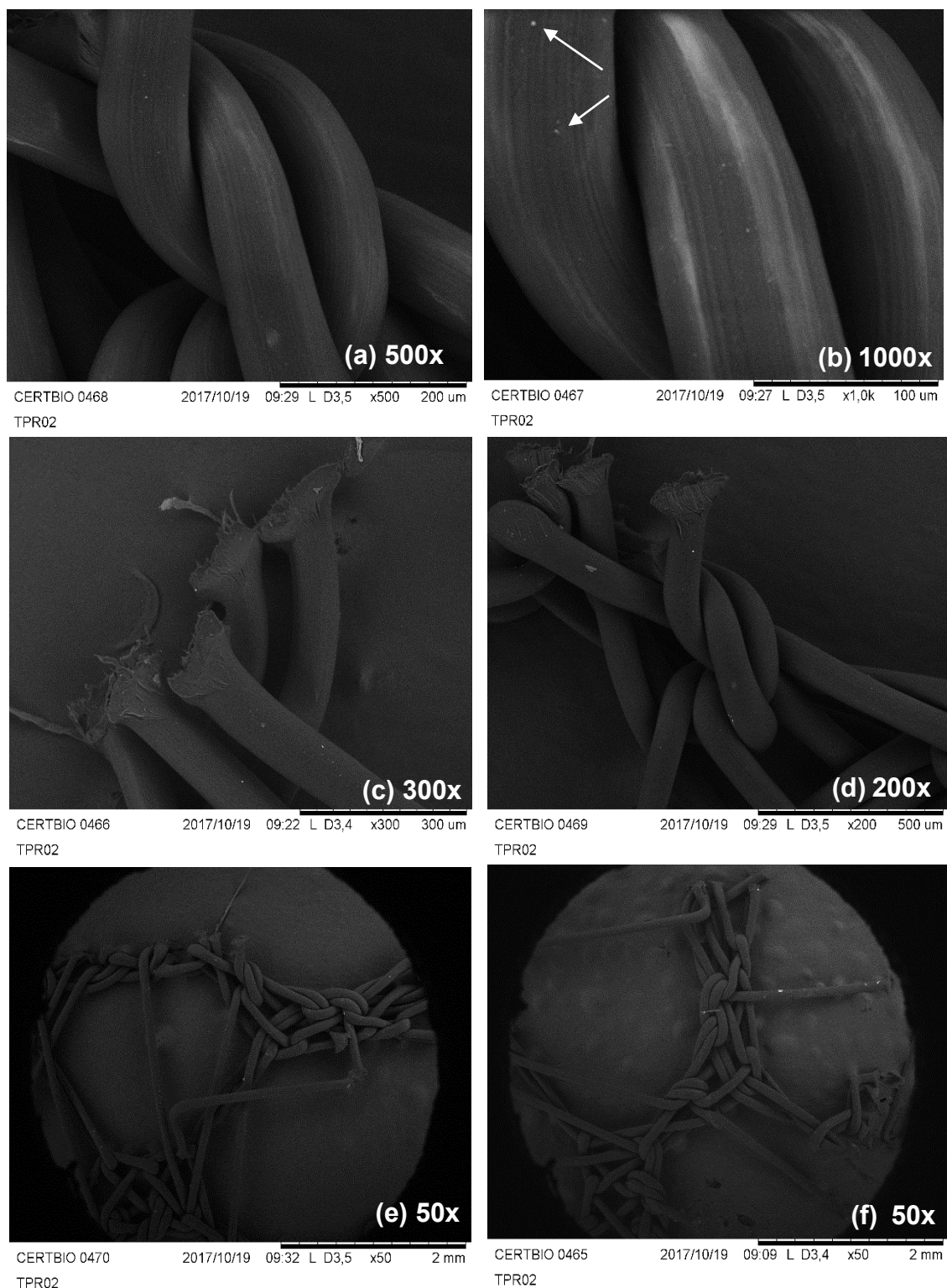


Figura 9 – MEV da tela de PP reesterilizada; (a) longitudinal 500x; (b) longitudinal 1000x; (c) longitudinal 300x; (d) transversal 200x; (e) longitudinal 50x e (f) longitudinal 50x.

Analisando as micrografias apresentadas nas Figuras 8 e 9, pode-se dizer que a morfologia da tela de PP esterilizada apresentou uma superfície regular, lisa e sem rugosidade.

Na micrografia com aumento de 1000x (Figuras 8b e 9b) há uma espécie de incrustação orgânica, muito comum em polímeros, pois o uso de plastificantes externos, que ao longo do tempo, podem se movimentar do interior para a sua superfície, permitindo a flexibilidade da tela e sua aplicabilidade nas diversas indicações cirúrgicas, conforme relatado em trabalho de Gil *et al.* (2005).

De forma geral, foi possível observar que o processo de reesterilização não provocou mudanças significativas nas superfícies das amostras que possam comprometer a estrutura da malha de polipropileno. As micrografias observadas na Figura 8c e 9c são importantes pois mostra o corte submetido na tela, uma vez que, existem questionamentos em relação a este corte quanto as rebarbas que são originadas. Desta forma, é necessário que o corte seja adequado para não causar nenhum problema no procedimento cirúrgico.

#### 4.3 Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

A Figura 10 apresenta os espectros de absorção na região do infravermelho (FTIR) das telas de PP esterilizada e reesterilizada na faixa de varredura de 4000 a 650  $\text{cm}^{-1}$ . Na Tabela 1, pode-se verificar os resultados referente as principais bandas observadas nos espectros FTIR das amostras.

