



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

FACULDADE DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS

**TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS NO TECIDO DE ALGODÃO  
UTILIZADO COMO EMBALAGEM NO PROCESSO DE  
ESTERILIZAÇÃO DE MATERIAIS: UM ESTUDO DE CASO**

**DIEICE FAGUNDES DE OLIVEIRA**

**BACHAREL EM ADMINISTRAÇÃO HOSPITALAR**

**DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

**Porto Alegre**

**Março, 2016**



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

FACULDADE DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS

**TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS NO TECIDO DE ALGODÃO  
UTILIZADO COMO EMBALAGEM NO PROCESSO DE  
ESTERILIZAÇÃO DE MATERIAIS: UM ESTUDO DE CASO**

**DIEICE FAGUNDES DE OLIVEIRA**

BACHAREL EM ADMINISTRAÇÃO HOSPITALAR

ORIENTADORA: PROF(a). DR(a). BERENICE ANINA DEDAVID

Dissertação de Mestrado realizada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais.

**Porto Alegre**

**Março, 2016**



## **TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS NO TECIDO DE ALGODÃO UTILIZADO COMO EMBALAGEM NO PROCESSO DE ESTERILIZAÇÃO DE MATERIAIS: UM ESTUDO DE CASO**

**CANDIDATA: DIEICE FAGUNDES DE OLIVEIRA**

Esta Dissertação de Mestrado foi julgada para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

\_\_\_\_\_  
**DRA. BERENICE A. DEDAVID - ORIENTADORA**

### **BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
**DRA. CLÁUDIA DE SALLES STADTLOBER - CURSO DE ADMINISTRAÇÃO -  
UNISINOS**

\_\_\_\_\_  
**DRA. ELEANI MARIA DA COSTA - DO PGETEMA/FENG - PUCRS**

## **DEDICATÓRIA**

A Joice, minha irmã, que me incentivou a concretizar mais um sonho, dividiu comigo as ansiedades e angústias que fazem parte do contexto da realização de um trabalho, me estimulando e guiando para a finalização deste estudo.

Ao Umberto, mais que meu amigo, meu marido, que sempre me acalmou nos momentos mais difíceis, pois conforme o trabalho foi se desenvolvendo me distanciou da rotina familiar tão importante e necessária à nossa vida e, ele me encorajou a continuar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Professora Dr.<sup>a</sup> Berenice Anina Dedavid por ter vivenciado comigo todas as fases deste trabalho, pelo auxílio na busca de conhecimentos específicos do material de pesquisa, pela paciência na orientação, pois sempre se mostrou disposta a me ouvir e pelo incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

Ao Sr. Alberto Fredolino Altmann pelo suporte no desenvolvimento dos testes no Laboratório de Metrologia, pelas sugestões importantes, pela atenção e cuidado extremo com que realiza seu trabalho.

À Professora Dr.<sup>a</sup> Eleani Maria da Costa pelas importantes contribuições na banca de avaliação do anteprojeto que nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

À Unidade Básica de Saúde Central de Nova Prata, por ter permitido o desenvolvimento do trabalho, em especial aos funcionários do Setor de Esterilização por incorporar à sua rotina os processos necessários para que os resultados fossem alcançados.

Aos técnicos do Laboratório Central de Microscopia e Microanálise pelo auxílio na realização das imagens no Microscópio Eletrônico de Varredura.

Aos técnicos do Laboratório de Processos Ambientais da Faculdade de Engenharia pelo apoio e disponibilidade na utilização dos equipamentos do laboratório.

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>3</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1. Objetivos Específicos .....	15
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
3.1. Esterilização .....	16
3.2. Central de Material Esterilizado ou Centro de Material e Esterilização CME	
18	
3.3. Legislação .....	22
3.4. Embalagens .....	23
3.5. Tecido de algodão .....	31
3.6. Custos .....	35
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
4.1. Seleção das amostras.....	38
4.2. Método Experimental .....	39
4.3. Métodos de caracterização e análise.....	42
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>47</b>
5.1. Integridade e medida dos fios obtidos no Microscópio Eletrônico de	
Varredura .....	47
5.1.1. Resultados do Fabricante A .....	47
5.1.2. Resultados do fabricante B .....	50
5.1.3. Resultados do fabricante C .....	53
5.1.4. Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C.....	56
5.2. Espessura dos tecidos em função do número de ciclos de esterilizações	58

<b>5.2.1. Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C.....</b>	<b>59</b>
<b>5.3. Ensaio de Resistência à Tração e Alongamento .....</b>	<b>61</b>
<b>5.4. Medições de gramatura .....</b>	<b>63</b>
<b>5.4.1. Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C.....</b>	<b>64</b>
<b>5.5. Contagem dos fios .....</b>	<b>64</b>
<b>5.5.1 Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C.....</b>	<b>65</b>
<b>5.6. Levantamento de custos .....</b>	<b>66</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>75</b>
<b>7. PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>77</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>
- Imagens obtidas no Microscópio Eletrônico de Varredura	
- Laudos SENAI-CETIQT –Ensaio de Resistência à tração e alongamento	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.4.1. Embalagem de tecido de algodão.....	29
Figura 3.4.2. Embalagem de papel grau cirúrgico.....	30
Figura 3.4.3. Embalagem de manta de propileno.....	30
Figura 3.4.4. Embalagem de papel crepado.....	30
Figura 3.4.5. Embalagem de tyvek.....	31
Figura 3.4.6. Embalagem de contêiner rígido.....	31
Figura 3.4.7. Embalagem de vidro.....	31
Figura 4.1.1. Modo de representação da padronagem dos tecidos utilizados no experimento. (A) Sarja tipo T1, (B) Sarja tipo T2 e em (C) modo de representação da geométrica da Sarja T2.....	40
Figura 4.2.1. (a) lava roupas e (b) secar marca Brastemp <sup>®</sup> utilizadas nos experimentos na UBSC- Nova Prata.....	41
Figura 4.2.2. (a) Autoclave utilizada para esterilização de materiais médico-hospitalares. (b) Indicação das partes da autoclave.....	41
Figura 4.2.3. Interior da autoclave marca Sercon <sup>®</sup> modelo AHMC 21, com pacotes com o material cirúrgico a ser autoclavado na UBSC- Nova Prata.....	42
Figura 4.2.4 Exemplo de acondicionamento das amostras.....	43
Figura 4.3.1. Microscópio Eletrônico de Varredura.....	43
Figura 4.3.2. Micrômetro utilizado na medição da espessura das amostras.....	44
Figura 4.3.3. Balança digital de precisão utilizada na determinação da gramatura das amostras.....	46
Figura 4.3.4. Lupa Foldable Magnifier e agulha descartável de 3 cm utilizadas para a contagem do número de fios na trama (T) e urdume (U) do tecido.....	46
Figura 5.6.1. Fluxo de esterilização de materiais com embalagem descartável.....	68
Figura 5.6.2. Fluxo de esterilização de materiais com embalagem reutilizável.....	69



## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.4.1. Compatibilidade: tipos de invólucros x processo de esterilização.....	25
Quadro 4.1.1. Classificação das amostras de tecidos utilizadas nos experimentos .....	39
Quadro 5.1.1.1 Imagens de microscopia eletrônica de varredura com aumento e 100 X dos tecidos do Fabricante A.....	49
Quadro 5.1.1.2. Espessura da fibra de algodão do Fabricante A.....	50
Quadro 5.1.2.1 Imagens de microscopia eletrônica de varredura com aumento de 100 X dos tecidos do Fabricante B.....	52
Quadro 5.1.2.2. Espessura da fibra de algodão do Fabricante B.....	53
Quadro 5.1.3.1 Imagens de microscopia eletrônica de varredura com aumento de 100 X dos tecidos do Fabricante C.....	55
Quadro 5.1.3.1. Espessura da fibra de algodão do Fabricante C.....	56
Quadro 5.2.1. Resultados obtidos na avaliação de espessura das amostras com a utilização do Micrômetro.....	59
Quadro 5.3.1. Resultados obtidos no ensaio de tração e alongamento das amostras .....	62
Quadro 5.4.1. Resultados obtidos na determinação de gramatura com balança de precisão.....	64
Quadro 5.5.1. Resultados da contagem de fios na trama e urdume das amostras .....	66
Quadro 5.6.1. Custo da lavagem.....	70
Quadro 5.6.2. Custo da secagem.....	70
Quadro 5.6.3. Custo da inspeção.....	70
Quadro 5.6.4. Custo da autoclavagem.....	71
Quadro 5.6.5. Custo do processo de selagem.....	71
Quadro 5.6.6. Custo da embalagem descartável e reutilizável.....	72
Quadro 5.6.7. Custo da depreciação.....	72
Quadro 5.6.8. Custo anual da utilização da embalagem descartável e reutilizável..	73
Quadro 5.6.9. Custos do processo com a utilização da embalagem descartável e reutilizável.....	74

## RESUMO

OLIVEIRA, Dieice Fagundes de. Transformações ocorridas no tecido de algodão utilizado como embalagem no processo de esterilização de materiais: um estudo de caso. Porto Alegre. 2016. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL.

Atualmente, existem dois tipos de embalagens que podem ser utilizadas no processo de esterilização de artigos médico-hospitalares: as descartáveis e as que podem ser reutilizadas durante vários processos, estas últimas são feitas de tecido de algodão. O presente trabalho teve como objetivo analisar as transformações ocorridas nos campos duplos de algodão, enquanto invólucro para esterilização de materiais e instrumentos utilizados nas intervenções cirúrgicas e ambulatoriais, como subsídio para estabelecer o impacto no custo do uso tecido de algodão em relação às embalagens descartáveis. A importância da temática se justifica visto que as taxas de contaminação e infecção em ambientes ambulatoriais, clínicos e hospitalares sempre foram objetos de preocupação entre os administradores, médicos e equipes de saúde. E, a relação entre o custo da utilização de invólucros descartáveis e de tecido nem sempre é avaliada, pois depende de fatores locais. Cabe destacar que, invólucros desgastados ou danificados pode comprometer a esterilização dos objetos, isto é, ser fonte de contaminação de pacientes e dos profissionais envolvidos. Portanto, para este trabalho nove peças de tecidos de algodão utilizadas como invólucro para instrumentos cirúrgicos e tratamentos ambulatoriais foram submetidas a 65 sessões de uso e esterilizações na Unidade Básica de Saúde Central de Nova Prata/RS. Entre as sucessivas sessões de uso e esterilização, amostras dos tecidos foram retiradas e observadas quanto à integridade da trama e dos fios, por microscopia eletrônica de varredura. Com o propósito de conferir o efeito do processo de esterilização na resistência dos tecidos, amostras foram submetidas aos ensaios de resistência à tração e alongamento. Conjuntamente, medidas de espessura, gramatura e contagem de fios foram utilizadas para qualificar os tecidos. Assim, foi possível identificar que existe diferença no comportamento das amostras de tecido de algodão, não somente entre os fabricantes, como também entre as amostras produzidas por cada fabricante. Pode-se concluir ao término da pesquisa

que a utilização de embalagens descartáveis é mais vantajosa que o uso do tecido de algodão, pois seu ciclo é 24,7% mais econômico.

**Palavras-Chaves:** Tecido de algodão; Esterilização; Embalagem.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Dieice Fagundes de. Changes occurred in the cotton fabric used as packaging materials in the sterilization process: a case study. Porto Alegre. 2016. Master/PhD Thesis. Graduation Program in Materials Engineering and Technology, PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL.

Currently there are two types of packages that can be used in the sterilization process of medical articles: disposable and can be reused for several processes, the latter are made of cotton fabric. This study aimed to analyze the changes that occurred in the double fields of cotton, while housing for sterilization of materials and instruments used in surgical and ambulatory interventions such as subsidies to establish the impact on the cost of using cotton fabric in relation to disposable packaging. The importance of this topic is justified because the infection rates and infection in outpatient clinical and hospital environments have always been objects of concern among administrators, physicians and health teams. And, the relationship between the cost of the use of disposable wrappings and tissue is not always measured as it depends on local factors. It should be noted that, worn or damaged wrappers can compromise aesthetization of objects, that is, be a source of contamination of patients and professionals involved. So for this work nine pieces of cotton fabric used as casing for surgical instruments and outpatient treatments were subjected to 65 sessions of use and sterilizations in the Basic Unit Central Health of Nova Prata/RS. Among the successive use and sterilization sessions, tissue samples were taken and observed the integrity of the plot and wires, by scanning electron microscopy. In order to check the effect of the sterilization process in the resistance of the fabric, samples were subjected to tensile strength and elongation tests. Besides, thickness measurements, weight, and yarn counts are used to classify tissues. Thus, it was possible to identify that there is a difference in the behavior of cotton fabric samples, not only between manufacturers, but also between the samples produced by each manufacturer. It can be concluded at the end of the research that the use of disposable packaging is more advantageous than the use of cotton fabric as your cycle is 24.7% more economical.

**Key-words:** Cotton Fabric; Sterilization; Packing.

## 1. INTRODUÇÃO

A limpeza, desinfecção e esterilização correta dos diversos artigos e materiais odonto-médico-hospitalares são essenciais para prevenir as infecções relacionadas ao uso desses instrumentos no atendimento ao paciente. Falhas durante o processo de esterilização implicam em graves riscos, tanto para os pacientes quanto para os profissionais que entram em contato com os materiais e para o meio ambiente (COUTO et al. , 2009).

No Brasil, o Ministério da Saúde pública as normas para a esterilização de artigos médico-hospitalares, e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) efetua a regulação dos processos de esterilização. As normas exigidas para embalagem são a NBR 13734/96 para tecidos; NBR 12946/93, NBR 13386/95 (ETO), NBR 13387/95 (Radiação), BS-EN 868 (Partes 5,6 e 7) para Papel Grau-Cirúrgico; projeto da ABNT e BS-EN 868-2 para Papel Crepado e Não tecido; e BS-EN 868-8 para Tyvek<sup>®</sup> para contêineres rígidos (LEONAS, 1998; ANVISA,2012).

A Associação Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Pós- Anestésica e Centro de Material e Esterilização- SOBECC (2013) entende que a esterilização é um processo de destruição de todas as formas de vida microbiana, ou seja, bactérias, fungos e vírus, mediante a aplicação de agentes físicos e químicos, e destaca que o empacotamento dos materiais antes do processo é um item vital para o controle e a qualidade da esterilização. As embalagens servem para permitir a esterilização do artigo odonto-médico-hospitalar e mantê-lo estéril durante o transporte, armazenamento até o seu uso.

Existem dois tipos de embalagens: as descartáveis e as não-descartáveis que podem ser reutilizadas durante vários processos. Entretanto, na escolha da

embalagem ideal, alguns fatores relevantes devem ser considerados. Couto et al. (2009) aponta que a embalagem deve ser resistente às condições físicas do processo de esterilização, ser livre de ingredientes tóxicos, evitar a liberação de partículas e fibras, permitir o fechamento ou selagem adequada, ser resistente, permitir a penetração do agente esterilizante, permitir a adequada remoção do ar de dentro da embalagem, proporcionar barreira microbiana, proteger o conteúdo do pacote contra danos físicos e possuir custo-benefício positivo. Sendo consenso que a reutilização das embalagens é um fator econômico a ser considerado. Rodrigues (2000) realizou um trabalho para analisar as possibilidades de reutilização de campos duplos de tecido de algodão de um determinado fabricante. A autora concluiu que o tecido de algodão garante a efetividade do material como barreira microbiana até 65 vezes após ter passado pelos processos de esterilização, concluiu também que o tecido de algodão obteve redução na gramatura e isso resultou na redução da barreira microbiana.

Tomé e Lima (2015) mostraram que não é incomum a utilização excessiva de campos de tecido de algodão para embalar materiais durante o processo de esterilização. Os pesquisadores observaram que o uso excessivo pode levar a falha da embalagem como barreira microbiana e com invólucro do material clínico durante a esterilização, acarretando além dos danos materiais e clínicos.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva analisar as transformações ocorridas nos campos duplos de tecido de algodão como invólucro durante 65 ciclos visando entender o comportamento das fibras frente o processo de esterilização. Para tal, foram analisadas amostras de três fabricantes de campos duplos de tecido de algodão utilizado como embalagem no processo de esterilização instrumentos médico-ambulatoriais, da Unidade Básica de Saúde Central de Nova Prata (UBSC-Nova Prata). Utilizou-se a microscopia eletrônica de varredura, associada a outras análises para comparar os tecidos enquanto novos e após múltiplas lavagens e autoclavações, apontando as alterações ocorridas na fibra e na espessura do tecido após a realização dos processos, bem como identificar os fatores determinantes no momento da escolha e aquisição desta embalagem.

A importância da temática se justifica, visto que as taxas de infecção em ambientes ambulatoriais, clínicos e hospitalares são controladas a partir dos cuidados existentes no setor responsável pela esterilização dos instrumentos e outros materiais. Destaca-se que a UBSC- Nova Prata manifestou interesse na pesquisa, pois não utiliza o tecido de algodão como embalagem e, neste momento a pesquisadora faz parte do quadro funcional da Instituição como Coordenadora da Atenção Básica, desta forma, este trabalho produzirá informações para auxiliar no processo de tomada de decisão da Secretaria Municipal da Saúde na escolha das embalagens mais adequadas, considerando o custo e o benefício clínico.

## **2. OBJETIVOS**

Analisar os fatores determinantes para escolha e aquisição dos campos de tecido de algodão (CTA) utilizados como embalagem no processo de esterilização, através da análise das transformações ocorridas durante o seu reprocessamento.

### **2.1. Objetivos Específicos**

- Verificar as transformações ocorridas no tecido de algodão após 65 ciclos de esterilizações;
- Determinar o impacto no custo quando o tecido de algodão substitui a embalagem descartável no processo de esterilização.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Esterilização

A esterilização é um progresso da técnica médica, hospitalar e ambulatorial que tem como objetivo o aumento da segurança, principalmente, em relação aos pacientes e dos profissionais de saúde, que de maneira direta ou indireta entram em contato com os instrumentos e materiais contaminado. A partir da década de 50, a conscientização sobre o problema das infecções hospitalares fez com que todos os profissionais de saúde se envolvessem no combate a esse mal, possibilitando maior eficiência no serviço de assistência hospitalar (MOURA, 1994).

Sobre o conceito de esterilização, Cardoso (1984) aponta que esterilização é um processo de destruição de todas as formas de vida microbiana, por exemplo, vírus, bactérias e fungos. Fernandes (2000), completa informando que esterilização é o processo pelo qual os microrganismos são mortos a tal ponto que não seja mais possível detectá-los.

Os métodos de esterilização disponíveis para os produtos utilizados nos estabelecimentos de saúde são: físicos, físico-químicos gasosos e químicos líquidos automatizados. Quanto às características de cada um, é possível descrever que os métodos físicos têm o calor sob a forma úmida e seca, já os físico-químicos gasosos, possuem agentes esterilizantes como o óxido de etileno, vapor a baixa temperatura e formaldeído, gás plasma e vapor de peróxido de hidrogênio. Também existe disponível no mercado brasileiro um equipamento compacto de esterilização química líquida automatizada por ácido per acético, que é indicado para esterilização de óticas rígidas e flexíveis (COUTO et al., 2009).

Possari (2005, p. 102) sintetiza afirmando que “esterilização é o processo de destruição de todas as formas microbianas [...] mediante a aplicação de métodos físicos, químicos e físico-químicos”.

Segundo SOBECC (2013), a esterilização por processos físicos feita por calor úmido sob pressão é realizado na autoclave e feita por calor seco é realizado na estufa.

Possari (2005) aponta que os processos de esterilização físico-químicos também são realizados na autoclave, através da utilização de plasma de peróxido de hidrogênio ou vapor de baixa temperatura e formaldeído.

SOBECC (2013) mostra os tipos de autoclaves que existem:

Autoclave gravitacional: a injeção do vapor na câmara força a saída do ar frio por uma válvula localizada em sua parte inferior. Nesse processo, pode ocorrer a formação de bolhas de ar no interior do pacote, o que impede a esterilização. Para que o vapor penetre em todos os materiais, o tempo deve ser mais longo, tornando o ciclo mais demorado. Autoclave pré-vácuo: o ar é removido de dentro dos pacotes a serem esterilizados e da câmara. Esse processo pode ser único, com apenas um pulso, ou fracionado, com três ou mais ciclos pulsáteis, o que favorece a drenagem do ar e a penetração mais rápida do vapor dentro dos pacotes. Nesse tipo de autoclave, a formação de bolsas de ar é menos provável (SOBECC, 2013, p. 249).

A estufa é um equipamento elétrico que propaga calor, gerado através de resistências elétricas para destruir microrganismos. Os produtos que podem ser esterilizados nestes equipamentos devem ser termorresistentes, por exemplo, instrumental cirúrgico em aço inoxidável, vidros, pomadas, óleos e pós. Sobre as embalagens utilizadas para esse processo de esterilização, são consideradas adequadas as caixas em aço inoxidável de paredes finas ou de alumínio, já as embalagens de tecido e de papel não são adequadas para utilização em estufas (SOBECC, 2009).

Possari (2005) afirma que o método mais econômico de esterilização para todos os artigos termorresistentes com exceção de óleos e pós, é a esterilização por vapor saturado sob pressão, que é realizada na autoclave.

Quanto às temperaturas e os tempos de exposição correspondentes para a esterilização por vapor saturado sob pressão, pode-se afirmar que para as autoclaves do tipo gravitacional a temperatura deve ficar entre 132°C e 135°C de 10 a 25 minutos ou de 121°C a 135°C de 15 a 30 minutos, já para a autoclave do tipo pré-vácuo a temperatura deve ficar entre 132°C e 135°C de 03 a 04 minutos (SOBECC, 2009).

As vantagens da utilização da esterilização por vapor saturado sob pressão são a facilidade de uso, o custo é considerado acessível, eficácia e rapidez do processo e a ausência de toxicidade. Sobre as desvantagens, pode-se dizer que não é recomendado para esterilização de pós, existe o risco de causar oxidação em determinados produtos para saúde em aço inoxidável e possui restrição para materiais termossensíveis. O único processo de esterilização compatível com a embalagem de tecido de algodão é o que envolve calor úmido sob pressão (SOBECC, 2013).

Morton e Conner (2014) afirmam que na esterilização a vapor, os membros da equipe devem inspecionar as embalagens após o processo, a fim de evitar umidade no interior ou no exterior dos pacotes.

Porém, Moriaya e Graziano (2010) demonstram após estudo que a presença de umidade no interior de embalagem submetida a esterilização por vapor e em seguida envolto em um lençol SMS (embalagem descartável de propileno muito utilizada que está disponível no mercado por vários fabricantes) não interferiu na manutenção da esterilidade do mesmo depois de 30 dias de armazenamento.

### **3.2. Central de Material Esterilizado ou Centro de Material e Esterilização CME**

Em função do avanço tecnológico e do desenvolvimento das técnicas e procedimentos cirúrgicos, foi observado que nas últimas décadas do século XX, os produtos e equipamentos necessários para a realização de cirurgias tornaram-se cada vez mais complexos, surgindo assim a necessidade de aprimoramento nas técnicas de esterilização e armazenagem dos produtos e equipamentos para saúde.

Desta forma o Centro de Esterilização de Materiais é criado, dirigido por um enfermeiro e subordinado ao serviço de enfermagem, definido como uma unidade responsável por tarefas como: processamento, limpeza, preparação, esterilização, estocagem e distribuição de produtos para todas as unidades de saúde consumidoras (SOBECC, 2013).

A CME é o setor responsável pelo preparo, processamento, estoque e distribuição dos artigos médico-cirúrgicos e equipamentos necessários para assistência ao paciente. O reprocessamento dos artigos e equipamentos em um setor como este tem maior eficiência operacional, com diminuição de custos e melhor controle de qualidade para a instituição de saúde (COUTO et al. 2009).