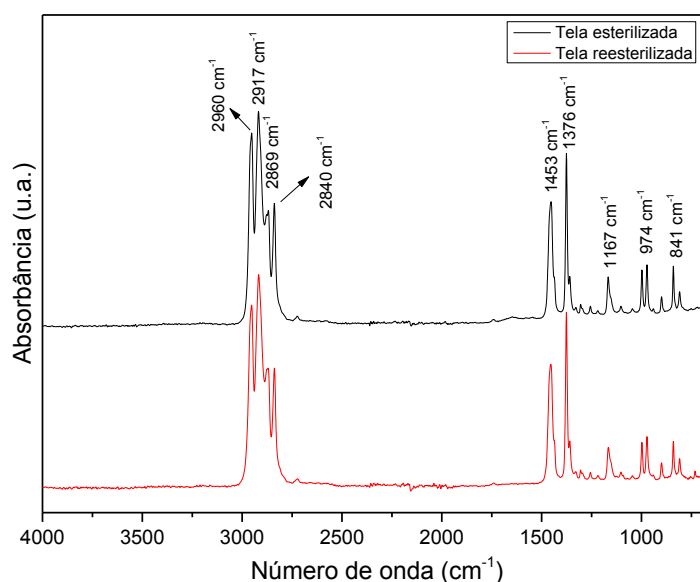


Figura 10 – Espectros FTIR das telas de PP esterilizada e reesterilizada.

Tabela 1 – Resultados referente as principais bandas observadas nos espectros FTIR das telas de PP esterilizada e reesterilizada.

Número de onda (cm <sup>-1</sup> )	Estiramento
2960	v <sub>ass</sub> CH <sub>3</sub>
2917	v <sub>ass</sub> CH <sub>2</sub>
2869	v <sub>s</sub> CH <sub>2</sub>
2840	v <sub>s</sub> CH <sub>2</sub>
1453	δCH <sub>3</sub> ; δCH <sub>2</sub>
1376	δCH <sub>3</sub> ; δCH
1167	δCH
974	v <sub>s</sub> CC
841	v <sub>ass</sub> C-CH <sub>3</sub>

v<sub>s</sub>: estiramento simétrico; v<sub>ass</sub>: estiramento assimétrico; δ: vibração de flexão no plano.

Observa-se na Figura 10 pelos espectros das telas de PP esterilizadas e reesterilizadas nenhuma alteração significativa nos estiramentos. Para as duas amostras foi verificado bandas intensas na faixa entre 2960 e 2840 cm<sup>-1</sup>, atribuídas aos modos de deformação axial assimétrica e simétrica do grupo CH<sub>3</sub> e deformação axial simétrica do grupo CH<sub>2</sub>. As bandas entre 1435 e 1376 cm<sup>-1</sup> estão associados a deformação angular do grupo CH<sub>3</sub>. Em 1167 cm<sup>-1</sup> observa-se vibrações de estiramento C-C, e uma banda de baixa intensidade em 841 cm<sup>-1</sup> corresponde à deformação angular do grupo C-H (Carvalho *et al.*, 2007; Kerim, Elagrami e El-Kalla, 1985).

Analisando a Figura 10, pode-se concluir também, que a ausência de banda forte e larga na região de 3200-3700cm<sup>-1</sup> referente a OH de álcool e, a ausência de banda forte na região de 1000-1200cm<sup>-1</sup> referente a ligação C-O de álcool, sugere que o material não sofreu oxidação no processo de reesterilização.

Andreassen (1999) em seu trabalho sobre espectroscopia de infravermelho e espectroscopia Raman do polipropileno corroboram as bandas em destaque. Pitarelli *et al.* (2001) em investigação de blendas de polietileno/polipropileno por espectroscopia no infravermelho relatam as bandas verificadas no espectro da tela de PP estudada.

De forma geral, pelos espectros FTIR, observou-se que o processo de reesterilização não provocou alterações nas ligações das telas de PP.

#### 4.4 Termogravimetria (TGA)

A Figura 11 apresenta as curvas termogravimétricas (TGA) das telas de PP esterilizada e reesterilizada. As curvas foram obtidas sob razão de aquecimento de  $10^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ , numa faixa de temperatura entre 30 e  $700^{\circ}\text{C}$ , em atmosfera de ar sintético.