Moura (1994, p. 11) mostra que o “Centro de Material e Esterilização é o setor encarregado de expurgar, preparar, esterilizar, guardar e distribuir materiais estéreis ou não para todas as unidades que prestem cuidados aos pacientes”.

E ainda aponta os principais objetivos desse setor:

Concentrar material, esterilizado ou não, tornando mais fácil seu controle, conservação e manutenção; padronizar as técnicas de limpeza, preparo, empacotamento e esterilização, assegurando economia de pessoal, material e tempo; treinar pessoal para as atividades específicas do setor, conferindo-lhe maior produtividade; facilitar o controle do consumo, da qualidade do material e das técnicas de esterilização, aumentando a segurança no uso; favorecer o ensino e o desenvolvimento de pesquisas; manter a reserva de material, a fim de atender prontamente à necessidade de qualquer unidade do hospital (MOURA, 2000, p. 11-12).

Na Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa RDC número 307/2002, são abordadas as atividades desenvolvidas pelo Centro de Material e Esterilização, entre elas estão: recepção e separação de materiais, lavagem de materiais, receber roupas vindas da lavanderia, preparar os produtos e roupas nas embalagens adequadas, realizar a esterilização, armazenar e distribuir materiais e roupas esterilizados.

A Sobecc (2013) informa que a dinâmica das atividades e fluxo no Centro de Material Esterilizado, observa-se que independente do programa de necessidades, da localização e das dimensões, um CME deve estar separada em

três áreas, sendo a primeira chamada de área contaminada (onde os artigos sujos são recebidos e passam pelo processo de limpeza), a segunda é a área limpa (os artigos são secos, inspecionados e embalados para serem esterilizados) e por fim a área estéril (onde os artigos ficam armazenados após esterilização, embalados, guardados e distribuídos). E segue:

O desenho dessas áreas e respectivas subáreas deve permitir não só o estabelecimento de um fluxo contínuo e unidirecional do artigo, evitando o cruzamento de artigos sujos com os limpos e esterilizados, como também impedir que o trabalhador escalado para a área contaminada transite pelas áreas limpas e vice-versa. Para a determinação de um fluxo unidirecional, é necessário que haja barreiras físicas entre as áreas suja (expurgo), limpa (preparo do material e da carga de esterilização) e estéril (retirada de artigo estéril da autoclave e guarda dos itens esterilizados). (SOBECC, 2013, p. 186)

Na CME também é feita toda a revisão, seleção, preparo e acondicionamento do material utilizado em uma instituição de saúde, por exemplo: instrumental, luvas, roupa cirúrgica, compressas, gazinhas, etc (RODRIGUES et al. 1995).

Couto et al. (2009) cita sua percepção sobre quais são as funções da Central de Materiais Esterilizados: a recepção, limpeza e desinfecção de materiais contaminados, preparação e empacotamento para a esterilização, esterilização utilizando os processos existentes e próprios para cada tipo de material, monitoramento da eficiência da esterilização, manutenção e reparo dos equipamentos de esterilização e limpeza, estocagem e distribuição dos artigos esterilizados para os diversos setores da instituição.

Porém, observa-se que não são abordadas atividades técnico-administrativas, por exemplo, planejar, organizar, coordenar, como atividades da CME (RDC número 307/2002).

No que diz respeito à localização da Central de Materiais Esterilizados, Couto et al. (2009) especifica que deve ficar próxima dos centros fornecedores (almoxarifado e lavanderia), possibilitando fácil comunicação e transporte para os centros recebedores, como o centro cirúrgico, obstétrico, unidade de tratamento intensivo, entre outros.

Moura (1994) afirma que a determinação da área do Centro de Material e Esterilização deve levar em conta as normas legais vigentes, e aponta outros aspectos importantes sobre a estrutura, por exemplo, pisos e paredes de cor clara e de fácil limpeza, janelas amplas, altas e fechadas, iluminação que facilite o desenvolvimento das atividades dos funcionários, ventilação adequada, sistema de exaustão e que deve ser subdividida em áreas apropriadas para o desenvolvimento das diversas atividades.

Para Couto et al. (2009) os materiais devem ser muito bem limpos antes do processo de esterilização, iniciando com o enxágue com água especial para evitar reações com os produtos que realizarão a esterilização, a secagem é feita à temperatura ambiente para evitar o ressecamento excessivo dos materiais, é imprescindível uma inspeção cuidadosa do nível de limpeza e de secagem.

Depois de confirmada a limpeza e a integridade, os produtos precisam ser embalados para garantir a manutenção da esterilidade até o usuário final. Ressalta-se que as funções primárias das embalagens são: permitir a esterilização do conteúdo, manter os produtos esterilizados até que sejam utilizados protegendo-os de possíveis contaminações (SOBECC, 2013).

Possari (2005) mostra que antes de ser acondicionado, o artigo deve ser inspecionado, observando com mais atenção os artigos que apresentam difícil preparo, por exemplo, agulhas, sondas, tesouras, entre outros, visando minimizar os riscos na prestação da assistência ao paciente.

A fase de preparo de empacotamento de produtos para saúde consiste no preparo e acondicionamento dos produtos conforme o processo escolhido em embalagem compatível com o processo e o próprio material. A finalidade desta etapa é garantir a esterilidade do produto no que se refere ao uso desejado, à vida útil, às condições de funcionalidade, à proteção adequada para transporte e armazenamento até o momento de sua utilização e minimizar o risco de contaminação (SOBECC, 2013).

Souza et al. (2010) ratifica informando que a finalidade de embalar os artigos médico-hospitalares é para manter a esterilidade do material, protegendo-o durante o transporte e armazenamento. Espera-se de um sistema de embalagem, a eficiência da barreira microbiana, a qual impede sob condições específicas a migração de microrganismos do meio ambiente para o interior do sistema.

### 3.3. Legislação

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tem publicações que norteiam as práticas voltadas ao processamento e reprocessamento de artigos médicos-hospitalares, como: a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 156 publicada em 11 de agosto de 2006, que aborda o registro, rotulagem e reprocessamento de produtos médicos, e a Resolução número 2605 de 2006 traz a lista de produtos médicos enquadrados como de uso único proibidos de serem reprocessados.

A RDC número 15 de 2012 dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Nesta resolução, surge o conceito de embalagem para esterilização de produtos para saúde como um invólucro que permite a entrada e saída do ar e do agente esterilizante e impede a entrada de microrganismos.

Em seu Artigo 77 consta que o Centro de Material Esterilizado e a empresa processadora de materiais esterilizados devem utilizar embalagens que garantam a manutenção da esterilidade do conteúdo, bem como a sua transferência sob técnica asséptica, e o Artigo 78 menciona que as embalagens utilizadas para a esterilização de produtos para saúde devem estar regularizadas junto à Agência, para uso específico em esterilização.

Sobre a utilização do tecido de algodão, a ANVISA (2012) demonstra que não é permitido o uso de embalagens de tecido de algodão reparadas com remendos ou cerzidas e sempre que for evidenciada a presença de perfurações,

rasgos, desgaste do tecido ou comprometimento da função de barreira, a embalagem deve ter sua utilização suspensa.

Em seu Artigo 83, a RDC 15 traz que existe uma obrigatoriedade quanto ao uso de identificação nas embalagens dos produtos para saúde submetidos à esterilização, e essa identificação deve ser realizada através de rótulos ou etiquetas, na sequência, o Artigo 84 indica que o rótulo dos produtos deve ser capaz de se manter legível e afixado nas embalagens durante a esterilização, transporte, armazenamento, distribuição e até o momento do uso (ANVISA, 2012).

No Brasil, os campos duplos de tecido de algodão são utilizados em larga escala como embalagem nos processos de esterilização, mas pouco se conhece sobre seu desempenho em função da escassez de trabalhos de pesquisa (RODRIGUES, 2000).

Pereira (2009) informa que no tocante a padronização das normas técnicas e classificação de materiais têxteis, o Brasil conta com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) já nos Estados Unidos, existe a ASTM (American Society for Test Materials), a autora complementa que a terminologia empregada deve ser uniforme, isto é, o significado dos termos técnicos empregados é o mesmo em qualquer parte do mundo.

### **3.4. Embalagens**

A esterilização de instrumentos, equipamentos requerem embalagens que permitem a esterilização do conteúdo, protegendo-os de contaminação antes de serem usados, e permitindo um transporte asséptico do conteúdo. Esse acondicionamento do produto inclui tecido e não tecido, plástico, sacos de papel e sistemas de contentores rígidos. No Quadro 3.4.1 são apontados os processos de esterilização existentes e os invólucros possíveis de se utilizar em cada um dos processos, é possível observar que o tecido de algodão é aceitável somente no processo que utiliza autoclave a vapor, isso ocorre porque os demais processos podem interferir nas propriedades físicas do tecido, visto que o mesmo é reutilizável,



precisa manter suas propriedades para os demais processos. (MORTON, CONNER, 2014).

Quadro 3.4.1. Compatibilidade: tipos de invólucros x processo de esterilização (RODRIGUES et al., 2006).

Invólucros	Autoclave a vapor	Calor seco	Óxido de etileno	Plasma de peróxido de hidrogênio	Autoclave de formaldeído	Radiação ionizante
Tecido de algodão	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Papel grau cirúrgico	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Papel crepado	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Papel Kraft	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Filmes Transparentes	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Lâminas de alumínio	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Caixas metálicas	Sim*	Sim	Sim*	Não	Sim*	Sim
Vidro refratário	Sim**	Sim	Não	Não	Não	Não
Tyvec	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Não tecidos	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não

(\* ) necessitam estar perfuradas; (\*\* ) para líquidos

Seavey (2006) informa que alguns dos componentes do processo de esterilização, como a escolha e preparo da embalagem são frequentemente mal compreendidos.

Ouriques e Machado (2013, p. 698) destacam em sua pesquisa que a “técnica correta para embalagem do material tem grande importância, pois deve contemplar a organização das bandejas e manutenção do produto, que será manuseado e transportado até o uso.”

Quando os artigos chegam ao local de preparo e acondicionamento, eles são avaliados quanto à funcionalidade, integridade e limpeza. Na sequência, os artigos são colocados em diferentes embalagens conforme a padronização e métodos de esterilização existentes na instituição (POSSARI, 2005).

Seavey (2006) aponta que a seleção da embalagem depende de muitos fatores incluindo o tamanho do material a ser esterilizado, o seu peso, o método a ser utilizado para esterilizar e o local para armazenar este material após o processo.

E para escolher a embalagem adequada é necessário estudar uma série de fatores, por exemplo, a relação custo-benefício, o montante financeiro disponibilizado pela instituição, a geração de resíduo, a disponibilidade ou não de serviço de lavanderia local, o treinamento dos funcionários e também do inventário dos materiais cirúrgicos disponíveis (SOBECC, 2013).

Evangelista et al. (2015) mostram que alguns dispositivos são fabricados para permitir a reutilização até o limite de sua eficácia e funcionalidade e que esta prática pode levar a uma redução de custos e uma redução na quantidade de resíduos gerados a partir de itens de uso único, no entanto, é necessário assegurar no momento da escolha que esses itens permaneçam seguros para sua reutilização.

No momento da seleção das embalagens, é necessário considerar, segundo Possari (2005):

- Ser permeável ao agente esterilizante, permitindo o contato com o conteúdo do pacote;
- Prover adequada barreira a partículas de sujeira que possam carregar microorganismos;
- Facilitar a eliminação de ar e, ao término do processo, permitir a eliminação do agente esterilizante contido no material;
- Apresentar massa e gramatura uniformes, não contendo “claros”;
- Ser dupla, para melhor proteção do conteúdo do pacote, quando se utiliza não-tecido;
- Ser resistente à umidade. A resistência à penetração de água é sempre relativa, mas idealmente um papel deve impedir que pequenas gotículas ou umidade possam entrar no pacote;
- Ser flexível facilitando seu manuseio;

- Não furar ou rasgar facilmente quando submetida ao manuseio necessário no processamento do material, incluindo o seu acondicionamento, esterilização, estocagem e distribuição até o momento do uso;
- Não oferecer dificuldade à abertura do pacote, permitindo observar os princípios da técnica asséptica;
- Não conter ingredientes tóxicos e não eliminar resíduos durante o processo de esterilização;
- Permitir selagem na íntegra, sem orifícios, áreas queimadas ou enrugadas;
- Ser economicamente viável e fácil de encontrar no mercado.

Sobre a seleção de embalagens para os produtos de saúde, é observado que as embalagens que possuem indicadores químicos ou tintas não podem reagir, contaminar ou transferir para o produto, e elas devem possuir as seguintes características:

- Possibilitar identificação e abertura asséptica pelo usuário;
- Funcionar como barreira microbiológica;
- Ser atóxica;
- Ser flexível e resistente à tração e ao rasgo;
- Permitir termosselagem ou selagem a frio para garantir o fechamento hermético;
- Garantir a largura da selagem e resistência ao arrebatamento;
- Possibilitar que o agente esterilizante entre em contato com o produto;
- Ser apropriada para os produtos para saúde e o método de esterilização e suportar as condições físicas do processo;
- Permitir secagem do conteúdo;
- Permitir adequada remoção do ar;
- Proteger o conteúdo do pacote de danos físicos;
- Evitar a liberação de fibras ou partículas no momento da abertura do pacote;
- Ter baixa memória para não dificultar a abertura do pacote;
- Ter relação custo-benefício positiva;
- Permitir identificação do produto esterilizado;

- Ser de fácil obtenção no mercado;
- Possuir data de validade do produto.

As embalagens, segundo Cardoso (1984) devem possibilitar o contato entre o agente esterilizante e os materiais a serem esterilizados, bem como mantê-los livres de agentes microbianos durante a estocagem, e destaca que ao selecionar a embalagem, devem considerados os aspectos referentes à:

Permeabilidade ao agente esterilizante; impermeabilidade a partículas microscópicas; resistência a ruptura e manuseio; flexibilidade; transferência do produto para o campo estéril, sem contaminação; fácil identificação do material; proteção completa ao conteúdo; manutenção da integridade em diversas condições atmosféricas (temperatura, pressão, umidade); facilidade na aquisição e custo (CARDOSO, 1984, p. 29-30).

“Os invólucros para acondicionamento dos artigos hospitalares devem ser compatíveis com o processo esterilizante e adequados para garantir a esterilidade.” (COSTA, p. 19, 1993). E segue informando as características exigidas:

Resistência ao calor, à tração e ao manuseio, impermeabilidade a partículas microscópicas, isenção de nutrientes microbianos e resíduos tóxicos-corantes e alvejantes (COSTA, 1993, p. 19).

E Rodrigues et al. (1995) complementa informando que a escolha da embalagem deve ser realizada conforme com o tamanho, forma, meio de esterilização e utilização do material.

É importante destacar que se deve adquirir um sistema de barreira estéril (embalagem) de uma empresa que seja regularizada junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária e dentro do período de sua licença para comercialização. E o responsável técnico do Centro de Materiais Esterilizados deve participar ativamente do processo de escolha e compra das embalagens de maneira que exista compatibilidade da sua escolha com os materiais e métodos de esterilização disponíveis na instituição, e também deve controlar constantemente a qualidade do material adquirido atentando-se para o lançamento de novas tecnologias e, realizar sistematicamente estudos objetivando custo-benefício, contemplando as diretrizes exigidas, o poder aquisitivo e as rotinas, e materiais utilizados na instituição (SOBECC, 2013).

A embalagem utilizada para acondicionar um produto estéril deve protegê-lo durante o deslocamento e manuseio, permitir sua identificação e possibilitar que o agente esterilizante entre em contato com o produto, mantendo esterilizado até o momento da utilização (POSSARI, 2005).

Couto et al. (2009) defende que a embalagem adequada, entre outros fatores, é aquela que resiste a rasgos e deve ser utilizada de acordo com as instruções do fabricante.

Já para SOBECC (2013) para que uma embalagem seja considerada ideal, deve possuir as seguintes características: fornecer uma barreira eficiente para os microrganismos, bem como para as partículas e os fluídos visando a manutenção da esterilidade do material, possibilitar a penetração do agente esterilizante e o contato direto com o material e as superfícies a serem esterilizados e, ainda, a remoção posterior do agente esterilizante, garantindo não só a esterilização como também a aeração do material, ser disponibilizada no mercado sem descontinuidade, para possibilitar sua aquisição e padronização para o uso.

Sobre os tipos de embalagens, a SOBECC (2013), aponta as mais utilizadas pelas instituições de saúde:

1- Tecido de algodão: é a embalagem que foi mais utilizada no país e o mundo até o surgimento da embalagem descartável. É legítima e segura, porém pelo fato de ser reutilizável, o gerenciamento do reuso seguro exige atenção dos profissionais. Na Figura 3.4.1. é possível identificar a embalagem.



Figura 3.4.1. Embalagem de tecido de algodão.

2- Papel grau cirúrgico: é um sistema de barreira estéril descartável, disponível comercialmente em várias apresentações, como tubos ou envelopes,

necessita de selagem térmica, é uma embalagem muito utilizada em razão do baixo custo. Na Figura 3.4.2. é possível verificar a embalagem.



Figura 3.4.2. Embalagem de papel grau cirúrgico.

3- Manta de propileno ou SMS: pode ser visualizada na Figura 3.4.3., é uma embalagem descartável, uma estrutura plana, flexível e porosa, tem como vantagens ser uma barreira microbiana eficaz, repelente a líquidos e está disponível no mercado por vários fornecedores.



Figura 3.4.3. Embalagem de manta de propileno.

4- Papel encrespado ou crepado: trata-se de uma embalagem descartável de papel encrespado que por essa característica, tem maior flexibilidade, apresenta como vantagens ser biodegradável, flexível e maleável. Exemplificada na Figura 3.4.4.



Figura 3.4.4. Embalagem de papel crepado.

5- Tyvek: pode ser visualizada na Figura 3.4.5., é uma embalagem descartável que necessita de selagem térmica, é confeccionada com 100% fibras de polietileno de alta densidade, tem como vantagens, a alta resistência à tração e à perfuração, não libera partículas e está disponível comercialmente em vários tamanhos e formatos.



Figura 3.4.5. Embalagem de tyvek.

6- Contêiner rígido: é uma embalagem permanente que ao mesmo tempo acondiciona e protege os instrumentos cirúrgicos. Conforme Figura 3.4.6. pode ser de alumínio, aço inox ou plástico, tem áreas perfuradas para a saída do ar e entrada do agente esterilizante, necessita de filtros de papel específicos e descartáveis.



Figura 3.4.6. Embalagem de contêiner rígido.

E Couto et al. (2009), finalizam apresentando a embalagem de vidro, conforme Figura 3.4.7., que é utilizado para esterilização de líquidos, são utilizados frascos de diversas medidas.



Figura 3.4.7. Embalagem de vidro.

Por fim, destaca-se que os materiais devem ser esterilizados logo após a limpeza e o empacotamento, ou estocados num ambiente com umidade relativa do ar entre 40 e 60% para futura distribuição. (COUTO et al., 2009).

### 3.5. Tecido de algodão

Os tecidos são construídos por fios obtidos a partir de fibras têxteis. As fibras têxteis se dividem em dois grupos: naturais e manufaturadas. As fibras naturais mais usuais são o algodão e o linho, ambos utilizados na área da saúde. As características das fibras de algodão que se originam da semente são a alta absorção de umidade e possuem grande capacidade de tingimento. A partir das fibras, pelos vários processos de fiação, se obtém os fios que por sua vez gerarão o tecido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO, 2011).

Para estabelecer uma linguagem uniforme, a ABNT apresenta a terminologia e características na NBR 12546 de 1991. Definindo como tecido plano aquele produzido pelo entrelaçamento de um conjunto de fios de urdume e outro conjunto de fios de trama, formando um ângulo de 90° ou próximo. Considera-se urdume o conjunto de fios dispostos na direção longitudinal (comprimento) do tecido e a trama, o conjunto de fios dispostos na direção transversal (largura) do tecido. O cruzamento do fio de urdume com o fio da trama é o entrelaçamento e o ligamento é o desenho do entrelaçamento entre o fio do urdume e o fio da trama.

O ligamento para a confecção do campo duplo de tecido de algodão é a sarja, que apresenta estrias diagonais que se obtêm com o deslocamento de um fio a cada trama, formando uma diagonal à direita ou à esquerda e a repetição do ligamento, tem no mínimo três fios (ABNT, 1991).

Para empacotar roupas e materiais médico-cirúrgicos é recomendada uma textura de 40 a 56 fios por cm<sup>2</sup>, o tecido deve ser confeccionado duplo e composição de 100% algodão, conforme descrito na legislação brasileira (SOBECC, 2013).



A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998) ABNT cita em sua normativa NBR 14028 a padronização para confecção de campos duplos de algodão indicando as medidas em metros para sua produção, citando os tamanhos 1, 2 e 3 respectivamente: 0,35X0,35 cm; 0,50X0,50 cm e 0,60X0,60 cm a tolerância para essas medidas é de +-2%. Já na NBR 13917 de 1997 são especificadas as características e condições necessárias para os tecidos planos 100% algodão, de acordo com as características físicas, os tecidos a serem utilizados para confecção do campo duplo (que é utilizado como embalagem no processo de esterilização) são T1 e T2. Quanto ao ligamento para T1 (tecido 1) deverá ser sarja 2X1, espessura em (mm) será de 0,40+- 0,05% e gramatura ( $\text{g/m}^2$ ) 210 +-5%, enquanto que para T2 (tecido 2) o ligamento será 3X1, a espessura em (mm) é 0,50+- 0,05% e gramatura ( $\text{g/m}^2$ ) 260 +-5%.

Rodrigues (2000) constatou em seu trabalho uma variabilidade na gramatura dos tecidos de algodão que foram analisados durante uma pesquisa que verificou a gramatura nas amostras de campos de tecido de algodão que foram reprocessados enquanto novos e durante os ciclos número 25, 50, 65, 70 e 75 de esterilizações, a autora identificou um aumento na massa até o ciclo 25, seguido de perda de massa no ciclo 65.

Segundo Possari (2005), os campos reutilizáveis precisam manter uma barreira de proteção através de múltiplos processamentos (lavagens e esterilizações). Em função das múltiplas lavagens as fibras aumentam de tamanho e com a secagem e a esterilização as fibras encolhem, conduzindo à fragilidade e ao desprendimento; assim, é recomendado estabelecer um sistema de monitoramento da vida útil dos campos de algodão.

O tecido de algodão sofre muitas transformações, por exemplo, dilata-se consideravelmente na água, assim há um reajuste da posição dos fios, sofre estiramento durante o processo de fabricação e, assim seus fios tendem a voltar à posição original na geometria do tecido. Então os campos cirúrgicos podem ser esticados durante a lavagem e o uso, podem manter parte desse novo comprimento, após a secagem, voltando a contrair quando molhados e secados outra vez, esse

comportamento ocorrerá de maneira sequencial até um determinado número de lavagens e secagens, quando poderão ocorrer outras alterações relacionadas com o desgaste do tecido (MEDEIROS, 1995; ARAÚJO; MELO E CASTRO, 1987).

Rodrigues (2000) realizou ensaios para análise de resistência à tração e alongamento em amostras de tecido de algodão reprocessados, a autora encontrou os seguintes resultados no ciclos de reprocessamento 1 e 65 respectivamente, na resistência à tração no sentido do urdume: 60,86kgf e 35,47kgf, na resistência à tração no sentido da trama: 34,24kgf e 24,50kgf. No que diz respeito ao alongamento no sentido do urdume, a autora encontrou 25,07% e 22,11% e, no sentido da trama os resultados foram: 20,27% e 16,32%. A autora concluiu que houve um enfraquecimento do tecido após os reprocessamentos e que a variabilidade da tensão suportada pelas amostras na direção do urdume e da trama foi pequena.

Costa (1993) aponta que não é aconselhável a sua reutilização antes de serem lavados após esterilizações subsequentes, visto que acabam se tornando impermeáveis ao agente esterilizante, em função da poeira, do manuseio, entre outros. É importante ressaltar que o tecido novo deve ser lavado antes de passar pelo processo de esterilização, evitando assim o superaquecimento (fibras desidratadas) e eliminar o amido (goma).