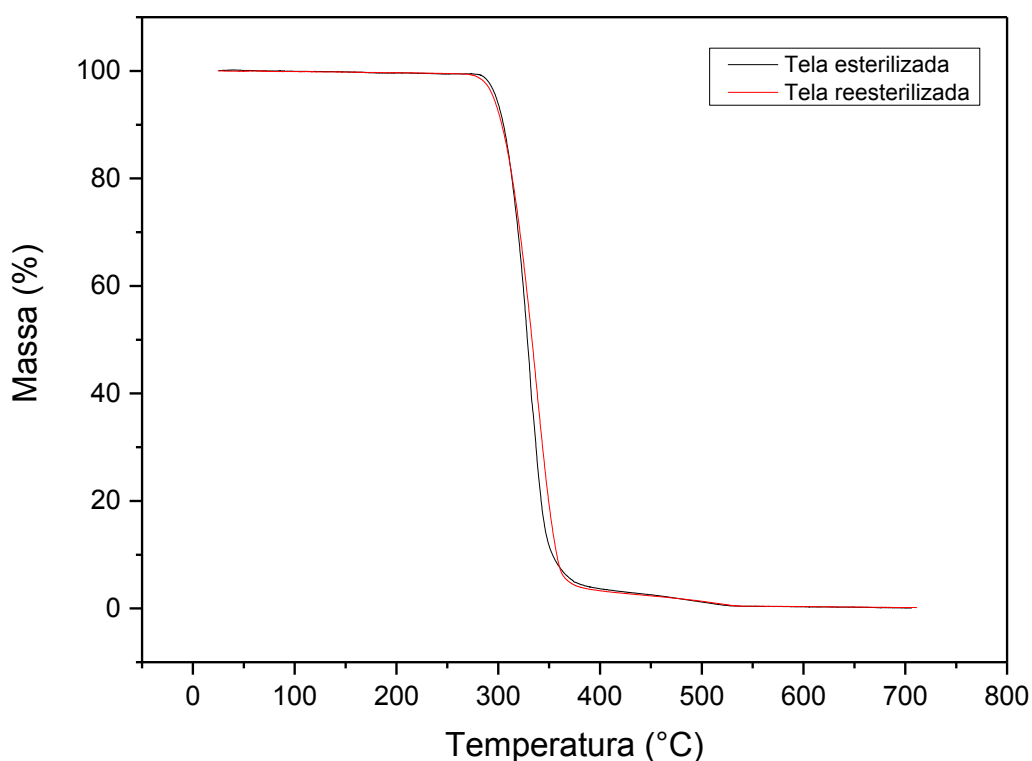


Figura 11 – Curvas TG das telas de PP esterilizada e reesterilizada, sob razão de aquecimento de  $10^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ , em atmosfera de ar sintético.

Pela Figura 11, verifica-se que o início da perda de massa ( $T_0$ ), tanto para a amostra da tela esterilizada como da reesterilizada ocorre em aproximadamente  $240^{\circ}\text{C}$ . A temperatura na máxima taxa de degradação ( $T_{\text{max}}$ ) foi de  $540^{\circ}\text{C}$  para as duas amostras, com perda de massa total de aproximadamente 99,7%; não apresentando diferença significativa quanto a estabilidade térmica das amostras.

Estudos de Oliveira *et al.* (2013), o qual investigou as propriedades térmicas do polipropileno e poliestireno, e de Líbano (2012) em pesquisa sobre as propriedades



térmicas do polipropileno, evidenciaram início de perda de massa e temperatura na máxima taxa de degradação semelhantes às da tela de polietileno, corroborando os resultados observados neste trabalho.

#### 4.5 Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

A Figura 12 apresenta os resultados de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) da tela de PP esterilizada. As curvas foram obtidas sob razão de aquecimento de  $10^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ , numa faixa de temperatura entre 30 e  $240^{\circ}\text{C}$ , em atmosfera de nitrogênio.

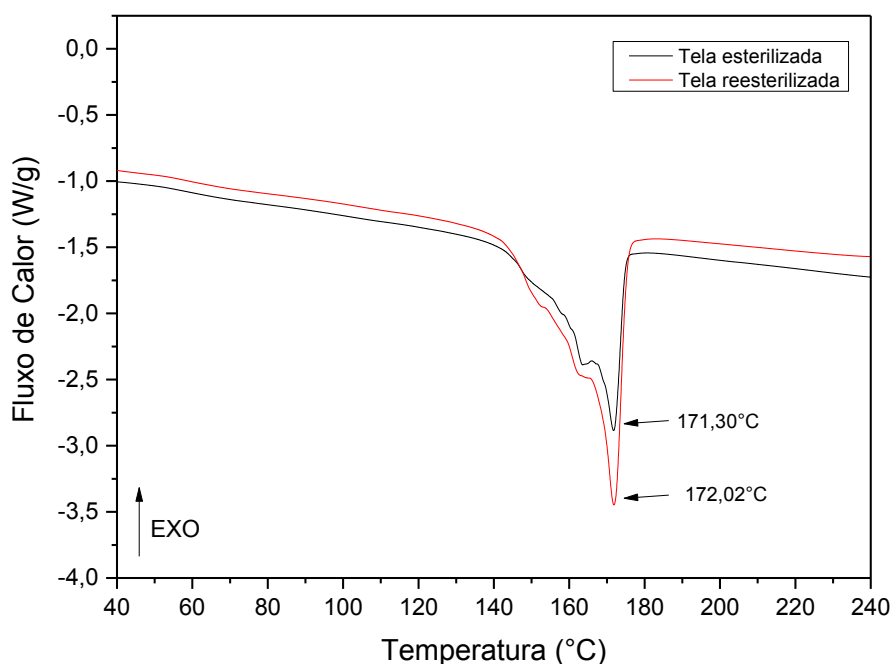


Figura 12 – Curvas DSC das telas de PP esterilizada e reesterilizada, sob razão de aquecimento de  $10^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ , em atmosfera de nitrogênio.

Pela análise realizada por DSC, conforme Figura 12, a tela de PP foi caracterizada pela presença de uma transição térmica mais evidente em 171,30 e  $172,02^{\circ}\text{C}$ , para as telas esterilizada e reesterilizada, respectivamente, correspondendo à temperatura de fusão, transição esta endotérmica. Foi observada uma mudança na linha base abaixo das temperaturas descritas, que pode estar relacionada com o amolecimento do material. Pelas curvas DSC, não foi observado

diferença quanto ao ponto de fusão e estabilidade térmica das telas de PP esterilizada e reesterilizada.

Estudos de Goissis *et al.* (2001), em investigação das propriedades das malhas de polipropileno recobertas com colágeno polianiónico ou como dupla camada com poli(cloreto de vinila) para a reconstrução da parede abdominal e de Oliveira *et al.* (2013), o qual investigou as propriedades térmicas do polipropileno e poliestireno, corroboram os resultados quanto à temperatura de fusão da tela de PP analisada neste trabalho.

#### 4.6 Ensaio Mecânico de Tração

Os resultados dos ensaios de tração das telas de PP esterilizada e reesterilizada, para dois corpos de prova, estão apresentados nas Figura 13 e 14 e Tabelas 2 e 3.

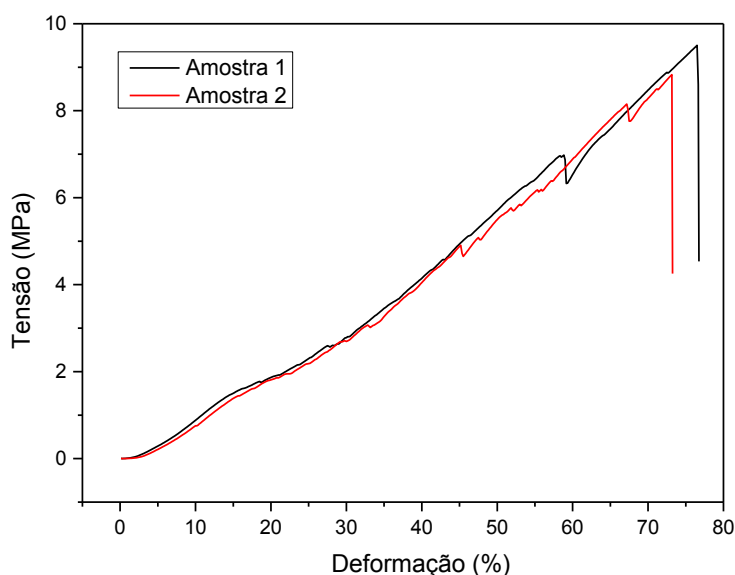


Figura 13 – Curvas tensão x deformação da tela de polipropileno esterilizada.

Tabela 2 – Dados das propriedades mecânicas com base nas curvas tensão x deformação da tela de PP esterilizada.

<b>Tela de polipropileno</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Valor médio</b>
Módulo de Elasticidade (MPa)	76,6	70,0	73,30
Deformação Máxima (%)	76,50	73,17	74,84
Tensão (MPa)	9,50	8,83	9,20

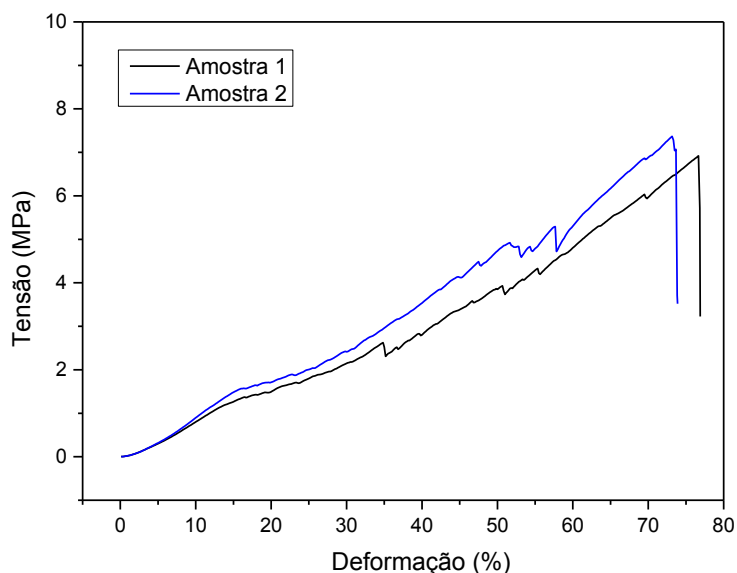


Figura 14 – Curvas tensão x deformação da tela de polipropileno reesterilizada.

Tabela 3 – Dados das propriedades mecânicas com base nas curvas tensão x deformação da tela de PP reesterilizada.

<b>Tela de polipropileno</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Valor médio</b>
Módulo de Elasticidade (MPa)	70,00	69,64	69,82
Deformação Máxima (%)	76,67	73,17	74,92
Tensão (MPa)	6,92	7,37	7,15

O módulo de elasticidade foi avaliado pela razão entre a tensão e a deformação relativa, dentro do limite elástico, em que a deformação é totalmente reversível e proporcional à tensão. A tensão pode ser obtida dividindo-se a força pela área transversal do corpo de prova, e a deformação relativa seria obtida dividindo-se a deformação absoluta, pelo comprimento útil do corpo de prova.

Pelas Figuras 13 e 14, pode-se perceber que as telas de PP possuem semelhanças quanto às propriedades de tração, as quais se deformaram 74,84 e 74,92% e apresentaram módulos de elasticidade de 73,30 e 69,82 MPa para esterilizada e reesterilizada, respectivamente, não apresentando diferença significativa quanto a deformação e elasticidade.

O módulo de elasticidade é um parâmetro fundamental, pois está associado com a descrição de valores de outras propriedades mecânicas, como por exemplo,

tensão de ruptura, tensão de escoamento e variação de temperatura crítica para a propagação de rompimento (Callister, 2008), quanto aos ensaios de tração, podem fornecer dados para controle de qualidade e homologação ou rejeição a título de especificações, pesquisa e desenvolvimento.

Importante ressaltar que o módulo de elasticidade de Young, foi obtido na parte linear das curvas. No entanto, é difícil determinar este ponto precisamente. Como consequência, criou-se uma convenção na qual foi construída uma linha reta paralela à porção elástica, passando pela deformação de 0,2% da deformação total. A tensão correspondente à intersecção desta linha com a curva tensão x deformação, determinou-se o limite de escoamento (Callister, 2008).

Sabe-se que as propriedades dos materiais poliméricos são de grande importância e interesse científico e tecnológico, devido aos requisitos e/ou exigências que os diversos polímeros existentes devem atender na maior parte de suas aplicações, principalmente propriedades de biomateriais.

#### 4.7 Citotoxicidade

A Figura 15 apresenta os resultados de citotoxicidade *in vitro* da tela de PP reesterilizada.