Quanto às recomendações para o uso de embalagem de tecido de algodão, é apresentado um guia adaptável às diversas realidades nas instituições hospitalares onde constam: a importância da lavagem antes do primeiro uso para retirar o amido do tecido; lavá-lo após cada uso, com o objetivo de remover as sujidades e restaurar o teor de umidade das fibras, a realização de testes periodicamente de permeabilidade com água, controlando o tempo de vazamento, comparado aos tecidos novos, estabelecimento de um número máximo para reprocessamento em cada instituição, os campos não devem passar pelo processo de calandragem, devem somente ser lavados, centrifugados e secos na secadora, os campos não podem apresentar remendos e/ou cerzidos, visto que a costura aumenta a distância entre as fibras e permite a passagem de micro-organismos, os

tecidos devem ficar em temperatura ambiente (18 a 22°C) e permanecer numa umidade relativa entre 35 e 70% (POSSARI, 2005).

Os tecidos de algodão são reutilizáveis, mas suas barreiras microbianas reduzem a cada ciclo de lavagem e esterilização repetida, áreas desgastadas que ficam no tecido e os furos devem ser consertados com remendos vulcanizados e nunca costurados (SEAVEY, 2006).

O autor ainda afirma que “a manutenção de temperatura e umidade ambiente para as embalagens em tecido é necessária para a penetração do vapor e para prevenir o superaquecimento durante o processo de esterilização” (POSSARI, 2005, p. 86).

Alguns problemas são encontrados na utilização da embalagem de algodão, como, dificuldade para monitorar o desgaste ocorrido no tecido após repetidas lavagens, vida útil baixa em função do desgaste das fibras, ausência de regulação de manufatura, assim o consumidor não obtém orientação nem garantias por parte do fabricante na escolha do tecido e da quantidade de reprocessamentos, baixo grau de eficiência antimicrobiana, não resiste à umidade, aumenta a carga de trabalho para os setores de costura e lavanderia e o alinhamento das fibras, que segue um padrão e cria caminhos livres de obstáculos facilitando a passagem dos micro-organismos (POSSARI, 2005).

Rodrigues (2000) realizou uma pesquisa no Hospital de Clínicas em São Paulo onde foram analisados 120 campos duplos de tecido de algodão, as amostras possuíam um controle rigoroso a fim que evitar o extravio, elas foram marcadas na cor vermelha e a cada reprocessamento eram sinalizadas com as iniciais R1(reprocessamento 1), R2 (reprocessamento 2), R3 (reprocessamento 3) e assim sucessivamente até o reprocessamento 100. A pesquisa analisou o desgaste pelos atos de lavar, centrifugar, secar, embalar, transportar entre outros, através de testes físicos onde foram avaliados alguns itens como, a gramatura do tecido, resistência à tração e alongamento pela norma ASTM 5034: 1975 nos reprocessamentos 1, 25, 50, 65, 70 e 75, foram realizados também testes microbiológicos para comprovação

de barreira microbiana. Como resultado, pode-se observar que a partir do 65º reprocessamento obteve-se diminuição da gramatura do tecido.

### 3.6. Custos

O gerenciamento de custos é um processo administrativo que tem como objetivo a tomada de decisão sobre uma eficiente racionalização de distribuição de recursos disponíveis e geralmente limitados, buscando alcançar resultados adequados às necessidades de saúde da população e às necessidades/finalidades da instituição. Para que isso ocorra, é de fundamental importância a compreensão de um conjunto de princípios e conhecimentos de análise econômica que oportunizem a escolha de decisões mais assertiva (FRANCISCO; CASTILHO, 2002).

Tomé e Lima (2015) mostram que reduzir os custos em saúde é uma tarefa difícil em função da natureza do próprio serviço, mas em virtude da desproporção entre os recursos disponíveis e as crescentes demandas da sociedade, a tomada de decisão na área da saúde combinada com informações econômicas está ganhando cada vez mais força.

Os autores ainda destacam que isso está ocorrendo porque o “gerenciamento de custos é um importante aspecto a ser considerado para o alcance do equilíbrio financeiro, aumento a acessibilidade sem prejuízos da qualidade dos serviços de saúde prestados” (TOMÉ; LIMA, 2015, p. 495).

Médici (1990) atribui o crescimento dos custos na área da saúde a vários fatores, por exemplo, a utilização de novas tecnologias, o crescimento da expectativa de vida da população, o aumento da demanda, com a universalização do acesso à saúde após a criação do Sistema Único de Saúde, a falta de mão de obra qualificada, ocasionando baixa produtividade, a incapacidade administrativa dos profissionais, a ausência da implantação de sistemas de controle de custos, o desperdício na cadeia produtiva, entre outros fatores.

Na área da saúde, o desperdício é caracterizado pelo gasto desnecessário de recursos financeiros, processos, produtos ou procedimentos relacionados ao atendimento do paciente. Com o desperdício, fica evidente o agravamento das dificuldades já existentes neste cenário, como a escassez de recursos humanos e materiais, incluindo também a aquisição de materiais de qualidade questionável (CASTILHO et al., 2011).

No tocante às embalagens para o processo de esterilização, Tomé e Lima (2015) afirmam que o estudo da viabilidade econômica da substituição de campos de tecido reutilizáveis por campos descartáveis, aponta várias vantagens e desvantagens para essa possibilidade, e que se deve levar em consideração a eficiência dos recursos humanos, materiais, estruturais, ambientais e financeiros associados.

Tomé (2014) desenvolveu um estudo no Hospital Santa Lucinda da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo para identificar o custo direto do reprocessamento dos campos de tecido de algodão dos pacotes cirúrgicos, o estudo considerou que por mês são realizadas 700 cirurgias (aproximadamente 24 cirurgias dia) e que o hospital terceiriza sua lavanderia, a autora concluiu que se o hospital optasse em utilizar lavanderia própria acarretaria em um aumento de custo médio mensal de R\$33.226,51 para a instituição.

Assim, a autora recomendou para nortear a melhor tomada de decisão em relação à manutenção dos campos de tecido de algodão ou não, a continuidade do estudo (TOMÉ, 2014).

Já outro estudo realizado no Hospital das Clínicas de São Paulo que realiza 70 cirurgias diárias, comparou os custos referentes ao reprocessamento dos campos de tecido de algodão e os de aquisição dos campos descartáveis, para essa pesquisa foram considerados os valores gastos com mão-de-obra, materiais, equipamentos, serviços terceirizados, entre outros (MIZUSAKI; POSSARI; ARAÚJO, 2004).

E os autores concluíram que a substituição é viável do ponto de vista financeiro, pois a quantia gasta para cada reprocessamento seria R\$ 17,60 enquanto que para a aquisição de campos descartáveis seria R\$ 56,00 (MIZUSAKI; POSSARI; ARAÚJO, 2004).

A administração dos custos na área da saúde é um fator importante no alcance do equilíbrio financeiro e no aumento da qualidade prestada. Reduzir custo na saúde é uma tarefa difícil em função da natureza do serviço, mas as decisões aliadas a princípios econômicos estão ganhando cada vez mais força, principalmente quando se considera a desproporção entre o que existe de recurso disponível e as necessidades da população (DALLORA, FOSTER, 2008).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Seleção das amostras

A Unidade Básica de Saúde Central de Nova Prata utiliza em seus processos somente um tipo de embalagem descartável: papel grau cirúrgico, para a realização desta pesquisa, os tecidos de algodão foram adquiridos pela pesquisadora de três fabricantes distintos e todos fornecedores de instituições de saúde, sendo denominadas da seguinte forma:

Quadro 4.1.1. Classificação das amostras de tecidos utilizadas nos experimentos.

Fabricante	TIPO	Padronagem	Amostra
A	T1	Sarja 2X1	1A
			2A
			3A
B	T1	Sarja 2X1	1B
			2B
			3B
C	T2	Sarja 3X1	1C
			2C
			3C

Foram adquiridas três amostras de cada fabricante medindo 1m<sup>2</sup> cada, para realização dos ciclos, as amostras foram padronizadas conforme NBR 14028 de 1998, medindo 60X60 cm cada. As amostras eram de cores ou tons diferentes umas das outras para facilitar sua identificação quanto a este quesito não existe nenhuma regulamentação/padronização pela ANBT ou ANVISA. Segundo informações dos fabricantes, as amostras do fabricante A e B são do tipo T1, onde o ligamento é sarja 2X1, e a espessura em (mm) é de 0,40+- 0,05% e gramatura (g/m<sup>2</sup>) 210 +-5%. E as amostras do fabricante C são do tipo T2, onde o ligamento é

3X1, a espessura em (mm) é 0,50+- 0,05% e gramatura (g/m<sup>2</sup>) 260 +-5%. A Figura 4.1.1 apresenta o tipo de padronagem para a Sarja Tipo T1 (ligamento 2X1) e T2 (ligamento 3X1).

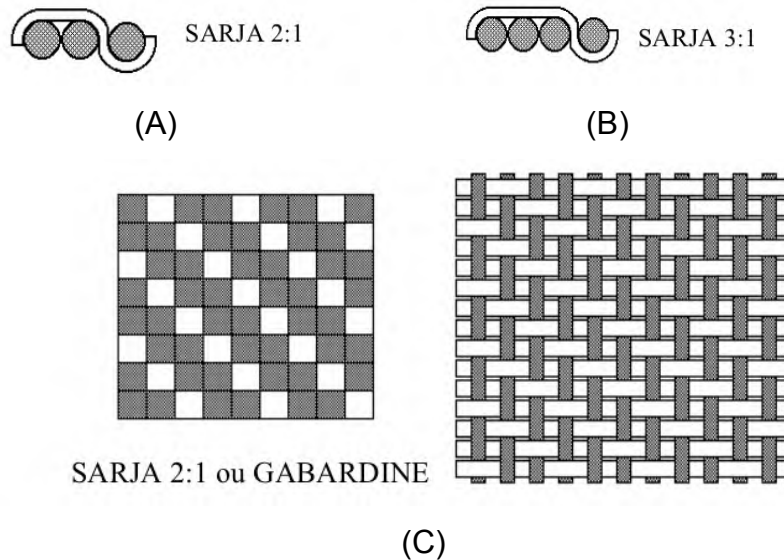


Figura 4.1.1- Modo de representação da padronagem dos tecidos utilizados no experimento. (A) Sarja tipo T1, (B) Sarja tipo T2 e em (C) modo de representação da geométrica da Sarja T2.

O tecido do Fabricante A é o mesmo utilizado na pesquisa de Rodrigues (2000), onde a autora concluiu que o tecido de algodão garantiu a efetividade do material como barreira microbiana até o reprocessamento número 65, constatou também que as amostras obtiveram redução na gramatura.

#### 4.2. Método Experimental

Diante dos resultados apresentados na pesquisa realizada anteriormente por Rodrigues (2000), o número de ciclos de reprocessamentos esperados para as amostras nesta pesquisa foi de 65, considerando-se como ciclo o fluxo de lavagens, secagens e autoclações pelos quais os tecidos de algodão foram submetidos. Observa-se que antes de serem utilizados como embalagem os tecidos sempre necessitam ser lavados e secados.



Os experimentos foram realizados no período de novembro/2014 a junho/2015 junto com a rotina de esterilização da Unidade Básica de Saúde Central de Nova Prata (UBSC- Nova Prata). Nesta unidade são realizados pequenos procedimentos médicos ambulatoriais. As amostras de tecido foram utilizadas como invólucros dos materiais e instrumentos de intervenção cirúrgicas e ambulatoriais.

Durante as esterilizações foram utilizadas uma lava-roupas Figura 4.2.1 a), uma secadora (Figura 4.2.1 a), ambas comerciais da marca Brastemp®, e uma autoclave fabricada por Sercon® modelo AHMC 21 litros com reservatório de água (Figura 4.2.2).



Figura 4.2.1. (a) lava roupas e (b) secar marca Brastemp® utilizadas nos experimentos na UBSC- Nova Prata

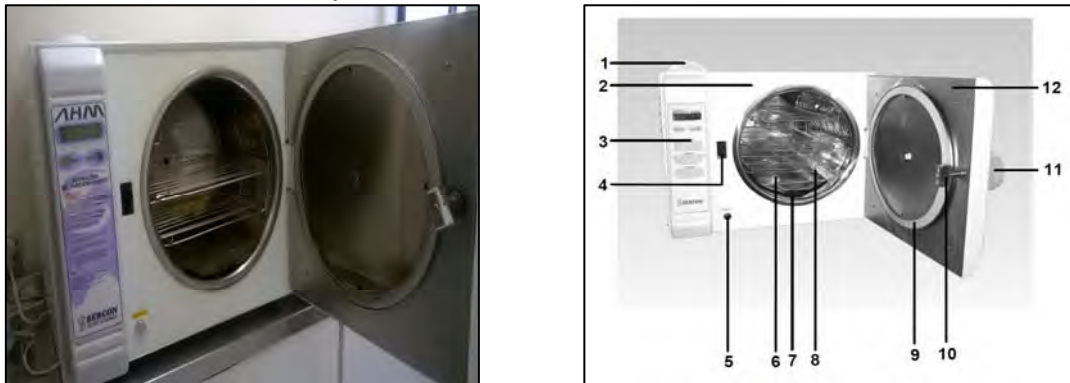


Figura 4.2.2.(a) Autoclave utilizada para esterilização de materiais médico-hospitalares. (b) Indicação das partes da autoclave, onde: 1. Reservatório de água; 2. Sensor de fechamento de porta; 3. Paine de comando; 4. Alojamento da trava da porta e sensor; 5. Dreno do reservatório; 6. Proteção da resistência; 7. Câmara interna; 8. Cesto interno; 9. Guarnição da porta; 10. Trava da porta; 11. Manipulo de abre/fecha porta; e 12. Porta

Dos métodos de esterilização existentes para a esterilização, foi escolhido este trabalho o método físico por vapor saturado sob pressão (VSSP). Este método utiliza o calor e a umidade para esterilizar artigos por meio da

termocoagulação das proteínas dos microrganismos, indicado para instrumental cirúrgico e tecidos (SOBECC, 2013). A água utilizada no processo de geração do vapor das autoclaves, e especificada pelo fabricante, foi destilada.

Em todos os experimentos, a câmara da autoclave foi utilizada com menos de 80% de sua capacidade, como indicada pelo fabricante. Na Figura 4.2.3 observa-se o interior da autoclave da UPA-NP pronta para ser fechada e iniciar a operação de autolavagem do material utilizado nas intervenções cirúrgicas.



Figura 4.2.3. Interior da autoclave marca Sercon® modelo AHMC 21, com pacotes com o material cirúrgico a ser autoclavado na UBSC- Nova Prata.

Segundo o fabricante, a autoclave utilizada trabalha com temperatura de até 134°C para efetuar a esterilização dos materiais e o processo completo de esterilização dura aproximadamente trinta minutos.

A primeira lavada foi utilizada para adequar o tecido para o uso com a retirada da goma (amido). Depois disso, para cada ciclo de esterilização/autoclavação uma amostra foi retirada de cada tecido e acondicionada em saco plástico com a devida identificação de tecido e data de realização do processo, conforme Figura 4.1.2, uso e esterilização foram retiradas amostras de 2X2 cm, com tesoura e acondicionadas em sacos plásticos conforme mostra a Figura 4.2.4 para posterior análise.



Figura 4.2.4 Exemplo de acondicionamento das amostras.

### 4.3. Métodos de caracterização e análise

Segundo Dedavid, Gomes e Machado (p. 10, 2007), “o Microscópio Eletrônico de Varredura por Emissão de Campo (MEV) é um aparelho que pode fornecer imagens com aparência tridimensional e com grande profundidade de foco”, portanto ideal para a observação das amostras de tecidos. O equipamento utilizado foi um Microscópio Phillips modelo XL30 do LabCEMM da PUCRS e está ilustrado na Figura 4.3.1.



Figura 4.3.1. Microscópio Eletrônico de Varredura.

Para deixar as amostras condutoras foi realizado o recobrimento por deposição de íons metálicos de ouro (Au) de maneira a gerar imagens com boa resolução. (DEDAVID, GOMES E MACHADO, 2007).

A técnica mencionada acima foi utilizada nas nove amostras da pesquisa para analisar a integridade do tecido e a espessura dos fios.

Em uma segunda etapa do trabalho foi avaliada a espessura das amostras no Laboratório de Metrologia da Faculdade de Engenharia da PUCRS. As amostras foram avaliadas no instrumento com um Micrômetro Externo da marca Mitutoyo®, ilustrado na Figura 4.3.2., após os seguintes ciclos: primeira lavagem para retirada da goma do tecido, no ciclo nº. 20, depois nos ciclos nº.40, nº.60 e por último no ciclo nº. 65. Foram apresentados resultados em intervalos de 20 em 20 ciclos neste trabalho para que se pudessem observar os resultados de maneira mais significativa visto que a variação em alguns momentos foi pequena.

A ABNT especifica em sua normativa NBR 13371/2005, que a espessura é a distância entre as faces do material têxtil, medida entre a base no qual o material têxtil se apoia e o prato superior ou apalpador paralelo do micrômetro, que aplica a pressão.



Figura 4.3.2. Micrômetro utilizado na medição da espessura das amostras.

Foi realizado também, o ensaio de resistência à tração e alongamento (ASTM D5035:2008) no Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil do Serviço Nacional da Indústria (CETIQT- SENAI-RJ). Os ensaios foram conduzidos em uma amostra de cada fabricante, escolhida de forma aleatória nos seguintes estágios: após a primeira lavagem, e na última, isto é, após o ciclo nº 65. Os ensaios foram realizados em somente uma amostra de tecido de cada fabricante em função dos custos e pela ausência de material suficiente para os ensaios. Para realização de cada ensaio de resistência à tração e alongamento se faz necessária no mínimo

20 cm<sup>2</sup> de cada amostra, desta forma, optou-se por realizar os ensaios nas amostras iniciais e finais do trabalho, levando em conta os fabricantes.

Os experimentos tiveram que iniciar com amostras de 1m<sup>2</sup> que passaram pelo processo de primeira lavagem e secagem e, após foram adaptadas conforme a norma NBR 14028 ficando com 60 X 60 cm cada.

A cada ciclo, os profissionais responsáveis pelo processo de esterilização retiravam amostras de 2X2cm dos tecidos para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura e para as medidas de espessura no instrumento Micrômetro.

Para realização do ensaio de resistência à tração e alongamento foi utilizada como referencia a norma ASTM D5035:2008 da American Society for Test Materials que apresenta o método para determinar a força de ruptura e alongamento da maioria dos tecido têxteis. A amostra a ser ensaiada é fixada em garras na máquina de ensaio de tração e uma força é aplicada à amostra até que se rompa.

A força de ruptura e o percentual de alongamento da amostra são obtidos no computador conectado na máquina de ensaio.

Os ensaios são considerados satisfatórios para aceitação de remessas comerciais de tecidos, porém o método não é recomendado para tecidos de malha devido ao seu alto alongamento.

Para realização da determinação da gramatura, as amostras foram ensaiadas conforme a Norma da ABNT 10591/2008, sendo foram pesadas na balança digital de precisão da marca Bel Engineering® no Laboratório de Processos Ambientais da Faculdade de Engenharia da PUC, conforme Figura 4.3.3. Por indisponibilidade de amostras de 1m<sup>2</sup>, foi feita a proporcionalidade matemática do peso encontrado em 4cm<sup>2</sup> de tecido. Assim: gramatura=gr/m<sup>2</sup> ficando gramatura=gr/0,004.



Figura 4.3.3. Balança digital de precisão (0,0001g) utilizada na determinação da gramatura das amostras.

Para verificar se as amostras estavam em conformidade com as recomendações da Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização no que diz respeito ao número de fios na trama e urdume, foram realizadas contagens nas amostras após a primeira lavagem com a utilização de um agulha descartável de 3 cm e uma lupa Foldable Magnifier que delimita a análise em 1cm<sup>2</sup> conforme Figura 4.3.4.

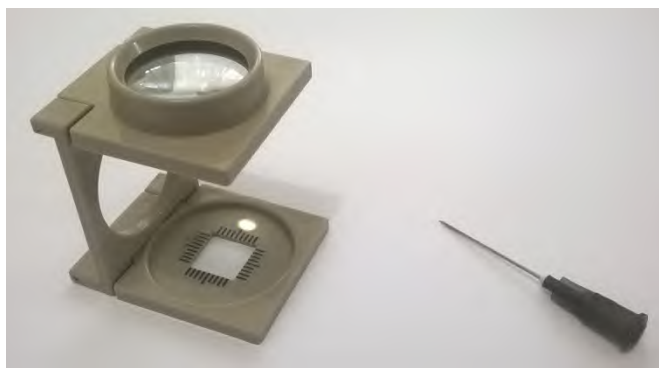


Figura 4.3.4. Lupa Foldable Magnifier e agulha descartável de 3cm utilizadas para a contagem do número de fios na trama (T) e urdume (U) do tecido.

Nesta pesquisa, foi realizada também uma análise do impacto do custo da embalagem reutilizável para o processo de esterilização, para tanto, calculou-se o custo médio de cada processo incluindo: lavagem do tecido, secagem e processo de esterilização.

Em cada um dos processos foi considerado os seguintes fatores: consumo de energia elétrica, consumo de água, insumos utilizados no processo de lavagem e tempo de profissional destinado para desenvolvimento das atividades.

As informações de consumo dos equipamentos foram fornecidas pelos fabricantes, quanto ao tempo empregado nas atividades, foi informado pela técnica em enfermagem responsável o tempo necessário para realização das atividades. E o setor de Recursos Humanos do Município forneceu as informações sobre os valores necessários para manter um funcionário no setor de enfermagem durante um ano, usando como base o ano de 2015, assim foi realizado o cálculo do valor hora para o profissional que trabalha quarenta e quatro horas semanais.

Todos os dados foram processados pelo programa Microsoft Excel versão 2010.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. Integridade e medida dos fios obtidos no Microscópio Eletrônico de Varredura**

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos com a caracterização das três amostras de tecido do Fabricante A, do Fabricante B e do Fabricante C.

Em alguns ciclos foram analisadas imagens com o lado direito do tecido e em outros com o lado avesso, isso ocorreu porque o ligamento para a confecção do campo duplo de tecido de algodão é a sarja e nesses tipos de tecido a identificação dos lados é muito difícil e segundo Fuziwara (2014) tecnicamente não existem normas seguras para tal identificação, escolhe-se o lado que apresentar melhor aspecto. Como as duas faces do tecido são utilizáveis, é possível constatar a degradação das amostras em ambos os lados.

#### **5.1.1. Resultados do Fabricante A**

No Quadro 5.1.1.1 são apresentadas imagens de microscopia eletrônica de varredura das amostras, 1, 2 e 3, depois a retirada da goma (primeira lavada) e, nos seguintes ciclos de esterilização/uso: 20°, 40° e 65°.



Quadro 5.1.1.1 Imagens de microscopia eletrônica de varredura com aumento de 100 X de tecidos do Fabricante A.

	1	2	3
<b>Retirada da goma</b>	<p>259.4 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>308.9 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.7 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>301.1 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 20°</b>	<p>323.5 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.2 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>273.9 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.4 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>306.0 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.0 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 40°</b>	<p>332.3 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.1 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>338.0 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.3 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>285.6 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.7 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 65°</b>	<p>279.8 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>262.3 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>300.0 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>

O comportamento da Amostra 1A durante a pesquisa pode-se observar que o fio diversificou sua espessura conforme os ciclos ocorriam, ele iniciou com 259,4  $\mu\text{m}$  ocorrendo um aumento na espessura, no último ciclo chegou a 279,8  $\mu\text{m}$  as imagens também apontam para uma maior degradação no ciclo 65 onde as fibras estão mais embaraçadas.

Da mesma forma é possível notar esse comportamento Amostra 2A, onde se constata o desgaste das fibras em maiores proporções no ciclo 65, a espessura do fio inicia em 308,9  $\mu\text{m}$  com variações de redução e ampliação até finalizar em 262,3  $\mu\text{m}$ .

Quanto à amostra 3A verifica-se que após 40 ciclos as fibras começaram a se desprender do tecido, já no que diz respeito à espessura dos fios, percebe-se que iniciou em 329,4  $\mu\text{m}$  seguido de redução na espessura, finalizando em 306,0  $\mu\text{m}$ .

No quadro 5.1.1.2 são identificados a média e o desvio padrão da espessura dos fios de algodão do fabricante A.

Quadro 5.1.1.2. Espessura dos fios de algodão do Fabricante A.

<b>Fabricante</b>	<b>Espessura dos fios (<math>\mu\text{m}</math>)</b>			
<b>A</b>	<b>Retirada da goma</b>	<b>Ciclo 20</b>	<b>Ciclo 40</b>	<b>Ciclo 65</b>
1	259,4	323,5	332,3	279,8
2	308,9	273,9	338,0	269,3
3	329,4	306,0	285,6	306,0
Média	299,23	301,13	318,63	285,03
Desvio padrão	29,97	20,53	23,47	15,24

Observa-se que o desvio padrão da espessura dos fios do Fabricante A apresentou-se muito alto após a primeira lavada (retirada do amido/goma) apontando para uma instabilidade na espessura dos fios entre as amostras, porém reduziu consideravelmente no ciclo nº 65, demonstrando um comportamento mais análogo entre as amostras.

### **5.1.2. Resultados do Fabricante B**

No Quadro 5.1.2.1 são apresentadas imagens de microscopia eletrônica de varredura das amostras, 1, 2 e 3, depois a retirada da goma (primeira lavada) e, nos seguintes ciclos de esterilização/uso: 20°, 40° e 65°.

E na sequência, será exibido o Quadro 5.1.2.2 onde são identificadas a média e o desvio padrão da espessura dos fios de algodão do fabricante B.

Quadro 5.1.2.1 Imagens de microscopia eletrônica de varredura com aumento de 100 X dos tecidos do Fabricante B.

	1	2	3
<b>Retirada da goma</b>	<p>262.3 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 10.5 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>239.2 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 9.9 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>232.9 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 9.7 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 20°</b>	<p>328.4 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 9.7 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>300.1 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 10.0 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	
<b>Ciclo 40°</b>	<p>230.2 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 10.2 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>198.2 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 10.0 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	
<b>Ciclo 65°</b>	<p>181.1 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 9.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	<p>250.6 µm</p> <p>WD det HV mag = spot 10.8 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	

Na evolução da amostra 1B é perceptível que fibras começaram a se soltar a partir do ciclo nº 20, no tocante à espessura dos fios, após o primeiro ciclo o resultado apresentado é de 262,3  $\mu\text{m}$ , na sequência observa-se um aumento, seguido de uma redução e por fim reduz chegando a 192,4 $\mu\text{m}$ .

Nas imagens da Amostra 2B durante a pesquisa, é percebido que as fibras começam a se soltar no ciclo número 20 e ao final do ciclo 65 estão muito enredadas no canto inferior direito da imagem, sobre a espessura, pode-se afirmar que iniciou em 239,2  $\mu\text{m}$  seguido de um aumento e uma redução em seu tamanho, finalizando em 250,6  $\mu\text{m}$ .

Quanto à amostra 3B fica registrado que esta foi inutilizada durante a realização da pesquisa em função de ter sido perfurada no ciclo número nove ao servir como embalagem de um artigo perfuro-cortante, por esta razão tem-se somente o registro da primeira lavagem, a amostra apresentou fios com espessura de 232,9 $\mu\text{m}$  e muito embaraçados.

Quadro 5.1.2.2. Espessura dos fios de algodão do Fabricante B.

Fabricante	Espessuras $\mu\text{m}$			
	Retirada da goma	Ciclo 20	Ciclo 40	Ciclo 65
B				
1	262,3	326,4	230,2	192,1
2	239,2	265,2	198,2	250,6
3	239,9	-	-	-
Média	247,13	295,80	214,20	221,35
Desvio padrão	10,72	30,60	16,00	23,88

O desvio padrão da espessura dos fios do Fabricante B se apresentou muito baixo após a primeira lavada (retirada do amido/goma), o que aponta para

um desempenho similar entre as amostras, nos ciclos seguintes demonstrou variação, deve-se considerar que ficaram somente com duas amostras na condução da pesquisa.

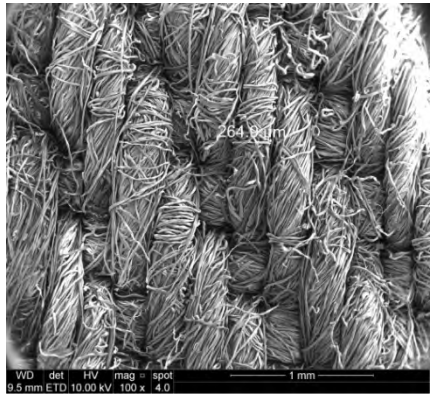
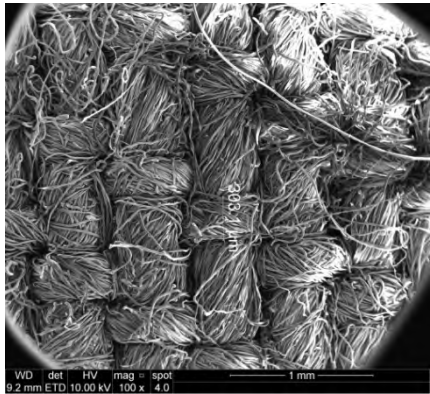
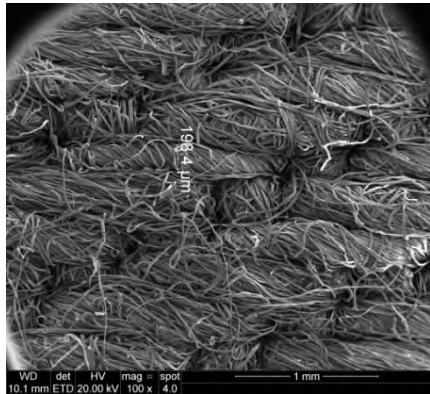
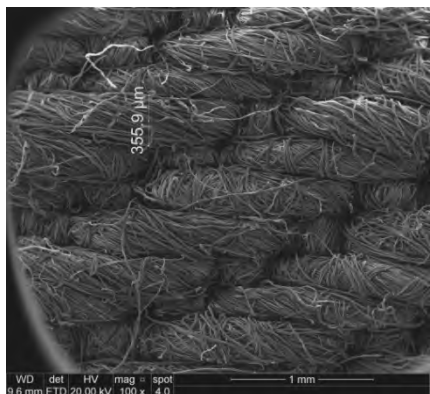
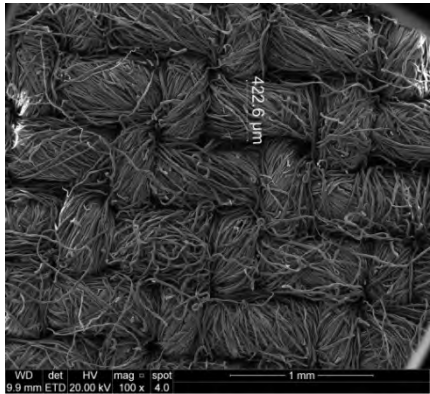
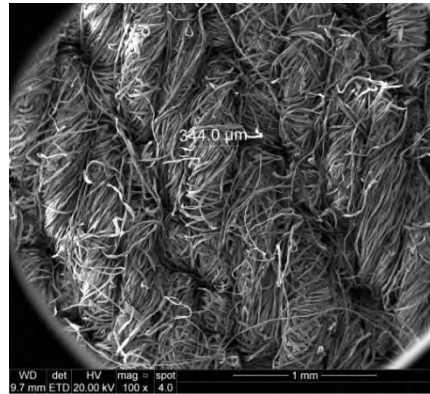
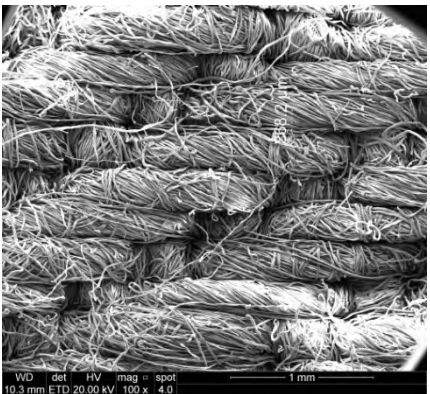
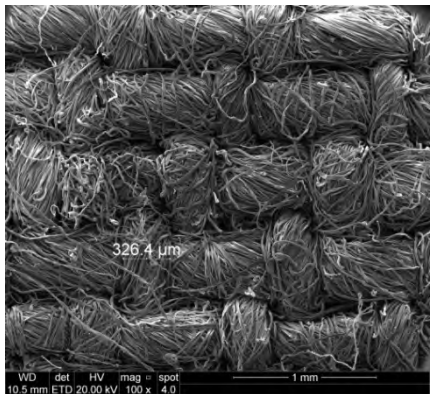
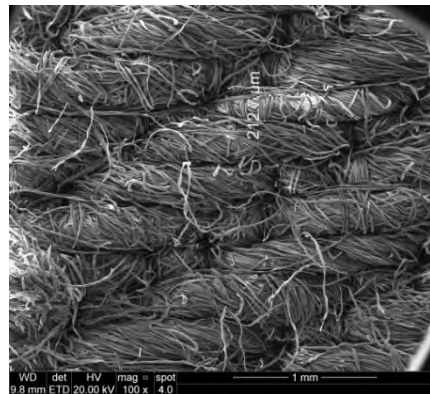
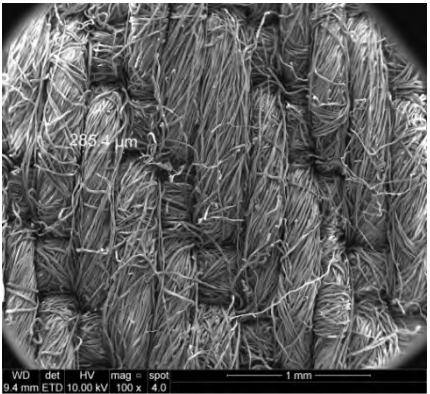
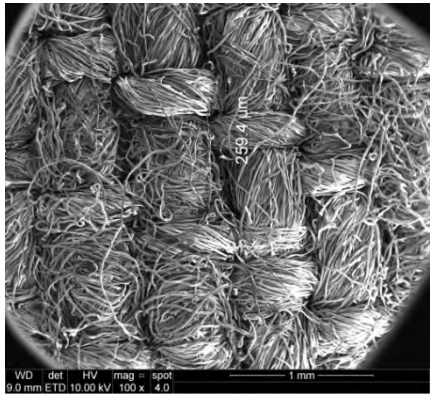
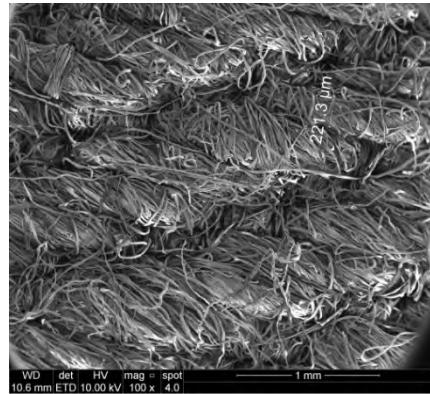
### **5.1.3. Resultados do Fabricante C**

No Quadro 5.1.3.1 são apresentadas imagens de microscopia eletrônica de varredura das amostras, 1, 2 e 3, depois a retirada da goma (primeira lavada) e, nos seguintes ciclos de esterilização/uso: 20°, 40° e 65°.

Após, será apontado o Quadro 5.1.3.2 onde são exibidas a média e o desvio padrão da espessura dos fios de algodão do fabricante C.



Quadro 5.1.3.1 Imagens de microscopia eletrônica de varredura com aumento de 100 X dos tecidos do Fabricante C.

	1	2	3
<b>Retirada da goma</b>	 <p>264.8 μm</p> <p>WD det HV mag spot 8.5 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>303.1 μm</p> <p>WD det HV mag spot 8.2 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>198.4 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.1 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 20°</b>	 <p>355.9 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.6 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>422.6 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.9 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>344.0 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.7 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 40°</b>	 <p>320.0 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.3 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>326.4 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.5 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>242.0 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.8 mm ETD 20.00 kV 100 x 4.0</p>
<b>Ciclo 65°</b>	 <p>285.4 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.4 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>259.4 μm</p> <p>WD det HV mag spot 9.0 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>	 <p>221.3 μm</p> <p>WD det HV mag spot 10.6 mm ETD 10.00 kV 100 x 4.0</p>

Com uma espessura inicial de 264,9  $\mu\text{m}$ , seguido de um alargamento, a amostra terminou com fios medindo 285,4  $\mu\text{m}$  de espessura, observando as imagens dos seus ciclos, pode-se concluir que suas fibras demonstraram pouco desprendimento do tecido.

Sobre o comportamento da Amostra 2C durante a pesquisa, as imagens apontam para fibras soltas já após a primeira lavagem, ficando cada vez mais evidentes e ao final do ciclo nº 65, completamente misturadas desarranjando os fios. Quanto à espessura dos fios, é observado que iniciou em 303,1  $\mu\text{m}$  seguido de crescimento e redução nos fios, chegando a 259,4  $\mu\text{m}$  ao término do ciclo nº 65.

Com a maior degradação entre as amostras, apresentando espessura inicial de 198,4  $\mu\text{m}$  e alternando crescimento e redução da espessura dos fios, a amostra 3C finalizou o ciclo nº 65 com uma espessura de 221,3  $\mu\text{m}$  e uma total deterioração dos fios que pode ser notada a cada ciclo.

Quadro 5.1.3.2 Espessura dos fios de algodão do Fabricante C.

Fabricante	Espessuras $\mu\text{m}$			
	Retirada da goma	Ciclo 20	Ciclo 40	Ciclo 65
C				
1	264,9	355,9	368,2	285,4
2	303,1	422,6	326,4	259,4
3	198,4	344,0	212,7	221,3
Média	255,46	374,16	302,43	255,36
Desvio padrão	43,26	34,59	65,70	26,32

O desvio padrão da espessura dos fios do Fabricante C se apresentou muito alto após a primeira lavada (retirada do amido/goma), indicando uma heterogeneidade entre as amostras, porém o desvio padrão reduziu no ciclo final, apresentando desempenho correlato entre essas amostras.



#### **5.1.4. Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C**

Para sinalizar a espessura dos fios nas imagens geradas pelo MEV, optou-se pelo fio que demonstrasse melhores condições para realização das comparações.

No que diz respeito ao desvio padrão da espessura dos fios das amostras, pode-se afirmar que os Fabricantes A e C demonstraram um comportamento similar, onde no momento da retirada da goma a espessura desviou muito da média e, no ciclo final esse desvio reduziu, já o fabricante B apresentou resultado oposto.

Assim, é possível constatar que existe muita variação na espessura dos fios durante os ciclos e, analisar este item separadamente não se caracteriza como fator determinante, mas sim como um dos itens a serem considerados na seleção do invólucro para esterilização. Conforme afirma Possari (2005) quando aponta que no momento da escolha da embalagem, deve-se optar pela que evite a liberação de fibras, o tecido de algodão em função das múltiplas lavagens, secagens e esterilizações conduzem as fibras à fragilidade e ao desprendimento. Rodrigues (2000) analisou amostras de 1 fabricante e concluiu com sua pesquisa que os tecidos de algodão utilizados como embalagem, poderiam ser reprocessados até 65 vezes.

As imagens acima apontam que as amostras do fabricante A obtiveram melhor desempenho, pois suas fibras começaram a se desprender de forma mais evidente entre os ciclos 60 e 65.

Das amostras do fabricante B somente duas foram consideradas e elas iniciaram o processo de embaraçar a partir do reprocessamento 20.

Já as amostras do fabricante C mostraram contrariedade no processo de fabricação, pois a amostra 1C demonstrou poucas alterações no tecido enquanto que as amostras 2C e 3C finalizaram a pesquisa no ciclo nº 65 com suas fibras muito embaraçadas.

Analisando as imagens geradas pelo microscópio eletrônico de varredura, pode-se afirmar que existe diferença no comportamento da degradação das amostras, não somente de um fabricante para o outro, como também entre as amostras do mesmo fabricante.

Assim, conforme recomenda Possari (2005), para que os campos reutilizáveis possam manter uma barreira de proteção através de múltiplos processamentos (lavagens e esterilizações) é necessário estabelecer um sistema de monitoramento da vida útil dos campos de algodão.

Quanto à amostra inutilizada na pesquisa (3B), ressalta-se que o setor de enfermagem seguiu rigorosamente as orientações da ANVISA (2012), que cita na RDC 15 a proibição do uso de embalagens de tecido de algodão quando evidenciada a presença de perfurações, rasgos, desgaste do tecido ou comprometimento da função de barreira.

É importante destacar que foi constatado no momento inicial da pesquisa que durante a aquisição dos tecidos para a realização do trabalho, os fornecedores tiveram dificuldade de compreender as especificações quanto à produção do campo duplo de algodão sugerido pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, demonstrando insegurança quanto aos tamanhos e gramatura do tecido.

Observou-se também, que com o passar dos ciclos, houve uma alteração na coloração dos tecidos, sugerindo uma cor de ferrugem.

Isso pode ser explicado, segundo Couto et al. (2009) pelo fato de que na esterilização pelo calor úmido algumas impurezas podem ser encontradas no vapor como, soda cáustica e sais de ferro originados das tubulações enferrujadas e, essas substâncias podem danificar os artigos manchando os instrumentais e as embalagens.

## 5.2. Espessura dos tecidos em função do número de ciclos de esterilizações

A partir das amostras retiradas em cada ciclo, uma pequena parte foi utilizada para análise no MEV, e a outra parte foi utilizada para análise da espessura no instrumento Micrômetro, os resultados são apresentados neste capítulo e podem ser observados a seguir conforme Quadro 5.2.1.

Quadro 5.2.1. Resultados obtidos na avaliação de espessura das amostras com a utilização do Micrômetro.

Ciclos	Amostras														
	Fabricante A (mm)					Fabricante B (mm)					Fabricante C (mm)				
	1	2	3	Média	Desvio padrão	1	2	3	Média	Desvio padrão	1	2	3	Média	Desvio padrão
Retirada da goma	0,362	0,362	0,539	0,421	0,083	0,353	0,333	0,328	0,338	0,011	0,428	0,422	0,437	0,429	0,006
20	0,373	0,382	0,374	0,376	0,004	0,364	0,355	-	0,359	0,005	0,502	0,466	0,500	0,489	0,017
40	0,380	0,385	0,373	0,379	0,005	0,382	0,370	-	0,376	0,006	0,515	0,492	0,52	0,509	0,012
60	0,389	0,387	0,397	0,391	0,004	0,371	0,376	-	0,373	0,003	0,493	0,478	0,523	0,498	0,019
65	0,373	0,375	0,384	0,377	0,005	0,368	0,360	-	0,364	0,004	0,508	0,482	0,510	0,500	0,013

Quanto às duas primeiras amostras (1A e 2A) é possível verificar um aumento pequeno na sua espessura quando se compara a primeira lavagem (retirada da goma do tecido) até o ciclo nº 60, após ocorre a redução na espessura, mas não o suficiente para voltar a medida inicial de 0,362 mm.

Já na amostra 3A, observa-se que partiu de uma espessura mais volumosa 0,539mm, seguida de variações, finalizando com 0,384mm no último ciclo.

A primeira amostra do segundo fabricante (1B) apresenta um comportamento diferente, após a primeira lavagem possui 0,353 mm de espessura, até o ciclo nº 40 essa espessura tende a aumentar chegando a 0,382 mm, porém nos ciclos nº 60 e 65 ficou mais fina, finalizando com 0,368 mm. Alargando sua espessura até o ciclo nº 60, a amostra 2B iniciou com 0,333 mm até chegar em 0,376 mm, mas no último ciclo sua espessura ficou em 0,360 mm.

A amostra 3B apresenta somente o resultado de espessura após a primeira lavagem 0,328 mm, pois esta amostra foi inutilizada durante a realização da pesquisa em função de ter sido perfurada no ciclo nº 9 ao servir como embalagem

de um artigo perfuro-cortante. É importante destacar que essa amostra apresentou a menor espessura entre todas já na primeira lavagem.

Sobre as amostras 1C e 2C, percebe-se uma variação na espessura, partindo de um valor inicial, nos ciclos nº 20 e 40 houve uma ampliação, seguido de uma redução no ciclo nº 60, por fim apresentaram uma ampliação na espessura das amostras.

Na última amostra (3C) foi observado um aumento na espessura da primeira lavagem até o ciclo nº 60, após houve um estreitamento, a amostra iniciou com 0,437 mm e finalizou com 0,510 mm.

O comportamento de redução da espessura no ciclo final repetiu-se em 87,5% das amostras, ou seja, sete em oito amostras demonstraram redução de espessura, visto que uma amostra foi excluída da análise.

Somente uma amostra (3A) iniciou com determinada espessura e reduziu esse número demonstrando o comportamento esperado, até chegar ao ciclo nº 60, onde obteve um leve aumento seguido de uma redução no final do ciclo nº 65.

### **5.2.1. Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C**

É possível verificar que as amostras do Fabricante A possuem o maior desvio padrão da média no primeiro ciclo de lavagem em relação aos outros fabricantes, nos ciclos seguintes apresentou um desempenho semelhante ao fabricante B. Quanto ao Fabricante C, demonstrou resultados diferentes, apontando um desvio padrão menor entre suas amostras no primeiro ciclo e nos ciclos seguintes um desvio padrão maior.

Assim, pode-se considerar que ocorrem muitas variações na espessura das amostras durante realização dos ensaios, e essa alternância de ampliação e

redução na espessura pode ter sido ocasionada pelo fato das amostras demonstrarem desgaste em diferentes pontos do tecido, esse desgaste é causado naturalmente pelos repetidos processos de lavagem, secagem e esterilização e, é um dos problemas encontrados na utilização da embalagem de algodão. Então, não se pode utilizar de maneira isolada os resultados obtidos para analisar a durabilidade do tecido de algodão enquanto invólucro (SEAVEY, 2006; POSSARI, 2005).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas cita na NBR 13917 de 1997 a espessura necessária para o tecido 100% algodão que será utilizado como embalagem no processo de esterilização deverá ser para o tecido tipo T1 de 0,40mm +- 0,05% e para o tecido tipo T2 de 0,50mm +- 0,05%.

As amostras do fabricante A e B São do tipo T1, ou seja, considerando o limite de tolerância de +-5%, todas as amostras respeitaram em algum momento da análise o padrão mínimo exigido pela NBR 13917 de 1997, exceto a amostra 3B que foi suspensa da pesquisa no ciclo número nove ao ser perfurada, respeitando a RDC 15 da ANVISA e, observa-se que a amostra 3A apresenta espessura de tecido do tipo T2. As amostras do fabricante C (tipo T2) também apresentaram conformidade em relação aos padrões exigidos pela NBR em questão.

A amostra 3B apresentou a menor espessura entre todas já na primeira lavagem, isso pode justificar seu rompimento no ciclo número nove, pois a amostra demonstrou ser mais fina que outras.

O ensaio comprovou que em sete das oito amostras analisadas de maneira completa existe uma tendência de redução na espessura a partir do ciclo número sessenta de reprocessamento.