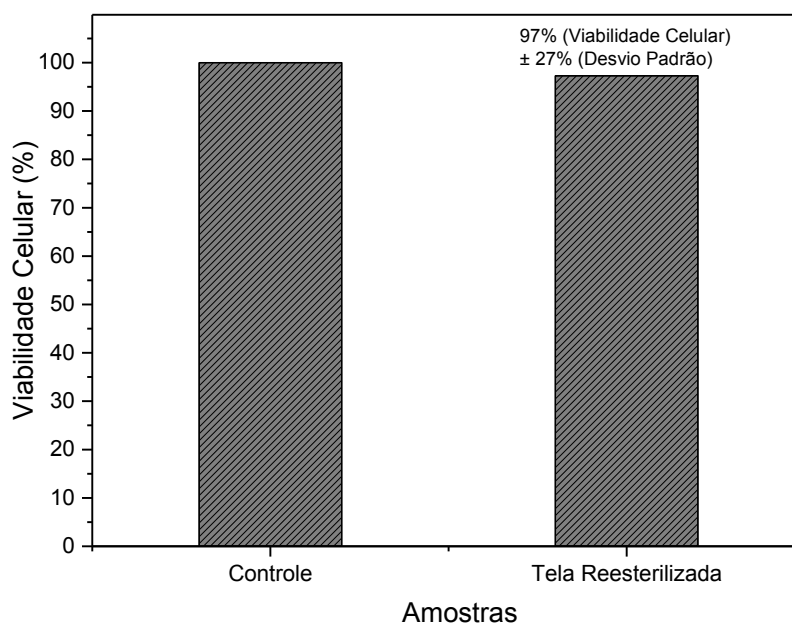


Figura 15 – Viabilidade celular da tela de PP reesterilizada.

Pela Figura 15, verifica-se que a amostra submetida à análise de citotoxicidade apresentou viabilidade em cultura celular de fibroblastos L929 de  $97 \pm 27\%$  (acima de 70%) conforme especificado na norma BS EN ISO 10993-5:2009, sendo deste modo considerada viável.

#### 4.8 Teste de esterilidade

A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de esterilidade da tela de PP reesterilizada, pelo método de inoculação direta, conforme a Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2010).

Tabela 4 – Resultado do teste de esterilidade (14 dias) - ciclos: 449 e 450 – da tela de PP reesterilizada.

<b>Dias</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Ciclo</b>	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C	-C
<b>Resultado</b>	<b>Estéril</b>							<b>Estéril</b>						

+C: houve crescimento; -C: não houve crescimento. Tioglicolato (30–35 °C); Caseína de Soja (20–25 °C).

Pela Tabela 4, verifica-se que a amostra da tela de PP reesterilizada submetida ao teste de esterilidade apresentou resultados satisfatórios quanto ao crescimento de microrganismos viáveis, com valor negativo em todo o ciclo.

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos objetivos traçados, pode-se concluir que:

- As propriedades químicas, mecânicas, térmicas e morfológicas da tela de polipropileno não foram alteradas significativamente;
- A tela de polipropileno reesterilizada apresentou viabilidade celular acima de 70% em cultura celular de fibroblastos L929;
- A amostra da tela de polipropileno reesterilizada submetida ao teste de esterilidade não apresentou crescimento de microrganismos viáveis, com valor negativo em todo o ciclo;
- O processo por plasma de peróxido de hidrogênio foi eficaz na esterilização da tela de polipropileno monofilamentar, com perspectivas de serem usadas no tratamento da Incontinência Urinária de Esforço, de forma a aumentar o número de pacientes que possa utilizar e diminuir o custo final do procedimento cirúrgico.

## **6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Aplicar outros processos de reesterilização;
- Estudar as propriedades químicas, mecânicas, térmicas, morfológicas e biológicas de telas de polipropileno reesterilizadas, sem revestimento e com revestimento utilizando o biopolímero quitosana com diferentes percentuais;
- Aplicar a tela reesterilizada em procedimentos cirúrgicos.

## REFERÊNCIAS

- ABOU-ELELA, A.; SALAH, E.; TORKY, H.; AZAZY, S. Outcome of Treatment of Anterior Vaginal Wall Prolapse and Stress Urinary Incontinence with Transobturator Tension-Free vaginal Mesh (Prolift) and Concomitant Tension-Free Vaginal Tape-Obturator. **Adv Urol**, 341268, 2009.
- ABRAMS, P.; CARDOZO, L.; FALL, M.; GRIFFITHS, D.; ROSIER, P.; ULMSTEN, U.; VAN KERREBROECK, P.; VICTOR, A.; WEIN, A. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. **American journal of obstetrics and gynecology**, v. 187, n. 1, p. 116-126, 2002.
- ANDREASSEN, E. **Infrared and Raman spectroscopy of polypropylene**. Edited by J. Karger-Kocsis, 1999.
- ANVISA. **Farmacopeia Brasileira**. Brasília-DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Vol. 1, ed 2010.
- ARAÚJO, U. R. M. F.; CZECZKO, N. G.; DEALLARMI, A.; HEMOVISKI, F. E.; ARAÚJO, H. V. C. P. Escolha do material da tela para disposição intraperitoneal na correção cirúrgica de defeitos herniários da parede abdominal. **Arquivo Brasileiro de Cirurgia Digestiva, São Paulo**, v.23, n.2, p.118-121, 2010.
- BAESSLER, K.; MAHER, C.F. Mesh augmentation during pelvic-floor reconstructive surgery: risks and benefits. **Curr Opin Obstet Gynecol. Oct**, 18(5):560-6, 2006.
- BARACHO, E. **Fisioterapia aplicada à obstetrícia, uroginecologia e aspectos de mastologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. ISBN 8527712601.
- BERGMAN, A.; MCCARTHY, T.A.; BALLARD, C.A.; YANAI, J. Role of the Q-tip test in evaluating stress urinary incontinence. **J Reprod Med**, 32:273-5, 1987.
- BRASIL. **Orientações gerais para central de esterilização**. Brasília-DF: Editora Ministério da Saúde 2001.
- BRASIL. **Legislação**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2016.
- CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 5º ed., 2002.
- CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 7º ed., 2008.
- CARVALHO, G. M.; MANSUR, H. S.; VASCONCELOS, W. L.; ORÉFICE, R. L. Obtenção de compósitos de resíduos de ardósia e polipropileno. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, 17 (2), 98-103, 2007.