O tecido de algodão passa por várias alterações, podem ser esticados durante a lavagem e o uso, podem manter parte desse novo comprimento após a secagem, voltando a contrair quando molhados e secados outra vez, esse comportamento ocorrerá de forma sequencial até um determinado número de

reprocessamentos, quando poderão ocorrer outras alterações relacionadas com o desgaste do tecido (MEDEIROS, 1995; ARAÚJO; MELO E CASTRO, 1987).

### 5.3. Ensaio de Resistência à Tração e Alongamento

Os ensaios de resistência à tração e alongamento foram realizados nas amostras após a primeira lavagem e no último ciclo, as amostras originais possuíam 20cm<sup>2</sup> e foram divididas em 2 partes iguais para que fossem ensaiados os sentidos trama (transversal) e urdume (longitudinal), abaixo, seguem os resultados no Quadro 5.3.1.

Quadro 5.3.1. Resultados obtidos no ensaio de tração e alongamento das amostras.

Primeira lavagem	Tração- Urdume Unidade kgf	Tração- Trama Unidade kgf	Alongamento- Urdume Unidade %	Alongamento- Trama Unidade %
Amostra 2A	83,88	37,92	17,29	17,51
Amostra 1B	78,03	42,29	14,18	18,18
Amostra 3C	77,71	77,09	26,18	18,84
65 ciclos	Tração- Urdume Unidade kgf	Tração- Trama Unidade kgf	Alongamento- Urdume Unidade %	Alongamento- Trama Unidade %
Amostra 2A	60,24	35,57	17,07	18,40
Amostra 1B	72,02	41,95	15,07	17,29
Amostra 3C	66,18	74,35	24,62	17,97

Quanto à primeira lavagem (retirada do amido do tecido) é possível observar que a amostra 2A foi a mais resistente no sentido do urdume, pois suportou 83,88kgf, enquanto que a menos resistente foi a amostra 3C que suportou 77,71kgf. Já no sentido da trama, a amostra mais resistente foi a 3C que suportou 77,09kgf e a menos resistente foi a 2A, pois suportou apenas 37,92kgf.

Ainda considerando a primeira lavagem, no que diz respeito ao alongamento, a amostra que obteve o melhor resultado foi a 3C, no sentido do urdume a amostra alongou 26,18% do tamanho inicial até o momento da ruptura, ou seja, 2,6cm. Já no sentido da trama a amostra alongou 18,84% até o momento de sua ruptura, ou seja, pouco mais de 1,8cm. A amostra que obteve o pior desempenho no sentido do urdume foi a 1B que conseguiu alongar 14,18%, já no

sentido da trama, o pior desempenho ficou com a amostra 2A que alongou 17,51% do seu tamanho original até o instante da ruptura do tecido.

Após o ciclo sessenta e cinco, o melhor resultado no ensaio de tração foi da amostra 1B que suportou 72,02kgf enquanto que o pior desempenho ficou com a amostra 2A que suportou apenas 60,24kgf, ou seja, 11,78kgf a menos. No sentido da trama a amostra 3C apresentou o melhor resultado, pois resistiu 74,35kgf, enquanto que novamente a amostra 2A resistiu menos, suportando apenas 35,57kgf, então 38,78kgf a menos que a amostra 3C.

No que diz respeito ao ensaio de alongamento, após o ciclo número sessenta e cinco, a amostra com melhor resultado é a 2A que alongou 18,40% do seu tamanho original até o momento da ruptura, ou seja, pouco mais de 1,8cm. Já a mostra com desempenho mais baixo foi a 1B que alongou 17,29% do seu tamanho original até o momento da ruptura.

Observa-se que quando aplicada a força no sentido da trama as amostras tendem a ser menos resistentes que no sentido do urdume, isso ocorre, pois conforme Fuziwara (2014), geralmente no sentido do urdume existem mais fios que no sentido da trama.

Rodrigues (2000) realizou ensaios para análise de resistência à tração e alongamento em amostras de tecido de algodão reprocessados, a autora encontrou os seguintes resultados nos ciclos de reprocessamento 1 e 65 respectivamente, na resistência à tração no sentido do urdume: 60,86kgf e 35,47kgf, na resistência à tração no sentido da trama: 34,24kgf e 24,50kgf. No que diz respeito ao alongamento no sentido do urdume, a autora encontrou 25,07% e 22,11% e, no sentido da trama os resultados foram: 20,27% e 16,32%. A autora concluiu que houve um enfraquecimento do tecido após os reprocessamentos e que a variabilidade da tensão suportada pelas amostras na direção do urdume e da trama foi pequena. Comparando esses valores com os da amostra 2A (mesmo fabricante utilizado na pesquisa de Rodrigues, 2000), é possível observar grande variação nos resultados, principalmente na resistência à tração no sentido do urdume. Isso demonstra grande variabilidade de resultados dentro do mesmo fabricante.

#### 5.4. Medições de gramatura

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir das medições para determinação da gramatura das amostras, as medições foram realizadas nas amostras após a primeira lavagem (retirada do amido/goma) e no último ciclo, os resultados podem ser observados no Quadro 5.4.1.

Quadro 5.4.1. Resultados obtidos na determinação de gramatura com balança de precisão.

Fabricante	Amostras	Gramaturas (g/m <sup>2</sup> )	
		Inicial (após 1ª lavagem)	Final (ciclo 65)
A	1	184,4	180,75
	2	179,4	178,87
	3	173,75	175,32
	Média	179,18	178,31
	Desvio padrão	4,35	2,25
B	1	170,9	171,13
	2	173,87	170,88
	3	168,83	-
	Média	171,2	171
	Desvio padrão	2,07	0,13
C	1	229,27	229,18
	2	230,87	233,73
	3	232,48	232,35
	Média	230,87	231,75
	Desvio padrão	1,31	1,9

Pode-se observar que a amostra 2A, 2B, 1C e 3C reduziram sua gramatura de forma pouco expressiva considerando “inicial e final”, a amostra que registrou maior redução foi a amostra 1A que diminuiu sua gramatura em 3,65g.

Já as amostras 3A e 1B demonstraram um leve aumento na gramatura a amostra que demonstrou maior aumento foi a 2C que registrou um acréscimo de 2,87g.

Quanto à amostra 3B foi obtida somente a gramatura inicial em função da inutilização da amostra durante a realização da pesquisa por ter sido perfurada no ciclo número nove ao servir como embalagem de um artigo perfuro-cortante. Ressalta-se que a amostra 3B apresentou a menor gramatura inicial entre todas as amostras, isso demonstra sua maior fragilidade.



#### **5.4.1. Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C**

Pode-se observar que o Fabricante A apontou maior desvio padrão nas amostras tanto na gramatura inicial quanto na gramatura final, assim evidencia maior variação na gramatura entre suas amostras, o fabricante que obteve o menor desvio padrão inicial entre as amostras foi o Fabricante C, ou seja, demonstrou maior invariabilidade na gramatura das amostras, já o Fabricante B apresentou menor desvio padrão na gramatura de suas amostras ao término da pesquisa.

Os resultados corroboram com as conclusões de Rodrigues (2000), quando a autora afirma que existe, segundo sua tese, a perda de massa nas amostras de tecido de algodão no ciclo nº 65 de reprocessamento.

É importante destacar que segundo informações dos fabricantes, no momento da venda as amostras dos fabricantes A e B possuíam gramatura 210  $\pm$  5%. E as amostras do fabricante C possuíam gramatura 260  $\pm$  5%.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas cita na NBR 13917 de 1997 a gramatura do tecido de algodão a ser utilizado como embalagem no processo de esterilização, o tipo T1 com gramatura 210  $\pm$  5%, enquanto que para T2 gramatura 260  $\pm$  5%.

#### **5.5. Contagem dos fios**

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir da contagem dos fios por  $\text{cm}^2$  das amostras do Fabricante A, B e C. Para realização da contagem de fios, foram utilizadas as amostras após a primeira lavagem (retirada da goma), os resultados estão apresentados no Quadro 5.5.1.

Quadro 5.5.1. Resultados da contagem de fios na trama e urdume das amostras.

Fabricante	Amostras	Trama fios / cm <sup>2</sup>	Urdume fios / cm <sup>2</sup>	Total fios / cm <sup>2</sup>	Média fios / cm <sup>2</sup>	Desvio Padrão
A	1	19	36	55	47,66	5,43
	2	19	27	46		
	3	15	27	42		
B	1	19	33	52	49,66	1,69
	2	19	29	48		
	3	19	30	49		
C	1	20	31	51	49,33	1,69
	2	19	28	47		
	3	20	30	50		

Os resultados encontrados no quadro acima vêm ao encontro da afirmação de Fuziwara (2014) quando informa que geralmente os tecidos de algodão têm mais fios no sentido do urdume que no sentido da trama.

Observa-se também que a amostra que possui maior quantidade de fios por cm<sup>2</sup> é a amostra 1A e a amostra que possui menor quantidade de fios por cm<sup>2</sup> é a amostra 3A.

### 5.5.1 Comparação de Resultados Fabricantes A, B e C

Diante dos resultados encontrados, pode-se afirmar que todas as amostras de todos os fabricantes estão em conformidade com as orientações da legislação brasileira (NBR 14028) apontadas por SOBECC (2013) que indica que para embalar os materiais médico-cirúrgicos, é recomendada uma textura de composição 100% algodão de 40 a 56 fios por cm<sup>2</sup>.

No que diz respeito ao desvio padrão das amostras, os Fabricantes B e C demonstraram resultados iguais, enquanto que o Fabricante A apresentou resultado superior, indicando que suas amostras apresentaram um comportamento mais heterogêneo durante a contagem de fios na trama e urdume.

## 5.6. Levantamento de custos

Para realizar o levantamento de custos gerados no processo de esterilização que utiliza embalagem de tecido de algodão foram considerados os ciclos de lavagem, secagem e autoclavação. Estes foram realizados três vezes por semana na Unidade.

Os itens compreendidos para a formação do custo foram o consumo de energia elétrica, consumo de água, insumos utilizados e tempo do profissional destinado para desenvolvimento das atividades em cada um dos processos.

O valor cobrado pelo consumo de energia elétrica foi calculado com base na fatura com vencimento em fevereiro/2016, assim pegou-se o valor total da fatura e dividiu-se pela quantidade de kWh consumido, obtendo-se o valor de R\$ 0,75 kWh.

O valor cobrado pelo consumo de água foi calculado com base na fatura com vencimento em fevereiro/2016, assim pegou-se o valor total da fatura e dividiu-se pela quantidade de m<sup>3</sup> consumido, obtendo-se o valor de R\$ 4,22 m<sup>3</sup> e dividiu-se novamente por 1000 para identificar o valor cobrado por litro de água, chegando-se ao valor de R\$ 0,0042 m<sup>3</sup>.

Quanto aos valores pagos pelos insumos utilizados nos processos, foram obtidos junto ao setor de compras do Município de Nova Prata, pois foram adquiridos através de licitação pública. Os insumos são: sabão (R\$ 10,15 Kg) e água destilada (R\$ 9,00 L).

Os custos com depreciação dos equipamentos de lavar, secar, e a seladora foram calculados com base nos dados fornecidos pelo setor de compras do Município, que informou o valor e a data de compra dos equipamentos, sendo R\$ 1.055,00 (lavadora de roupas) e R\$ 1.513,00 (secadora de roupas) ambas adquiridas em 2014. Já a seladora foi adquirida em 2012 no valor de R\$ 139,00. Assim, deve-se considerar que a taxa de depreciação anual é de 10% e a vida útil dos equipamentos é de 10 anos.

O custo dos recursos humanos envolvido no processo foi fornecido pelo setor de Recursos Humanos do Município, com base no ano de 2015, incluindo todos os encargos trabalhistas existentes e foram realizados os seguintes cálculos: um profissional técnico em enfermagem que trabalha 44 horas semanais custa R\$ 36.763,31 ano que corresponde a R\$ 3.063,60 mês, dividindo-se por 220 horas mensais, o profissional custa R\$ 13, 92 hora.

Deve-se considerar o seguinte fator para o cálculo de custo: o tempo do profissional envolvido para essa atividade, por isso, nas Figuras 5.6.1 e 5.6.2 são apresentadas os fluxos dos processos de esterilização para as embalagens descartáveis e as reutilizáveis.

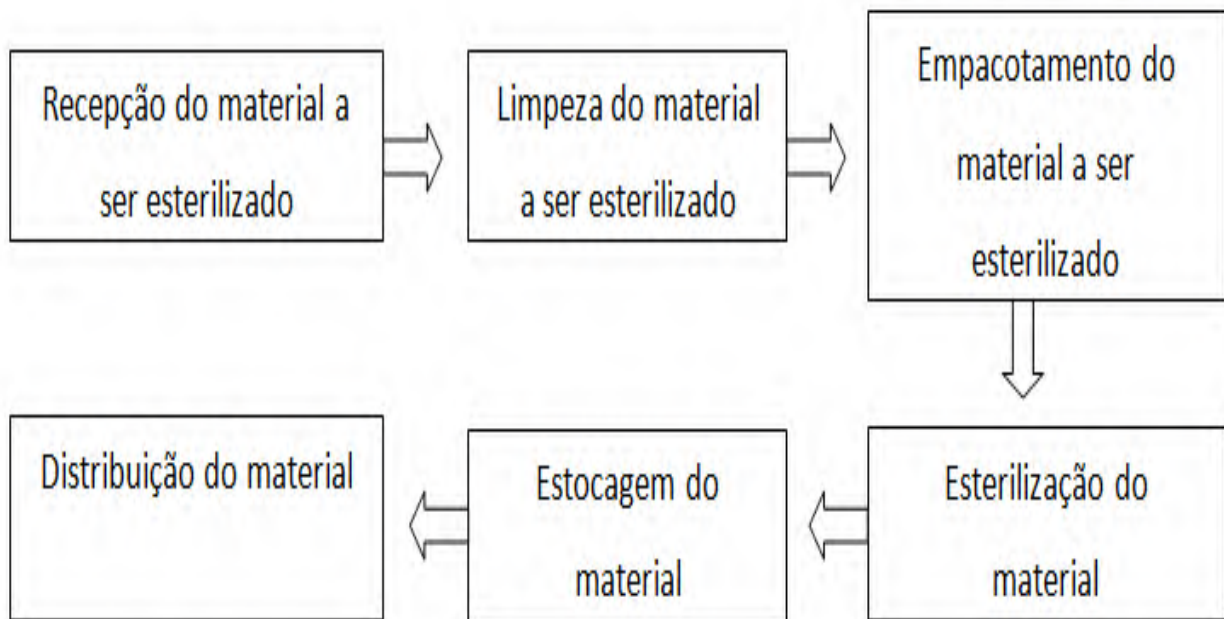


Figura 5.6.1 Fluxo de esterilização de materiais com embalagem descartável

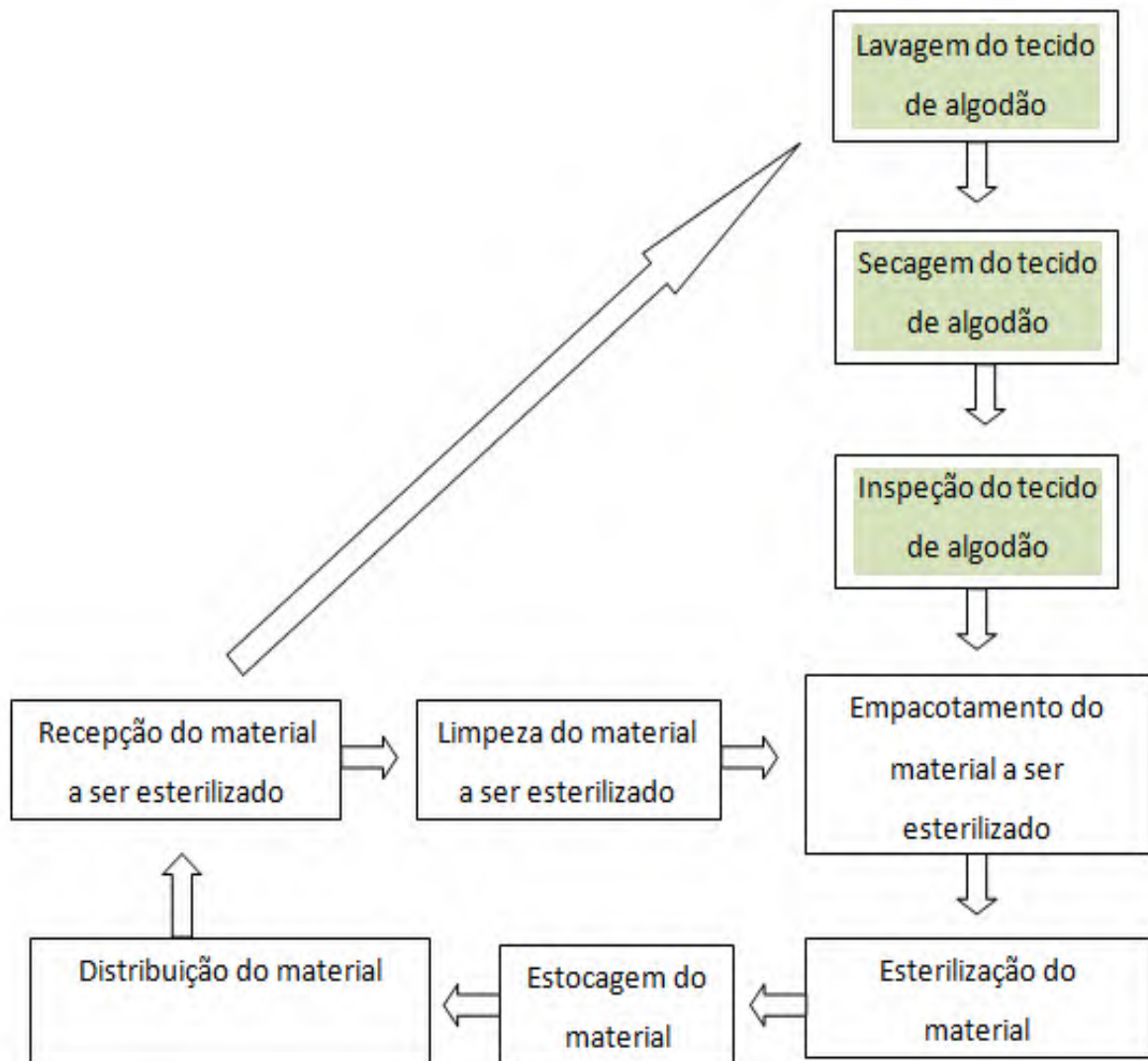


Figura 5.6.2 Fluxo de esterilização de materiais com embalagem reutilizável

Nota-se que no fluxo de esterilização de materiais com embalagem reutilizável aumentaram três momentos no processo de esterilização, estes foram calculados como tempo gasto pelo profissional e convertidos em custo. O profissional responsável pela realização dos processos de esterilização da Unidade forneceu o tempo estimado para realização das atividades de preparo para lavagem, secagem e inspeção.

Para o processo de lavagem, deve-se considerar que em função do volume de tecidos, o equipamento era programado no nível médio de água, e o ciclo completo durava 80 minutos. Conforme o Quadro 5.6.1 é possível verificar o custo de cada lavagem.

Quadro 5.6.1. Custo da lavagem.

Item	Consumo a cada ciclo lavagem	Custo R\$
Água/ litros	172	0,72
Energia elétrica/kWh	0,46	0,35
Tempo Funcionário/ minutos	25	5,75
Sabão/g	200	2,03
<b>Total</b>		<b>8,85</b>

No processo de secagem, o equipamento era programado para trabalhar com sua capacidade reduzida, ou seja, pela metade que equivale a cinco quilos e seu ciclo completo durava sessenta minutos. No Quadro 5.6.2. identifica-se o custo da secagem.

Quadro 5.6.2. Custo da secagem.

Item	Consumo a cada ciclo secagem	Custo (R\$)
Energia elétrica/kWh	4,8	3,60
Tempo Funcionário/ minutos	20	4,60
<b>Total</b>		<b>8,20</b>

Na etapa de inspeção, o profissional verifica se o tecido não está com remendos, rasgos, perfurações, desgaste ou qualquer outra alteração que comprometa a função de barreira, caso encontre, a utilização deverá ser suspensa. No Quadro 5.6.3. encontra-se o tempo gasto pelo profissional e o custo nesta etapa.

Quadro 5.6.3. Custo da inspeção.

Item	Consumo a cada ciclo secagem	Custo R\$
Tempo Funcionário/ minutos	20	4,60
<b>Total</b>		<b>4,60</b>

O processo de esterilização ou autoclavação foi realizado completamente em trinta minutos e trabalhava com sua capacidade máxima, sempre respeitando as indicações do fabricante. No Quadro 5.6.4. está apresentado o custo da autoclavação.

Quadro 5.6.4. Custo da autoclavação.

Item	Consumo a cada ciclo autoclavação	Custo R\$
Água destilada / litros	3,5	31,50
Energia elétrica/kWh / ciclo	1,0	0,75
Tempo Funcionário/ minutos	25	5,75
<b>Total</b>		<b>38,00</b>

No uso de embalagens descartáveis (papel grau cirúrgico) se faz necessária a utilização de um equipamento para selar a embalagem, neste caso, a Unidade possui um equipamento da Marca Plastiba Modelo 360-T3-M, como pode ser visualizado no Quadro 5.6.5.

Quadro 5.6.5. Custo do processo de selagem.

Item	Consumo a cada processo de selagem	Custo R\$
Energia elétrica/kWh	0,5	0,38
Tempo Funcionário/ minutos	30	6,90
<b>Total</b>		<b>7,28</b>

Após o levantamento de todos os custos mencionados acima, foi realizado um levantamento com as quantidades de embalagens descartáveis utilizadas durante os processos de esterilização com os valores pagos por essas embalagens, as informações foram fornecidas pelo setor de enfermagem e pelo setor de compras do Município, com base no ano de 2015, conforme Quadro 5.6.6. No quadro também consta o custo da embalagem reutilizável (campo de tecido de algodão), sendo adquiridas 9 peças tamanho 60X60 cm em três fabricantes distintos, assim, se fez uma média com os valores das aquisições.

Quadro 5.6.6. Custo da embalagem descartável e reutilizável.

Embalagem descartável		
Item	Consumo anual (base 2015)	Custo R\$
Papel grau cirúrgico	1 bobina 40 cmX100 mt	316,8
<b>Total</b>		<b>316,8</b>
Embalagem reutilizável		
Item	Custo unitário R\$	
Campo de tecido de algodão 60X60 cm	12,32	
<b>Total</b>	<b>12,32</b>	

Segundo informações do setor de enfermagem responsável pela esterilização de materiais, são realizados 3 processos de esterilização por semana, em cada processo são acomodados em média 8 pacotes com material para esterilizar no equipamento, o que corresponde a 180 processos/ano e, 1440 pacotes/ano. Considerando a demanda de material esterilizado e o tempo de esterilidade do material em estoque, que segue as normas da ANVISA, se o Município optasse pela substituição da embalagem descartável pela reutilizável, com base nos dados da pesquisa realizada por Rodrigues (2000) que afirma que o tecido de algodão pode ser reutilizado em até 65 autoclavações, seriam necessários 23 campos de tecido de algodão.

Quadro 5.6.7. Custo da depreciação.

Embalagem reutilizável	Custo anual R\$
Depreciação Máquina de lavar	105,50
Depreciação Máquina de secar	151,30
Depreciação Seladora	13,90
<b>Total</b>	<b>256,80</b>

É importante destacar que não foram considerados os custos com alguns itens, como, manutenção preventiva da autoclave, fita indicadora de esterilização e indicadores de testes biológicos para verificar a eficiência da esterilização da autoclave, e que esses itens constam na mesma proporcionalidade tanto no processo que utiliza embalagem descartável como no processo que utiliza embalagem reutilizável.

Quanto às máquinas de lavar e secar, não foram considerados os custos de manutenção preventiva visto que a Instituição não possui nenhum tipo de



contrato para a realização do serviço, sendo realizada somente manutenção corretiva quando necessária.