CONZE, J.; KINGSNORTH, A. N.; FLAMENT, J. B.; SIMMERMACHER, R.; ARLT, G.; LANGER C.; SCHIPPERS, E.; HARTLEY, M.; SCHUMPELICK, V. Randomized clinical trial comparing lightweight composite mesh with polyester or polypropylene mesh for incisional hernia repair. **British Journal of Surgery, Oxford**, v. 92, n.12, p. 1488-1493, 2005.

COSSON, M.; DEBODINANCE, P.; BOUKERROU, M.; CHAUVET, M.; LOBRY, P.; CREPIN, G.; EGO, A. Mechanical properties of synthetic implants used in the repair of prolapse and urinary incontinence in women: which is the ideal material? **International Urogynecology Journal**, v. 14, n. 3, p. 169-178, 2003.

COSTA, T. F.; RESENDE, A. P. M.; SELEME, M. R.; STÜPP, L.; CASTRO, R. A.; BERGHMANS, B.; SARTORI, M. G. F. Ginástica hipopressiva como recurso proprioceptivo para os músculos do assoalho pélvico de mulheres incontinentes. **Fisioterapia Brasil**, v. 12, n. 5, p. 365-369, 2011.

CRYSTLE, C.D.; CHARME, L.S.; COPELAND, W.E.; Q-tip test in stress urinary incontinence. **Obstet Gynecol**, 38:313-5, 1971.

DEDAVID, B.A.; GOMES, C.I.; MACHADO, G. **Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores** [recurso eletrônico] – Porto Alegre : EDIPUCRS, 2007. ISBN: 978-85-7430-702-2.

EMBRAESTER. Disponível em: <<http://www.embraester.com.br/site/>>, 2017. Acesso em: junho de 2017.

ETIENNE, M. D. A.; WAITMAN, M. C. **Disfunções sexuais femininas: a fisioterapia como recurso terapêutico**. São Paulo-SP: Livraria Médica Paulista Editora, 2006.

FEIFER, A.; CORCOS, J. The use of synthetic sub-urethral slings in the treatment of female stress urinary incontinence. **International Urogynecology Journal**, v. 18, n. 9, p. 1087-1095, 2007.

FOOK, M. V. L. **Desenvolvimento da técnica de deposição de hidroxiapatita na superfície de polietileno de ultra-peso molecular para aplicação como biomaterial**. 2005. 128f. Tese (Doutorado em Química). Programa de Pós Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara-SP.

FOON, R.; SMITH, P. The effectiveness and complications of graft materials used in vaginal prolapsed surgery. **Curr Opin Obstet Gynecol**, 21:424-7, 2009.

GOMES, L. P.; RIBEIRO, R. M.; BARACAT, E. C. Tratamento não-cirúrgico da incontinência urinária de esforço: revisão sistemática. **Femina**, vol 38, nº 7, 2010.

GERMAN, B. C. **O Períneo Feminino e o Parto: Elementos de Anatomia e Exercícios Práticos**. São Paulo: Manole, 2005.

GHONIEM, G. M.; MILLER, C. J. A systematic review and meta-analysis of Macroplastique for treating female stress urinary incontinence. **International Urogynecology Journal**, v. 24, n. 1, p. 27-36, 2013.

GIL, S. M.; POLITO, W.; JÚNIOR, C. P. C.; GIL, B. Z.; CENTURION, L. M.; RODRIGUES, L. F. D. Tela de polipropileno: estudo do efeito de esterilização na estrutura em fragmentos de tela para reutilização em cirurgia de hérnia. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, Rio de Janeiro**, v.32, n.4, p.188-191, 2005.

GIRÃO, M. J. B. C. **Tratado de uroginecologia e disfunções do assoalho pélvico**. São Paulo: Manole, 2015.

GOISSIS, G.; SUZIGAN, S.; PARREIRA, D. R.; RAYMUNDO, S. R. O.; CHAVES, H.; HUSSAIN, K. M. K. Malhas de polipropileno recobertas com colágeno polianiônico ou como dupla camada com poli(cloreto de vinila) para a reconstrução da parede abdominal. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 17, n. 2, p. 69-78, 2001.

GOLDSTEIN, H. S. Selecting the right mesh. *Hernia, Paris*, v.3, p.23–26, 1999.

HENCH, L. L.; WILSON, J. **An introduction to bioceramics**. World Scientific Publishing Co Inc, 2013.500f ISBN 1908977175.

HENSCHER, U. **Fisioterapia em ginecologia**. São Paulo: Editora Santos, 2007.93-100.

HOFFMAN, B. L.; SCHORGE, J. O.; HALVORSON, L. M.; BRADSHAW, K. D.; CUNNINGHAM, F. G. **Ginecologia de Williams**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2014. ISBN 8580553113.

IONASHIRO, M. G. **Fundamentos da termogravimetria, análise térmica diferencial, calorimetria exploratória diferencial**. Araraquara: Giz editorial, 2004. 96p.

ISO. **Borrachas vulcanizadas ou termoplásticas - Determinação das propriedades de tensão - deformação e tração**. ABNT NBR ISO 37:2014.

ISO. **Biological evaluation of medical devices - Part 5: Tests for in vitro cytotoxicity**. ISO 10993-5 2009.

JAMES, M.; JACKSON, S.; SHEPHERD, A.; ABRAMS, P. Pure stress leakage symptomatology: is it safe to discount detrusor instability? **Br J Obstet Gynaecol**, 1999.