O Quadro 5.6.8. apresenta o resumo do custo anual da utilização da embalagem descartável e embalagem reutilizável.

Quadro 5.6.8. Custo anual da utilização da embalagem descartável e reutilizável.

<b>Custo anual da utilização da embalagem descartável</b>	
<b>Item</b>	<b>Custo R\$</b>
Papel grau cirúrgico (1 bobina)	316,80
Autoclavação	6.840,00
Selagem	1.310,40
Depreciação de equipamento	13,90
<b>Total</b>	<b>8.481,10</b>
<b>Custo anual da utilização da embalagem reutilizável</b>	
<b>Item</b>	<b>Custo R\$</b>
Tecido de algodão (23 campos)	283,36
Lavagem	1.593,00
Secagem	1.476,00
Inspeção	828,00
Autoclavação	6.840,00
Depreciação de equipamentos	256,80
<b>Total</b>	<b>11.277,16</b>

Com base nas informações obtidas nos custos, pode-se considerar que é vantajosa a utilização de embalagens descartáveis nos processos de esterilização de materiais quando analisado o valor anual. Na sequência, será apresentado o Quadro 5.6.9. que aborda o cenário por processo, considerando 180 processos no ano:

Quadro 5.6.9. Custos do processo com a utilização da embalagem descartável e reutilizável.

<b>Custos do processo com a utilização da embalagem descartável</b>	
<b>Item</b>	<b>Custo R\$</b>
Papel grau cirúrgico (8 embalagens)	1,76
Autoclavação	38,00
Selagem	7,28
Depreciação de equipamento	0,07
<b>Total</b>	<b>47,11</b>
<b>Custos do processo com a utilização da embalagem reutilizável</b>	
<b>Item</b>	<b>Custo R\$</b>
Tecido de algodão (8 campos)	1,52
Lavagem	8,85
Secagem	8,20
Inspeção	4,60
Autoclavação	38,00
Depreciação de equipamentos	1,42
<b>Total</b>	<b>62,59</b>

Observa-se que o consumo anual de embalagem descartável é de 1 bobina de papel grau cirúrgico e seu custo é R\$ 316,80, considerando que são utilizadas 1440 embalagens por ano, o custo unitário fica em R\$ 0,22. E quanto às embalagens de tecido de algodão, considerando que o custo unitário é R\$ 12,32 e que o mesmo será reprocessado 65 vezes, então se divide o custo pelo número de reprocessamentos e, assim, chega-se ao valor da embalagem por reprocessamento que será R\$ 0,19.

Após as considerações acima, é possível constatar um aumento anual de R\$ 2.553,16 nos custos caso a Instituição realize a substituição de embalagens no processo de esterilização, essa informação vem ao encontro dos resultados encontrados por Tomé (2014), que em um estudo de caso desenvolvido em um hospital de porte médio de São Paulo que terceirizava parte do seu processo de

esterilização (a lavanderia), a autora concluiu que se o hospital optasse em utilizar lavanderia própria acarretaria em um aumento de custo médio mensal de R\$ 33.226,51 para a instituição.

Porém Mizusaki, Possari e Araújo (2004) discordam já que em outro estudo realizado em um hospital de porte especial que comparou os custos referentes ao reprocessamento dos campos de tecido de algodão e os de aquisição dos campos descartáveis, os autores concluíram que é viável a substituição do ponto de vista financeiro, visto que a quantia gasta para cada reprocessamento seria R\$ 17,60 enquanto que para a aquisição de campos descartáveis seria R\$ 56,00.

Neste ponto, deve-se atentar para as instituições em análise, pois esta pesquisa tem como foco uma Unidade Básica de Saúde, e os autores supracitados avaliaram hospitais de porte médio e especial.

## 6. CONCLUSÕES

A presente pesquisa permitiu chegar às seguintes conclusões:

- Após a verificação das transformações ocorridas durante 65 ciclos de esterilizações, foi possível identificar que existe diferença no comportamento de degradação das amostras de tecido de algodão não somente entre os fabricantes A, B e C como também entre as amostras produzidas por cada fabricante;
- Pelas imagens geradas por microscopia eletrônica, as amostras do fabricante A obtiveram os melhores resultados, pois demoraram mais para soltar suas fibras, ficando mais evidente a degradação a partir do reprocessamento 60 e 65;
- No ensaio de resistência à tração e alongamento a amostra do fabricante C apresentou o melhor desempenho suportando maior força até o momento de ruptura;
- Na pesquisa, nenhuma das amostras apresentou conformidade com a NBR 13917 de 1997 no que diz respeito à gramatura inicial. Vale ressaltar que a análise da gramatura inicial foi realizada após a primeira lavagem, ou seja, após a retirada do amido do tecido;
- No que diz respeito a contagens dos fios, todas as amostras estavam em conformidade com as indicações da legislação brasileira;

- Sobre impacto no custo quando o tecido de algodão substitui a embalagem descartável, fica evidenciado que para estrutura de uma Unidade Básica de Saúde, torna-se mais vantajosa a utilização de embalagens descartáveis, pois o aumento anual no custo do processo de esterilização seria de 24,7% para a Unidade Básica de Saúde Central, e vale ressaltar que o Município possui um total de seis Unidades.
- Com este levantamento pode-se comparar, através da revisão bibliográfica, os custos gerados pela substituição da embalagem descartável pela reutilizável em estabelecimentos de saúde com diferentes estruturas, desde uma Unidade Básica de Saúde, passando por um hospital de porte médio, finalizando ao hospital de porte especial e, pode-se concluir que quanto maior a demanda por embalagem, maiores serão as vantagens na utilização da embalagem de tecido de algodão, pois os custos serão diluídos;
- Por fim, outra conclusão a que se pode chegar é que os fornecedores de tecido de algodão para esterilização de materiais sentem-se inseguros em disponibilizar informações sobre seu produto, existe pouca normatização sobre a temática, e o consumidor não recebe orientações nem garantias por parte do fabricante na escolha do tecido.

## **7. PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como proposta para trabalho futuro sugere-se uma análise aprofundada da efetividade da embalagem de tecido de algodão como barreira microbiana em diferentes marcas de tecido de algodão, visto que a presente pesquisa comprovou alterações físicas e mecânicas no comportamento das amostras dos três fabricantes após realização dos testes em diferentes estágios de reprocessamento.

Sugere-se também a realização de um estudo para avaliar os impactos causados pelo descarte das embalagens descartáveis no meio ambiente, pois elas possuem os mais variados tipos de composição.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M; MELO E CASTRO, E.M. **Manual de Engenharia Textil**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbekian, 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10591: Materiais Têxteis-determinação da gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro, 2008.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 13371: Materiais Têxteis-determinação da espessura. Rio de Janeiro, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 14028: roupa hospitalar-confecção de campo duplo. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 13917: Material têxtil - Tecido plano de 100% algodão para roupas profissionais e uniformes. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 12546: Materiais têxteis - Ligamentos fundamentais de tecidos planos - Terminologia. Rio de Janeiro, 1991.

Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT). **Cartilha de Costurabilidade, Uso e Conservação de Tecidos para Decoração**. Comitê de Tecidos para Decoração da ABIT Segunda Edição, 2011.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. ANVISA Publicações Eletrônicas. 2012. Website: <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/segurancadopaciente/documentos/rdcs/RDC%20N%C2%BA%2015-2012.pdf>. Diário Oficial da União - Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brasil, de 19/03/2012. Acesso em: 03/09/2014.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 156, de 11 de agosto de 2006. Dispõe sobre o registro, rotulagem e re- processamento de produtos médicos, e dá outras providências. ANVISA Publicações Eletrônicas. 2006. Website: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a8d2c7804745973f9fa0df3fbc4c6735/RDC+N%C2%B0+156-2006.pdf?MOD=AJPERES>. . Diário Oficial da União - Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brasil, de 07/08/2006. Acesso em: 03/09/2014.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 2605, de 11 de agosto de 2006. Estabelece a lista de produtos médicos enquadrados como de uso único, proibidos de ser reprocessados. ANVISA Publicações Eletrônicas. 2006. Website: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f6afe5004745772884e1d43fbc4c6735/RE+N%C2%B0+2605,+DE+11+DE+AGOSTO+DE+2006.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 03/09/2014.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 307, de 14 de novembro de 2002. Altera a Resolução - RDC nº 50 de 21 de fevereiro de 2002 que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. ANVISA Publicações Eletrônicas. 2002. Web site: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/3f54b800474597439fb7df3fbc4c6735/RDC+N%C2%BA+307-2002.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 27/10/2014.

BRASTEMP. **Manual do Consumidor**: Lavadora de Roupas 10Kg.

BRASTEMP. **Manual do Consumidor**: Secadora Intelligent 10Kg.

CARDOSO, T. V.. **Limpeza, desinfecção, esterilização de materiais**. Porto Alegre: Hospital São Lucas, 1984. 93 p.

CASTILHO, V.; CASTRO, L. C.; COUTO, A. T.; MAIA, F.O.M.; SASAKI, N.Y.; NOMURA, F.H.; et al. Survey of the major sources of waste in the health care units of a teaching hospital. IN: Revista da Escola de Enfermagem USP, São Paulo, 2011;45(n.esp):1613-20. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45nspe/en\\_v45nspea12.pdf](http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45nspe/en_v45nspea12.pdf)>. Acesso em: 05 de agosto 2015.

COSTA A. O. et al.. **Esterilização e desinfecção**: fundamentos básicos, processos e controles. São Paulo: Cortez, 1993.

COUTO, R. C. et al. **Infecção hospitalar e outras complicações não-infecciosas da doença**: epidemiologia, controle e tratamento. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

DALLORA, M.E.L.V; FOSTER, A.C. **A importância da gestão de custos em hospitais de ensino**: considerações teóricas, Ribeirão Preto, 2008; 135-42.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. **Microscopia eletrônica de varredura**: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. Porto alegre: Edipucrs, 2007.

EVANGELISTA, S. S. et al. Analysis of microbial load on surgical instruments after clinical use and following manual and automated cleaning. **IN: American Journal of Infection Control**, 43 (2015) 522-7.



FERNANDES; A. T. **Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde**. São Paulo: Atheneu, 2000.

FRANCISCO, I.M.F.; CASTILHO V. The nursing and the management costs. IN: **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, 2002; 36(3): 240-4. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v36n3/v36n3a04.pdf>>. Acesso em: 05 agosto 2015.

FUZIWARA, M. **Apostila de padronagem**: introdução ao estudo da padronagem. São Paulo, Faculdade de tecnologia de Americana, 2014, 53p.

LEONAS, K.K. **Effect of laundering on the barrier properties of reusable surgical gowns**. Am. J. Infect. Control., 26, 368-374, 1998.

MEDEIROS, A. **Cálculo estrutural de tecidos planos**. São Paulo. Contêxtil, 1995.

MEDICI, A.C.. Financiamento e contenção de custos nas políticas de saúde: tendências atuais e perspectivas futuras. **Revista Planejamento Políticas Públicas**, Brasília, 1990; (4): 83-93.

MIZASAKI, T.; POSSARI, J. F.; ARAÚJO, C.C. Avaliação dos custos referents ao reprocessamento dos campos cirúrgicos simples feitos de 100% de algodão e aos campos descartáveis (não tecido). Revista SOBECC, nº 4: Outubro, 2004.

MORIYA, G. A. de A.; GRAZIANO, K. U. Sterility Maintenance Assessment of Moist/Wet Material After Steam Sterilization and 30-day Storage. IN: *Revista Latino-Americana Enfermagem*, São Paulo, 2010;Jul-Aug; 18(4):786-91.

MORTON, P. J.; CONNER, R. Implementing AORN Recommended Practices for Selection and Use of Packaging Systems for Sterilization. IN: **AORN Journal**, April 2014 Vol 99 N. 4, 495-505. Disponível em< <http://dx.doi.org/10.1016/j.aorn.2014.02.014>> Acesso em 10 out. 2015.

MOURA, M. L. P. de A. **Enfermagem em centro de materiais e esterilização**. 4. ed.São Paulo : SENAC, c1994. 63 p. : il. (Apontamentos. Saúde ; 5).

OURIQUES, C. de M. ; MACHADO, M. É. Nursing in the process of sterilization of materials. IN: **Text and Context Nursing**, July 2013, Vol.22(3), pp.695-703. Disponível em: <[http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S010407072013000300016&pid=S0104-07072013000300016&pdf\\_path=tce/v22n3/en\\_v22n3a16.pdf&lang=en](http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S010407072013000300016&pid=S0104-07072013000300016&pdf_path=tce/v22n3/en_v22n3a16.pdf&lang=en)>. Acesso em: 10 agosto 2015.

PEREIRA, G. de S. **Materiais e Processos Têxteis**. Santa Catarina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2009, 41p.

POSSARI, J. F. **Centro de material e esterilização**: planejamento e gestão. São Paulo: látria, 2005.

RODRIGUES, A. B. et al. **CME- Central de Material Esterilizado**: coordenação de rotinas técnicas. Belo Horizonte: [s.n.], 1995.

RODRIGUES, E. et al. Evaluation of the use and re-use of cotton fabrics as medical and hospital wraps. IN: **Brazilian Journal of Microbiology** (2006) 37:113-116.

RODRIGUES, E. Reutilização de campos duplos de tecido de algodão padronizado pela ABNT utilizados para embalagem de artigos medico-hospitalares na esterilização por calor úmido. São Paulo. 2000. 130. Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, Brasil.

SEAVEY, R. Sterilization Packaging Systems, Preparation and Loading for Steam Sterilization. IN: **Managing Infection Control**. December (2006) 78-97.

SERCON. **Instruções de uso**: Manual operacional Linha AHMC.

SOUZA, A. S. et al. Embalagens para esterilização: suas aplicações e recomendações na prática hospitalar. **Revista de pesquisa**: cuidado é fundamental online 2010. out/dez. 2(ed. supl.):316-319.

SOBECC-SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENFERMEIROS DE CENTRO CIRÚRGICO, RECUPERAÇÃO ANESTÉSICA E CENTRO DE MATERIAL E ESTERILIZAÇÃO. Práticas recomendadas SOBECC. 6 ed. São Paulo: Manole, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENFERMEIROS DE CENTRO CIRÚRGICO, RECUPERAÇÃO ANESTÉSICA E CENTRO DE MATERIAL E ESTERILIZAÇÃO. Práticas recomendadas SOBECC. 5. ed. São Paulo: SOBECC, 2009.

TOMÉ, M. F. **Custo do Reprocessamento de campos cirúrgicos de tecido de algodão**: um estudo de caso. São Paulo, 2014. 91p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem). Faculdade de Enfermagem, Universidade de São Paulo, Brasil.

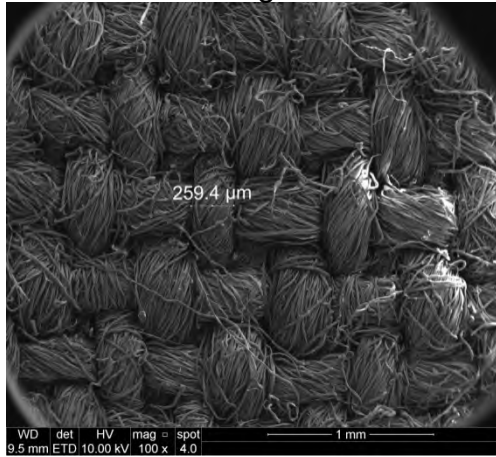
TOMÉ, M. F.; LIMA, A. F. C.. Direct cost of reprocessing cotton-woven surgical drapes: A case study. IN: **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, 2015; 49(3):494-501. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v49n3/pt\\_0080-6234-reeusp-49-03-0494.pdf](http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v49n3/pt_0080-6234-reeusp-49-03-0494.pdf)>. Acesso em: 05 agosto 2015.

**ANEXOS**

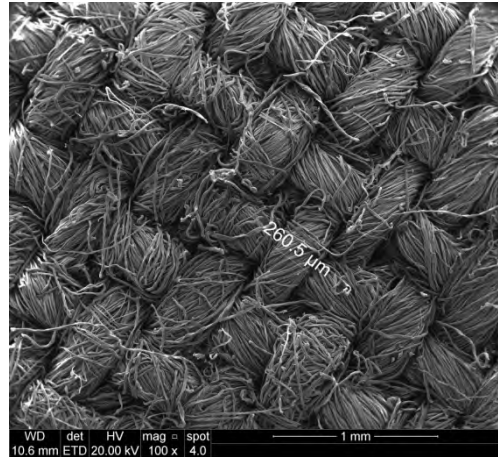
- Imagens obtidas no Microscópio Eletrônico de Varredura
- Laudos SENAI-CETIQT –Ensaio de Resistência à tração e alongamento

# AMOSTRA 1A

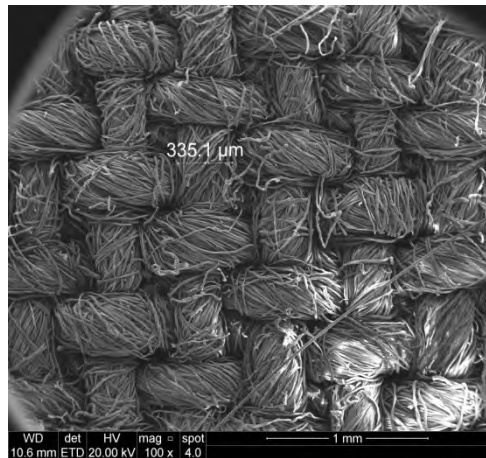
## 1ª Lavagem



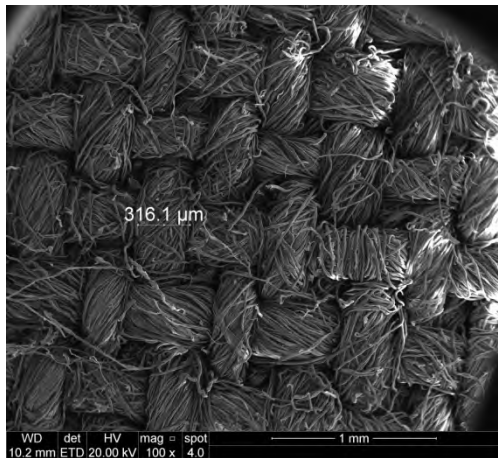
## Ciclo 5



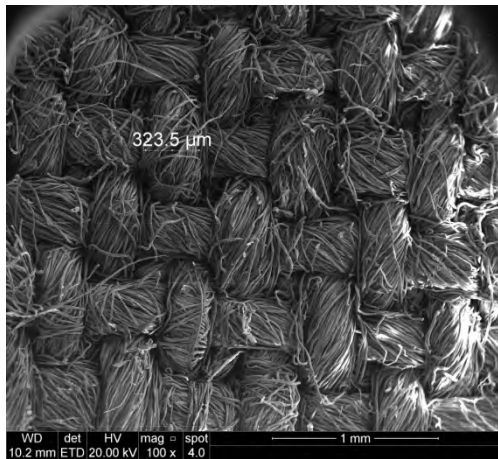
## Ciclo 10



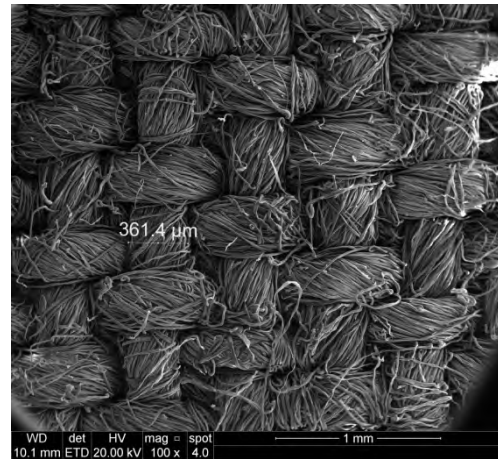
## Ciclo 15



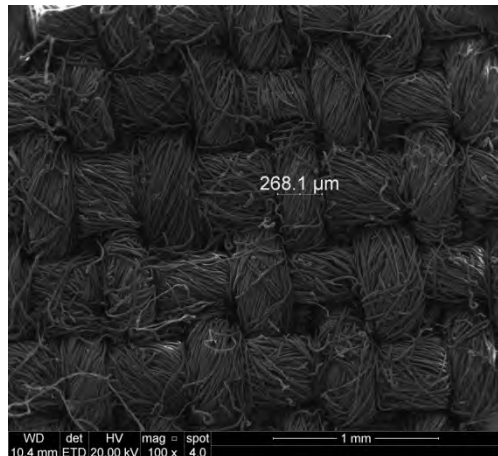
## Ciclo 20



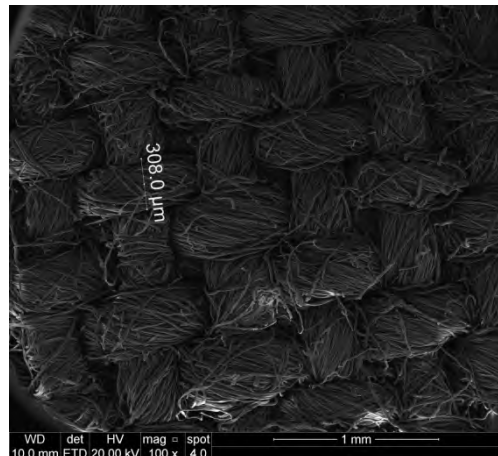
## Ciclo 25



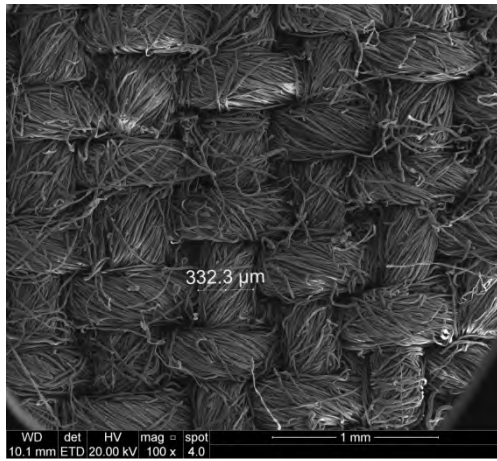
## Ciclo 30



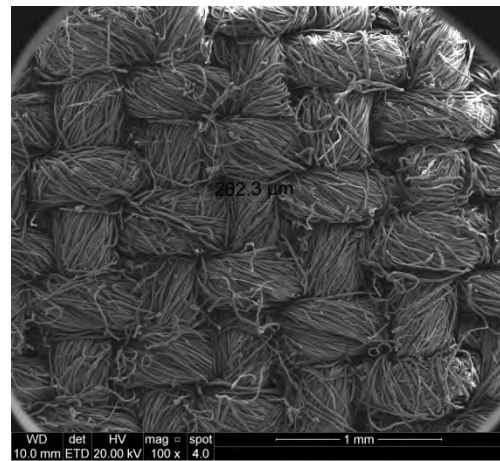
## Ciclo 35



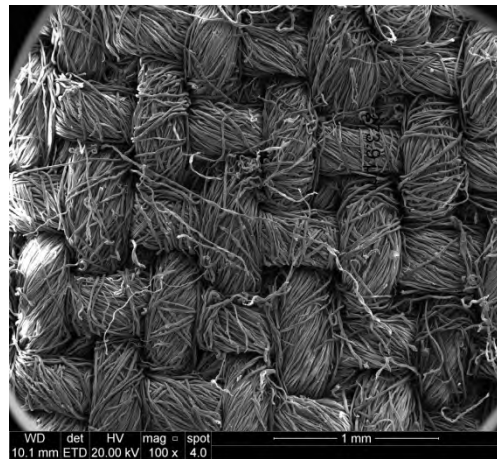
Ciclo 40



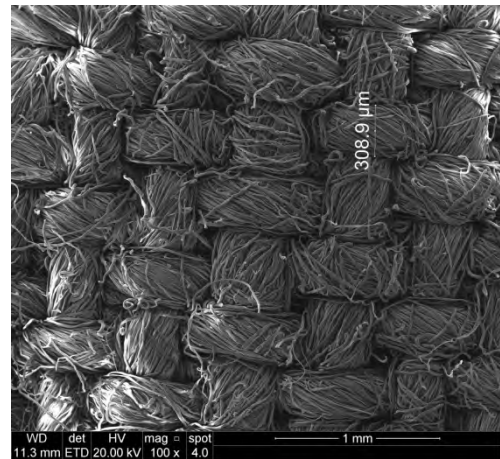
Ciclo 45



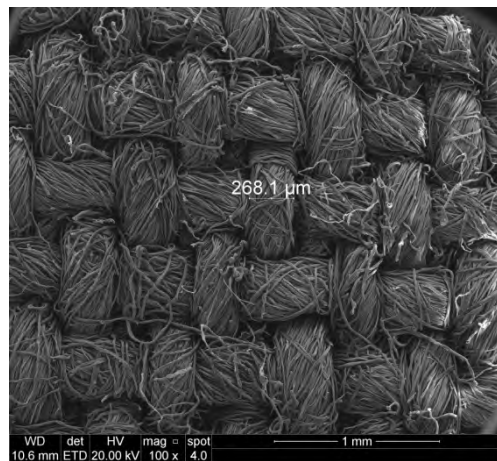
Ciclo 50



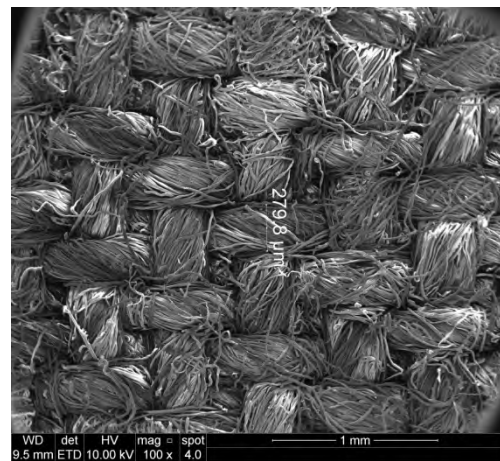
Ciclo 55



Ciclo 60

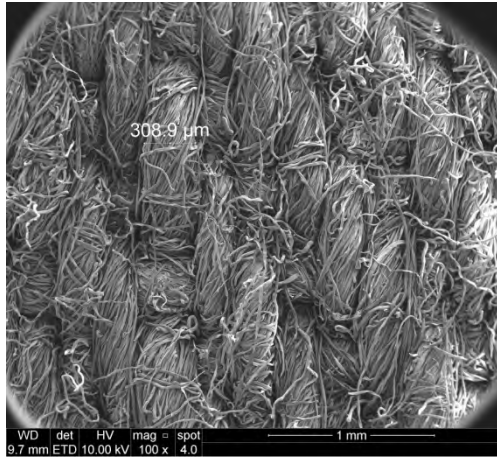


Ciclo 65

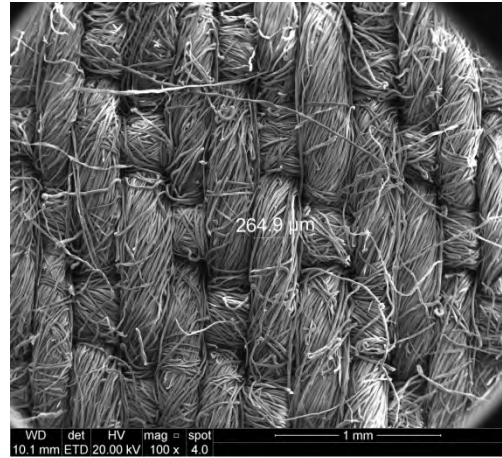


# AMOSTRA 2A

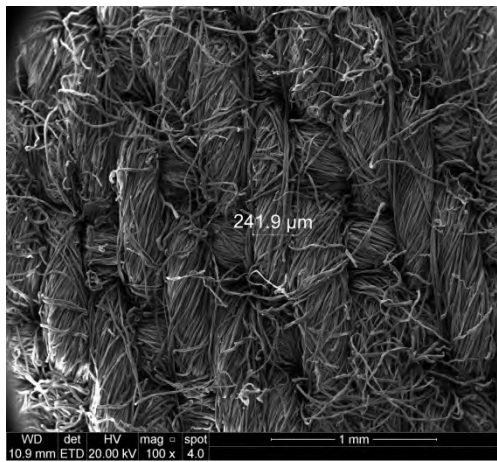
## 1ª Lavagem



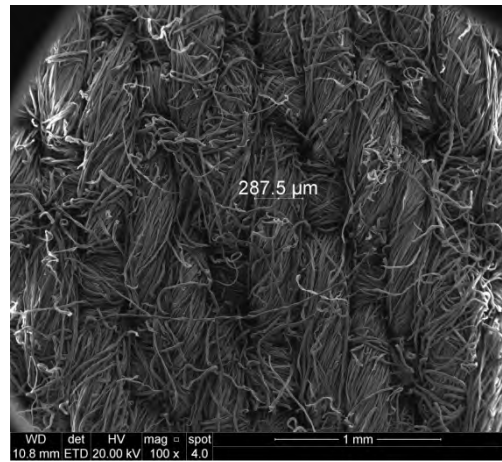
## Ciclo 5



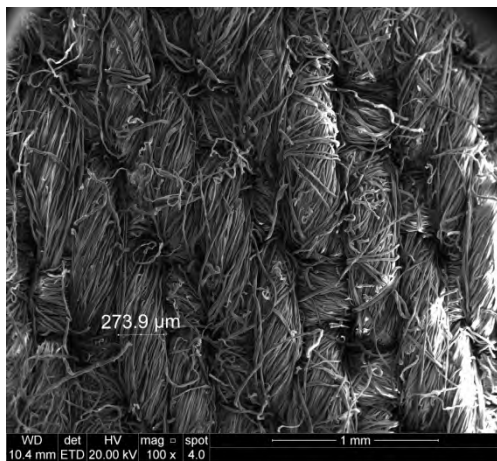
## Ciclo 10



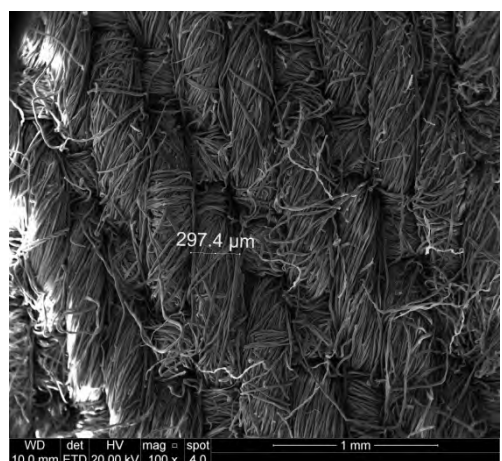
## Ciclo 15



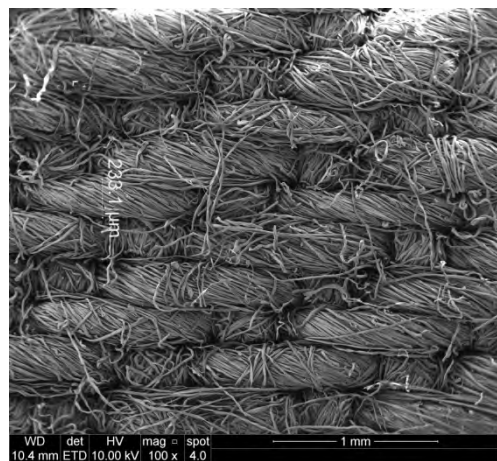
## Ciclo 20



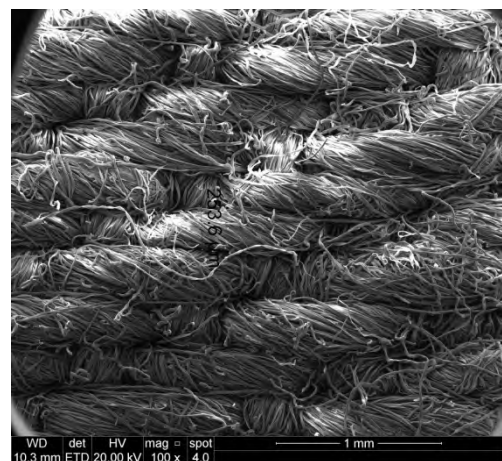
## Ciclo 25



## Ciclo 30

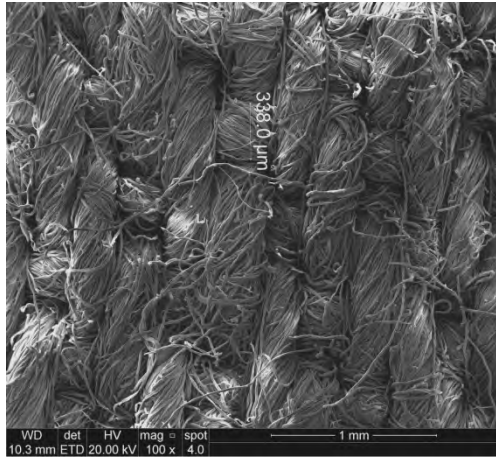


## Ciclo 35

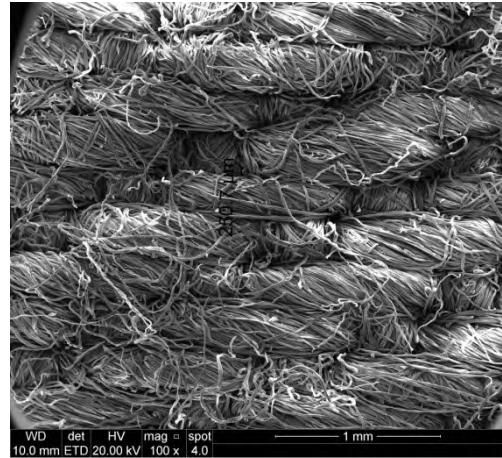




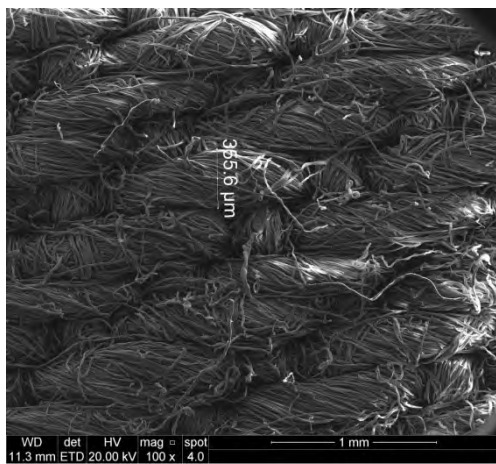
Ciclo 40



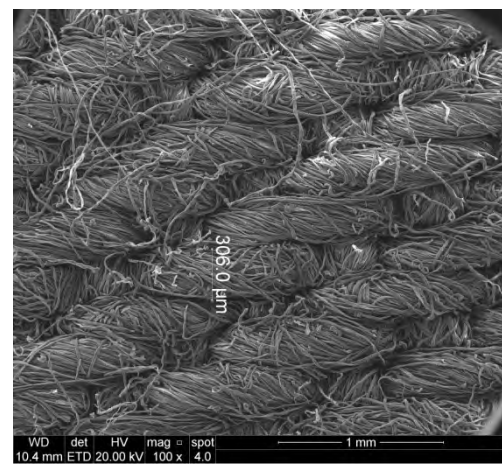
Ciclo 45



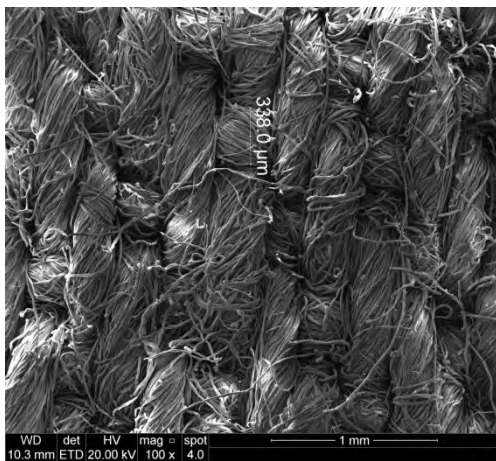
Ciclo 50



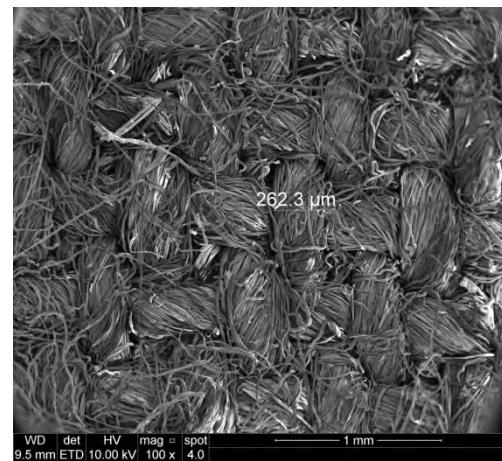
Ciclo 55



Ciclo 60

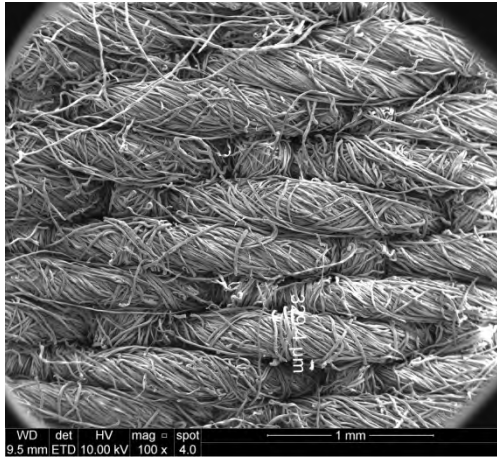


Ciclo 65

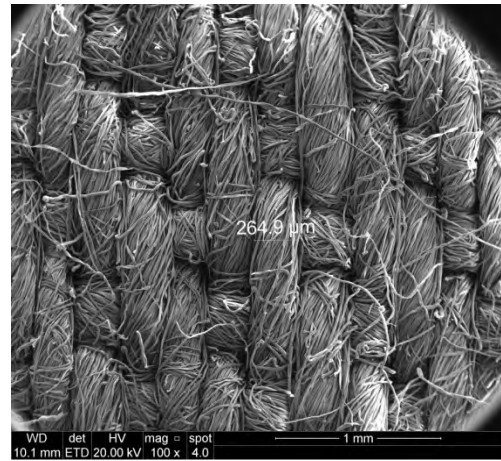


# AMOSTRA 3A

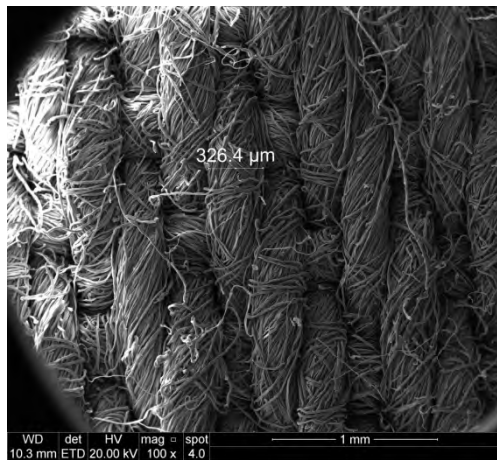
## 1ª Lavagem



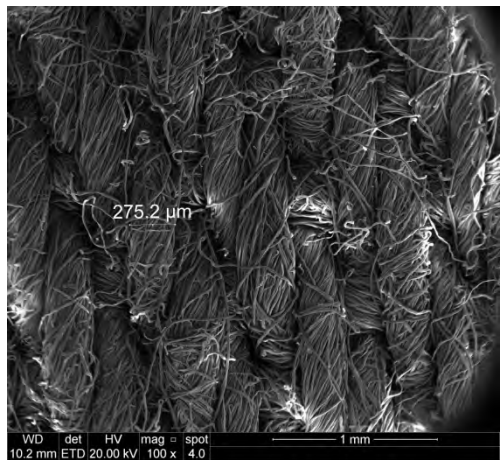
## Ciclo 5



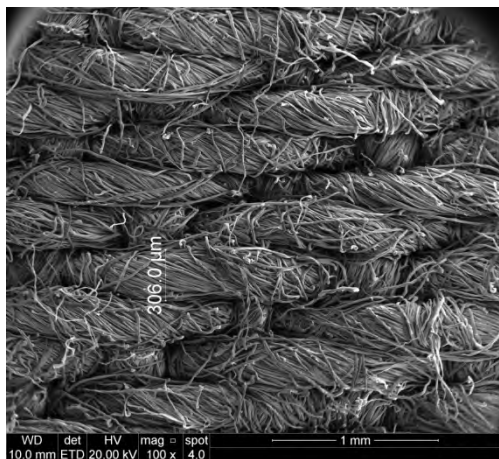
## Ciclo 10



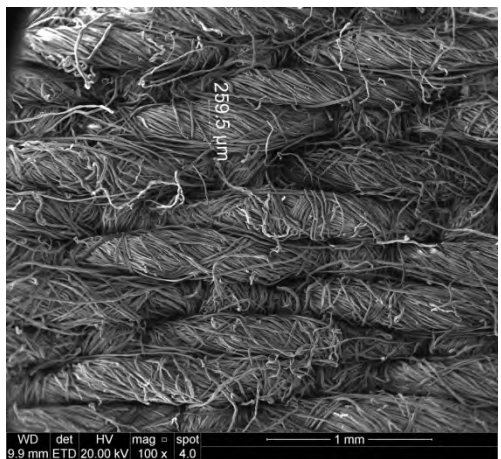
## Ciclo 15



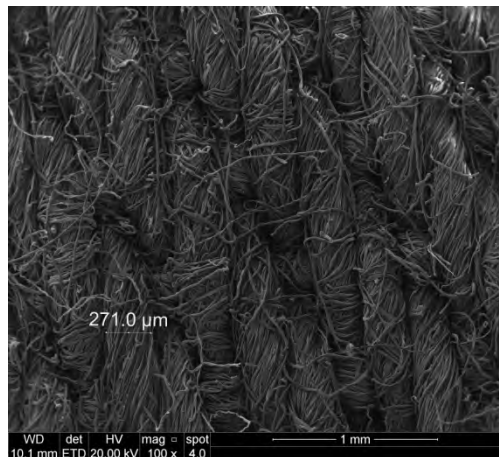
## Ciclo 20



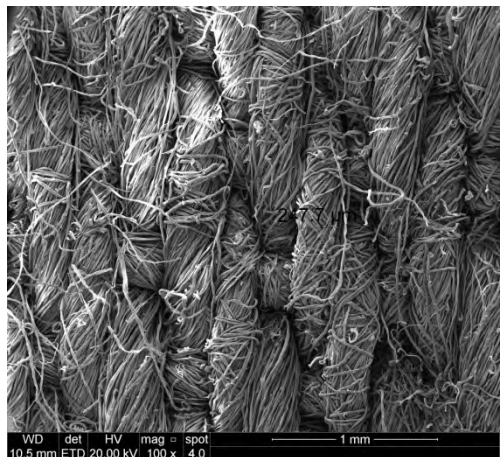
## Ciclo 25



## Ciclo 30

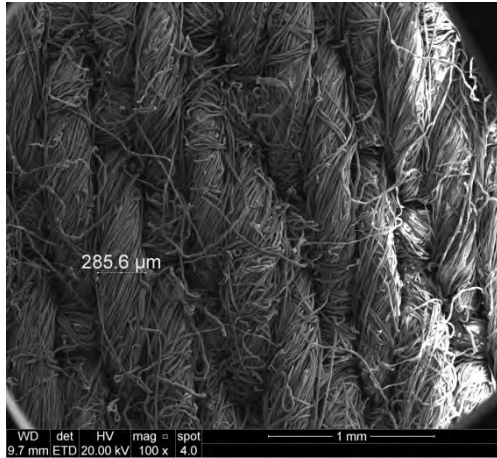