JOHNSON & JOHNSON - **Informe técnico tela de polipropileno**. São José dos Campos – SP, 1997.

JOHNSON, J.H. An evaluation of polypropylene implants in ponies. **J Am Vet Med Assoc**, 154(7), 779-85, 1969.

JORGENSEN, L.; LOSE, G.; ANDERSEN, J. T. One-hour pad-weighing test for objective assessment of female urinary incontinence. **Obstetrics & gynecology**, v. 69, n. 1, p. 39-42, 1987.

KEGEL, A.H. Progressive resistance exercises in the functional restoration of the perineal muscles. **Am J Obstet & Gynec**, ;56(2):244-5, 1948.

KERIM, A. M.; ELAGRAMI, A. M.; EL-KALLA, E. H. Study of the effect of gamma radiation on the IR spectra of polypropylene. **Isotopenpraxis**, 23-25, 1985.

KIRCHIN, V.; PAGE, T.; KEEGAN, P. E.; ATIEMO, K.; CODY, J. D.; MCCLINTON, S. Urethral injection therapy for urinary incontinence in women. **The Cochrane Library**, v. 15, 2012.

KLEIN, A.; FREDEL, M.; WENDHAUSEN, P. Novos Materiais: Realidade e Tendências de Desenvolvimento. **Revista Nexus**, 2001.

KLOSTERHALFEN, B.; JUNGE, K.; KLINGE, U. The lightweight and large porous mesh concept for hernia repair. **Expert Review of Medicine Devices**, London, n.2, v.1, p.103-117, 2005.

LÍBANO, E. V. D. G. Propriedades Térmicas de Compósitos de Polipropileno e Bentonita Organofílica. **Polímeros**, vol. 22, n. 5, p. 430-435, 2012.

MARTINS, S. B. **Injeções Periuretrais. Tratado de Uroginecologia e Disfunções do Assoalho Pélvico**. Barueri - SP: Editora Manole, 2015.

MASCARENHAS, T. Disfunções do pavimento pélvico: Incontinência urinária e prolapso dos órgãos pélvicos. **Manual de Ginecologia**, v. 2, p. 97-130, 2011.

MATHEUS, L.; MAZZARI, C.; MESQUITA, R.; OLIVEIRA, J. Influência dos exercícios perineais e dos cones vaginais, associados à correção postural, no tratamento da incontinência urinária feminina. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 4, 2009.

MATSUOKA, P. K.; LOCALI, R. F.; PACETTA, A. M.; BARACAT, E. C.; HADDAD, J. M. The efficacy and safety of urethral injection therapy for urinary incontinence in women: a systematic review. **Clinics**, v. 71, n. 2, p. 94-100, 2016.

MENDONÇA, I. C. A.; BRETAS, C. G.; CARVALHO, L. M. A.; AVELAR, S. O. S.; KELLES, S. M. B.; TALIM, M. C. T. Sistema para reparo de prolapso de órgãos pélvicos femininos. Belo Horizonte: Grupo de avaliação de tecnologia em saúde [Internet]. Unimed – BH. 2008; disponível em: [http://www.ibedess.org.br/imagens/biblioteca/89\\_Telas%20de%20polipropileno%20para%20prolaps%20o%20vaginal.pdf](http://www.ibedess.org.br/imagens/biblioteca/89_Telas%20de%20polipropileno%20para%20prolaps%20o%20vaginal.pdf). Acesso: dezembro de 2017.

MONTZ, F.J.; STANTON, S.L. Q-Tip test in female urinary incontinence. **Obstet Gynecol**, 67:258-60, 1986.

MORENO, A. L. **Fisioterapia em uroginecologia**. Manole, 2009. ISBN 8520427162.

MORENO, R. A.; MORENO, D. H.; SOARES, M. B. M. Psicofarmacologia de antidepressivos. **Rev. Bras. Psiquiatr**, vol.21, suppl.1, p.24-40, 1999.

MOURTZINOS A, RAZ S. Repair of vaginal vault prolapse and pelvic floor relaxation using polypropylene mesh. **Curr Opin Obstet Gynecol**, 18:555-9, 2006.

MOTHÉ, C. G.; AZEVEDO, A. D., **Análise térmica de materiais**. 2ª edição, São Paulo, Artliber Editora, 2009. ISBN: 9788588098497.

NAGER, C. W.; BRUBAKER, L.; LITMAN, H. J.; ZYCZYNSKI, H. M.; VARNER, R. E.; AMUNDSEN, C.; SIRLS, L. T.; NORTON, P. A.; ARISCO, A. M.; CHAI, T. C. A randomized trial of urodynamic testing before stress-incontinence surgery. **New England Journal of Medicine**, v. 366, n. 21, p. 1987-1997, 2012.

NGUYEN, J. N. The use of grafts for anterior vaginal prolapse repair: pros and cons. **Curr Opin Obstet Gynecol**, 20:501–5, 2008.

NIKNEJAD, K.; PLZAK, L. S.; STASKIN, D. R.; LOUGHLIN, K. R. Autologous and synthetic urethral slings for female incontinence. **Urologic Clinics**, v. 29, n. 3, p. 597-611, 2002.

OLIVEIRA, R. V. B.; FERREIRA, C. I.; PEIXOTO, L. J. F.; BIANCHI, O.; SILVA, P. A.; DEMORI, R.; SILVA, R. P.; VERONESE, V. B. Mistura Polipropileno/Poliestireno: Um Exemplo da Relação Processamento-Estrutura-Propriedade no Ensino de Polímeros. **Polímeros**, vol. 23, n. 1, p. 91-96, 2013.

ORÉFICE, R. L.; PEREIRA, M. D. M.; MANSUR, H. S. **Biomateriais: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Cultura Médica, 2000. ISBN 8570065108.

PALMA, P. C. R. Which sling for which patient? **International Urogynecology Journal**, v. 15, n. 6, p. 369-372, 2004.

PATRICK, J.; CULLIGAN, M.; MICHAL, H. Urinary incontinence in women: evaluation and management. **Am Fam Phys**, 62:2433-52, 2000.

PEREIRA, V. S.; ESCOBAR, A. C.; DRIUSSO, P. Efeitos do tratamento fisioterapêutico em mulheres idosas com incontinência urinária: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 16, n. 6, 2012.

PITARELI, G.; NUNES, E. C. D.; SOARES, E. P.; OLIVEIRA, A. C. **Identificação de blendas polietileno/polipropileno por espectroscopia no infravermelho e calorimetria exploratória diferencial**. In: 6. Congresso Brasileiro de Polímeros, IX International Macromolecular Colloquium, 2001, Gramado, 2001.

REIS, R. B. D.; COLOGNA, A. J.; MARTINS, A. C. P.; PASCHOALIN, E. L.; TUCCI JR, S.; SUAID, H. J. Incontinência urinária no idoso. **Acta Cir Bras**, v. 18, p. 47-51, 2003.

ROCHA, V. **Esterilização de materiais termossensíveis através de aplicação de plasma gerado por descarga com barreira dielétrica (DBD)**. 2009. Mestrado em

Física na área de Aplicação Tecnológica de Plasma. Guaratinguetá : Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá - Universidade Estadual Paulista.

ROVNER, E. S.; GINSBERG, D. A.; RAZ, S. The UCLA surgical approach to sphincteric incontinence in women. **World journal of urology**, v. 15, n. 5, p. 280-294, 1997.

SANTOS, P. F. D.; OLIVEIRA, E.; ZANETTI, M. R. D.; ARRUDA, R. M.; SARTORI, M. G. F.; GIRÃO, M. J. B. C.; CASTRO, R. D. A. Eletroestimulação funcional do assoalho pélvico versus terapia com os cones vaginais para o tratamento de incontinência urinária de esforço. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 9, n. 31, p. 447-452, 2009.

SARTORI, D. V. B. Efeito da Eletroestimulação e exercícios perineais em mulheres com incontinência urinária de esforço. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 4, p. 23-36, 2012.

SCHREINER, L.; CARVALHO, É. Z.; SANTOS, T. G. D. Sling Suburetral: vantagens e desvantagens dos materiais utilizados. **Femina**, v. 36, n. 7, p. 407-412, 2008.

SINISCALCHI R.; PALMA P.; RICCETTO C.; MACIEL L.; ENS G.; DEL FABBRO I. Efectos biomecánicos de la inclusión de orificios facilitadores de la integración en mallas de polipropileno monofilamento: estudio experimental. **Acta Urol Esp.** 2011, 35(10):599-604.

SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006. ISBN: 85-221-0436-0.

SESES. **Guia de referência para limpeza, desinfecção e esterilização de artigos em Serviços de Saúde**: Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo. 1 ed. 2009.

SILVA, A. J. D. J. **Efeito de etanol nas propriedades físico-mecânicas de poli(éter éter cetona) (PEEK)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais). Programa de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ.

SILVA, E. P. **Tela de polipropileno: estudo da biocompatibilidade em modelo animal e da aplicabilidade na reconstrução de órbitas em humanos**. 2009. 139f. Tese. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília/DF.

SLIDESHARE. Bexiga urinária. p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/PedroMiguel156/anatomia-sistema-urinrio-48445792>>, 2017. Acesso em: julho de 2017.

STEPHENSON, R. G.; O'CONNOR, L. J. **Fisioterapia aplicada à ginecologia e obstetrícia**. Manole, 2004. ISBN 8520412157.

STRAPASSON, R. **Valorização do polipropileno através de sua mistura e reciclagem**. 2004. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TANURI, A.L.; FELDNER, P.C. JR.; BELLA, Z.I.; CASTRO, R.A.; SARTORI, M.G.; GIRÃO, M.J. Retropubic and transobturator sling in treatment of stress urinary incontinence. **Rev Assoc Med Bras**, 56(3):348-54.2010.

TRUTNOVSKY, G.; TAMUSSINO, K.; GREIMEL, E.; BJELIC-RADISIC, V. Quality of life after periurethral injection with polyacrylamide hydrogel for stress urinary incontinence. **International Urogynecology Journal**, v. 22, n. 3, p. 353-356, 2011.

UCHÔA, S. M. D. M. **Sinergia muscular abdomino-pélvica em mulheres continentas nuligestas e primíparas: um estudo comparativo**. 2011. 89f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia). Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.

VASCONCELOS, C. T. M.; MACÊDO, S. R.; ROCHA, A. B. O.; VASCONCELOS NETO, J. A.; COELHO, C. F.; AUGUSTO, K. L.; PINHEIRO, A. K. B.; FROTA, I. P. R.; KARBAGE, S. A. L.; BEZERRA, L. R. P. S. Disfunções do assoalho pélvico: perfil sócio-demográfico e clínico das usuárias de um ambulatório de uroginecologia. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 4, n. 1, 2013.

VERSI, E.; ORREGO, G.; HARDY, E.; SEDDON, G.; SMITH, P.; ANAND, D. Evaluation of the home pad test in the investigation of female urinary incontinence. **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology**, v. 103, n. 2, p. 162-167, 1996.

VIEIRA, G.; PESSOTA, C.; SOARES, C.; GASPARETTO, A.; FRIG, L. F. O sinergismo muscular respiratório e pélvico. p. Disponível em: <<http://www.unifra.br/eventos/forumfisio2011/Trabalhos/1667.pdf>>, 2017. Acesso em: julho de 2017.