## Ciclo 35

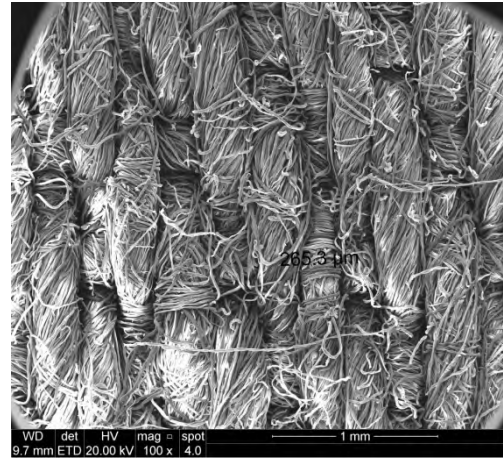




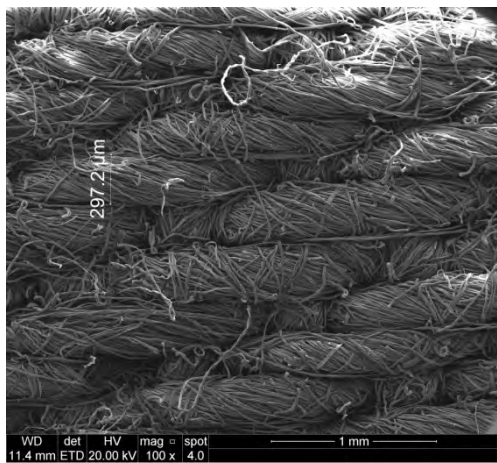
Ciclo 40



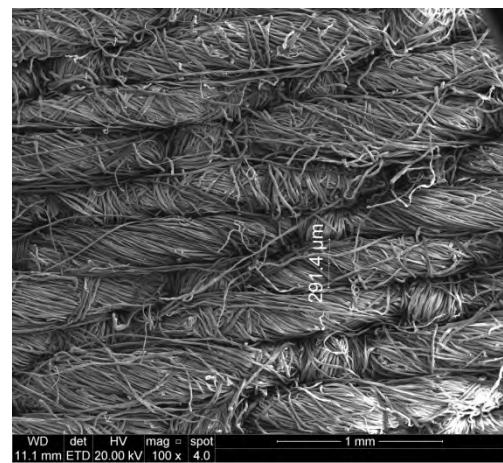
Ciclo 45



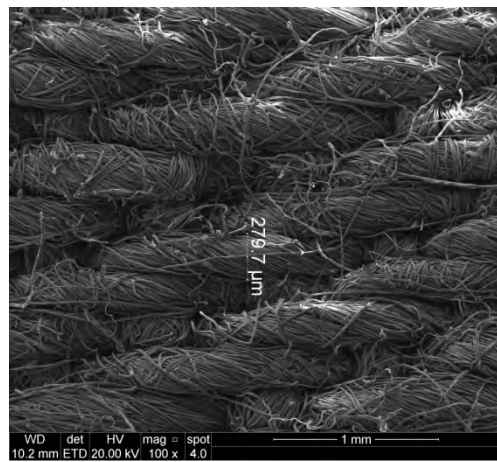
Ciclo 50



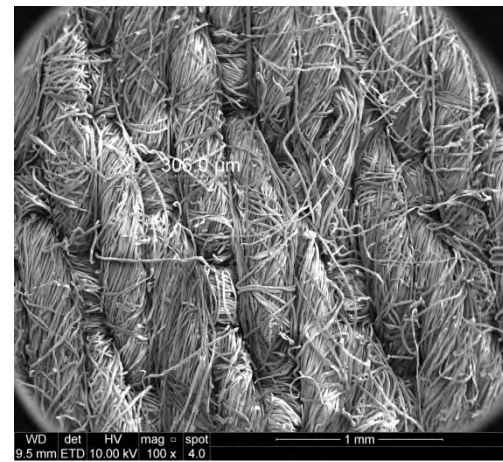
Ciclo 55



Ciclo 60

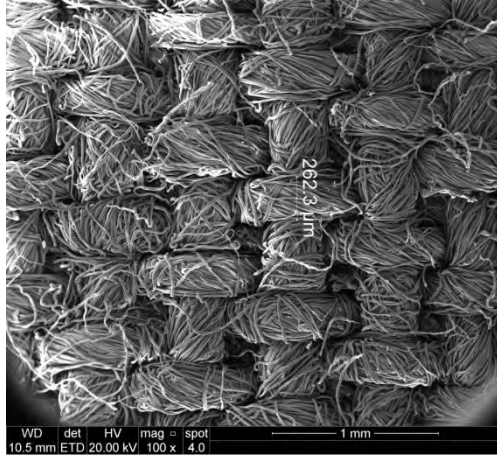


Ciclo 65

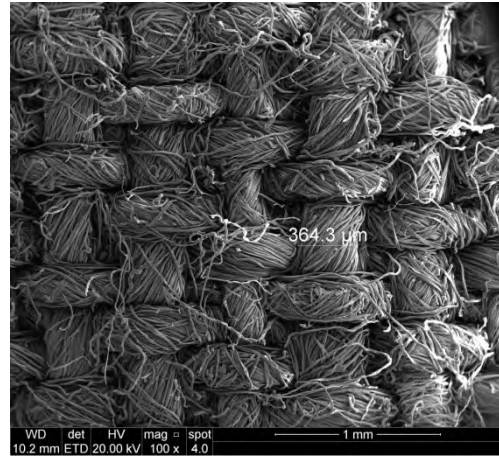


# AMOSTRA 1B

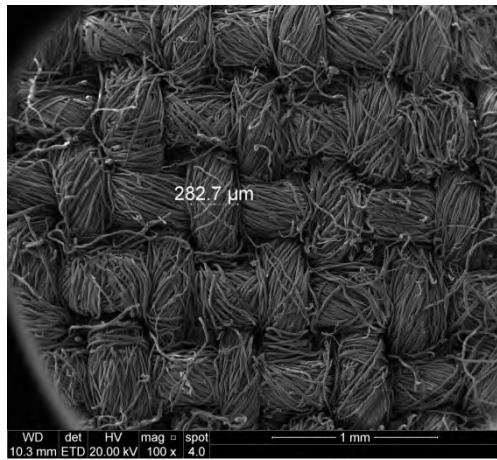
## 1ª Lavagem



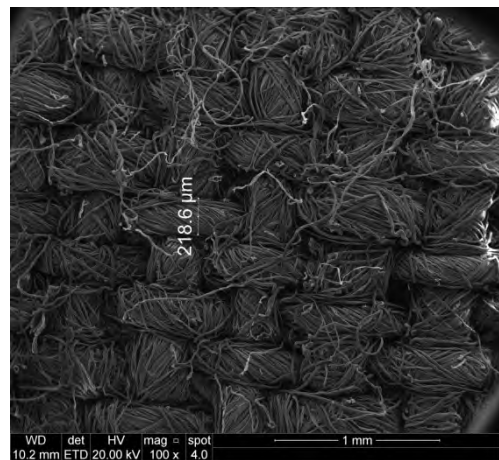
## Ciclo 5



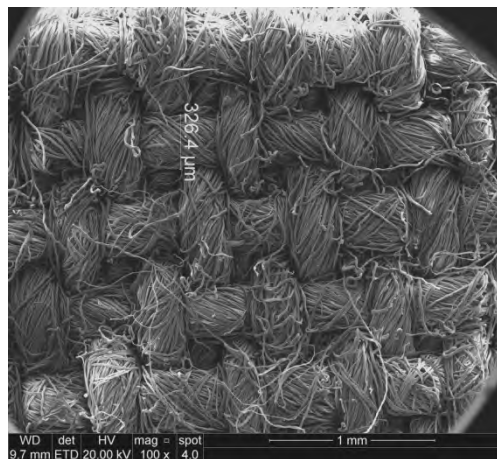
## Ciclo 10



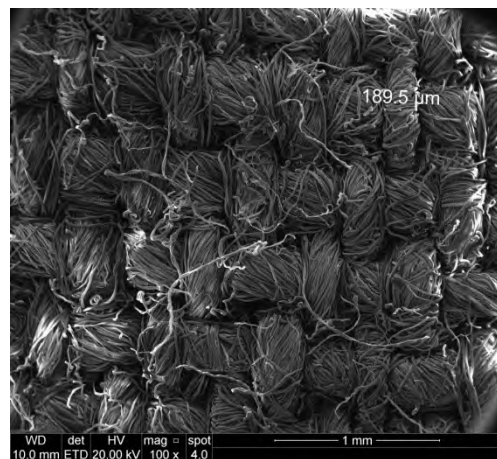
## Ciclo 15



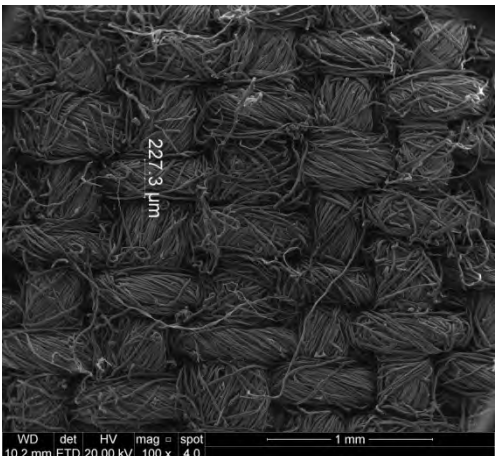
## Ciclo 20



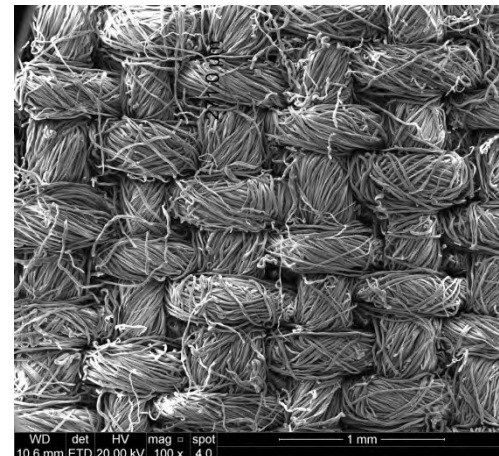
## Ciclo 25



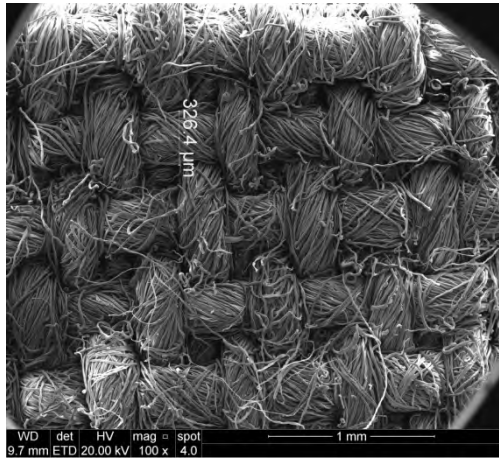
## Ciclo 30



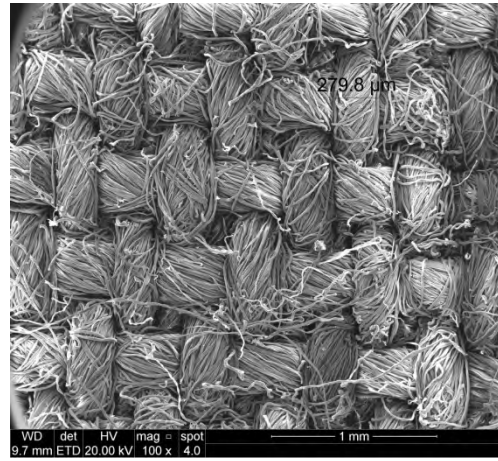
## Ciclo 35



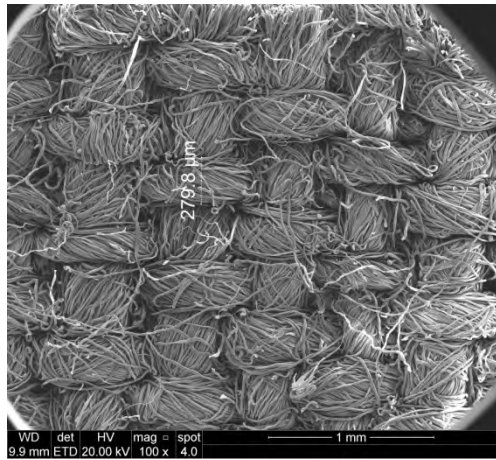
Ciclo 40



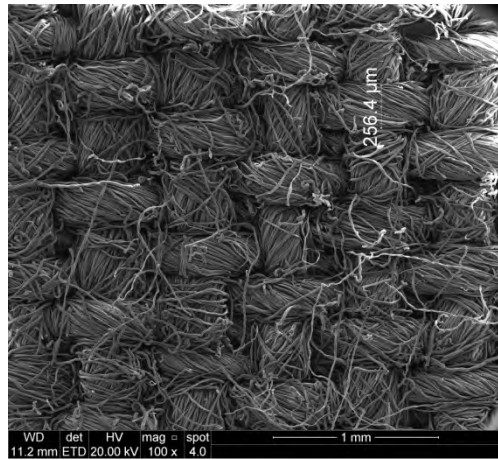
Ciclo 45



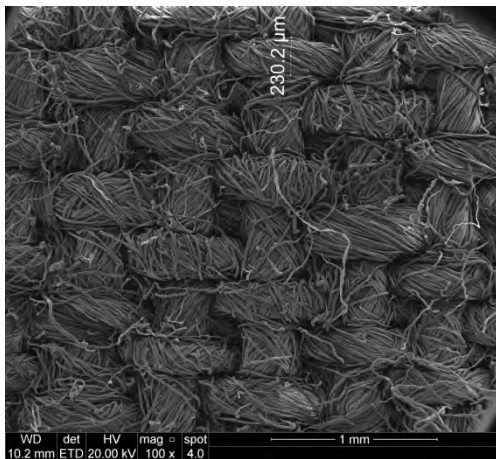
Ciclo 50



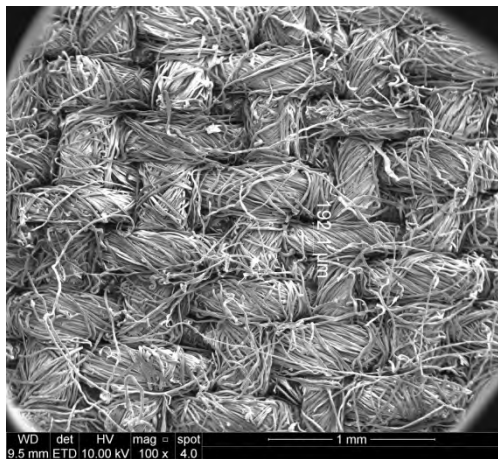
Ciclo 55



Ciclo 60



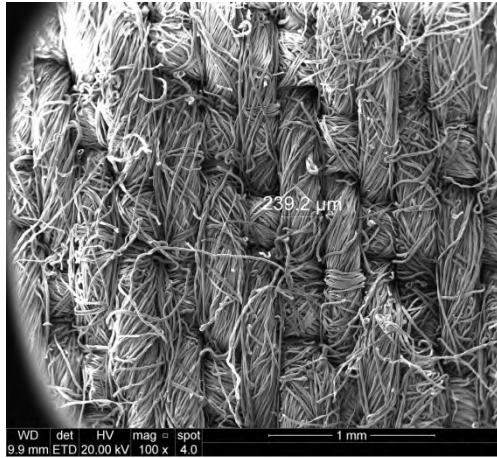
Ciclo 65



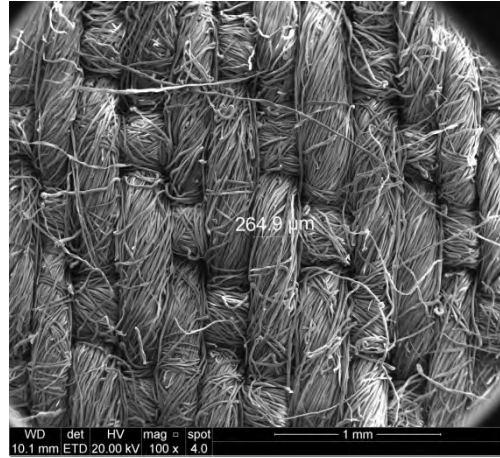


# AMOSTRA 2B

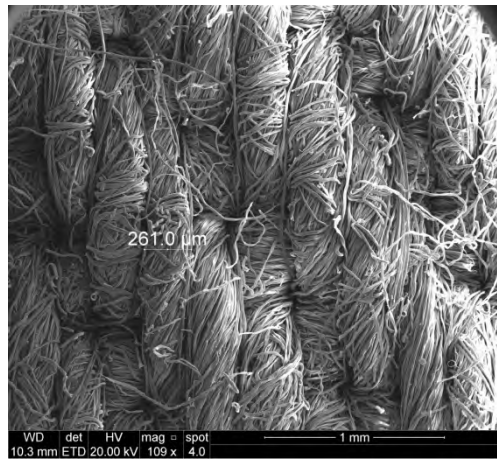
## 1ª Lavagem



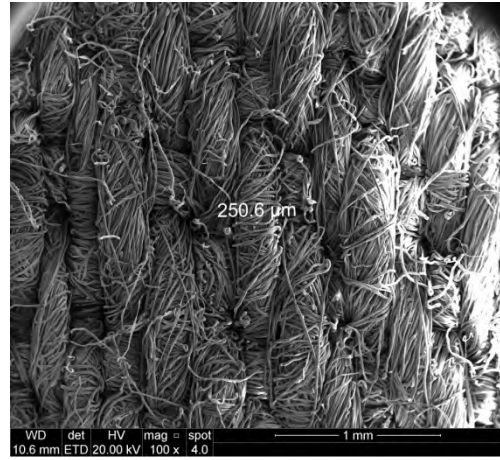
## Ciclo 5



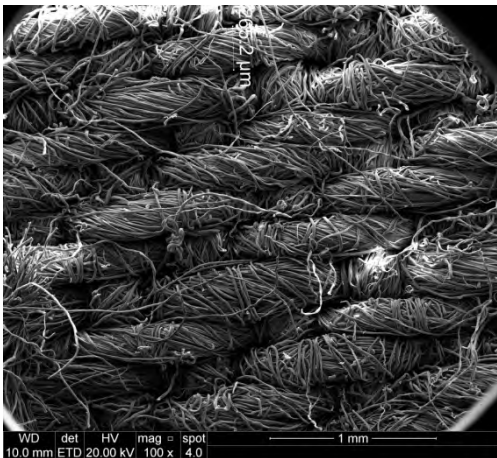
## Ciclo 10



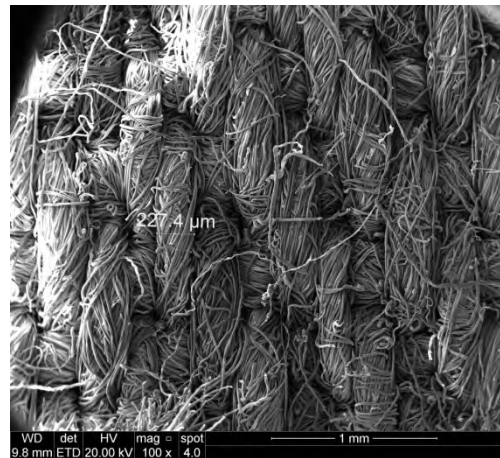
## Ciclo 15



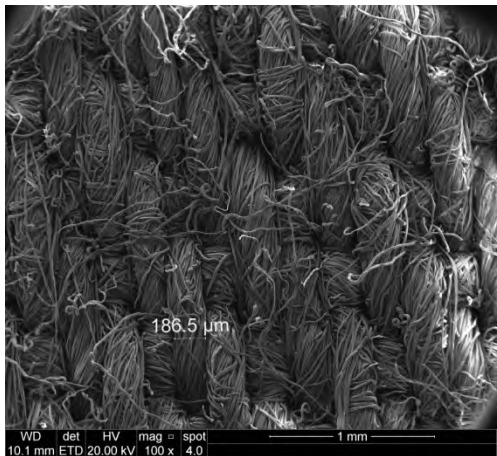
## Ciclo 20



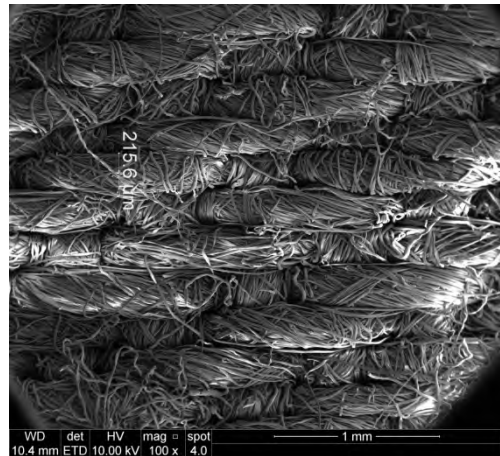
## Ciclo 25



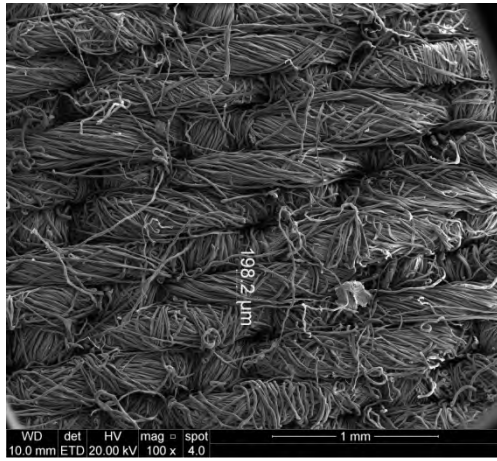
## Ciclo 30



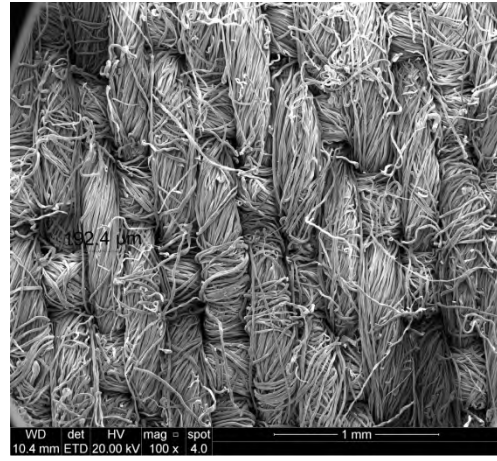
## Ciclo 35



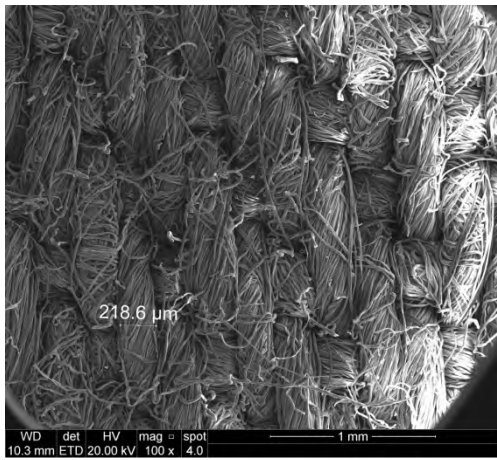
Ciclo 40



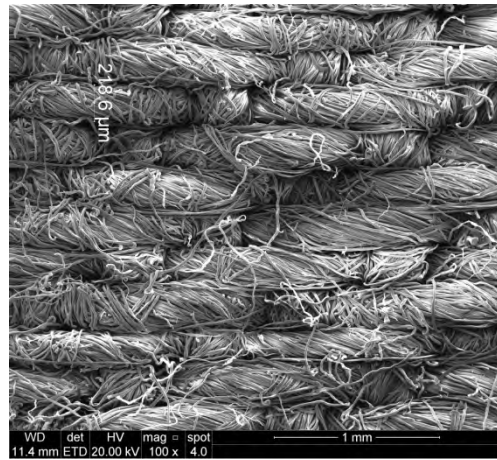
Ciclo 45



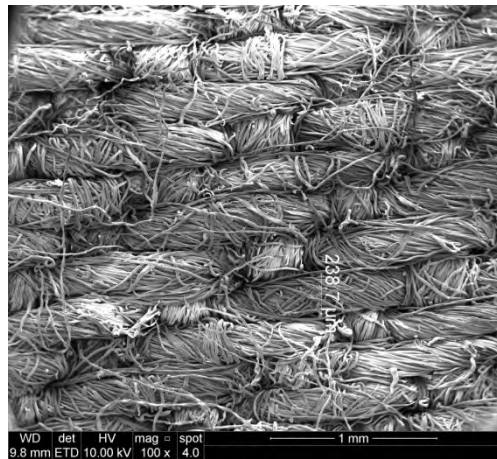
Ciclo 50



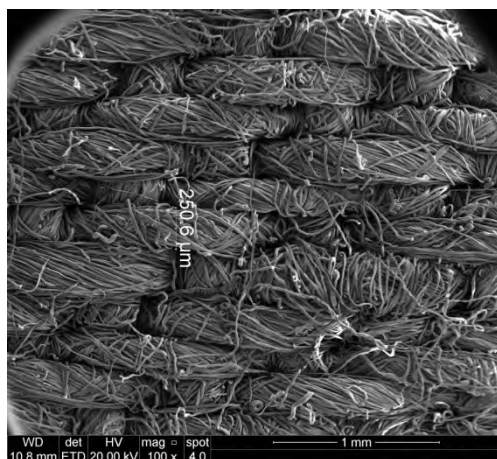
Ciclo 55



Ciclo 60

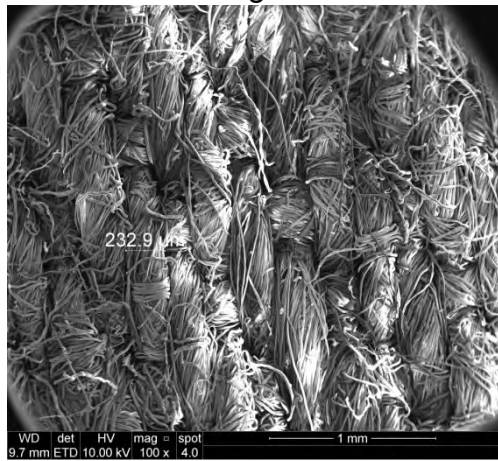


Ciclo 65

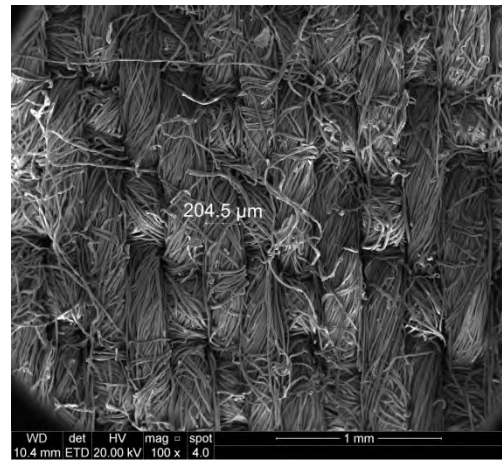


# AMOSTRA 3B

## 1ª Lavagem

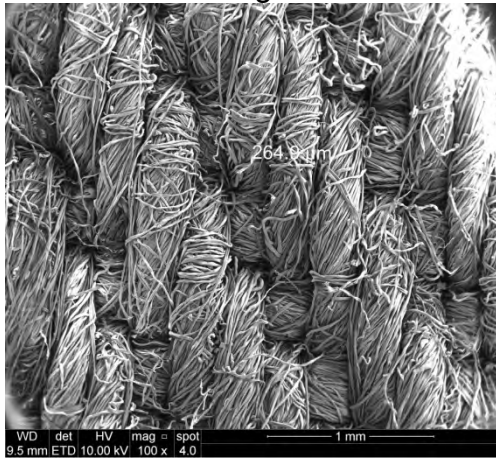


## Ciclo 5

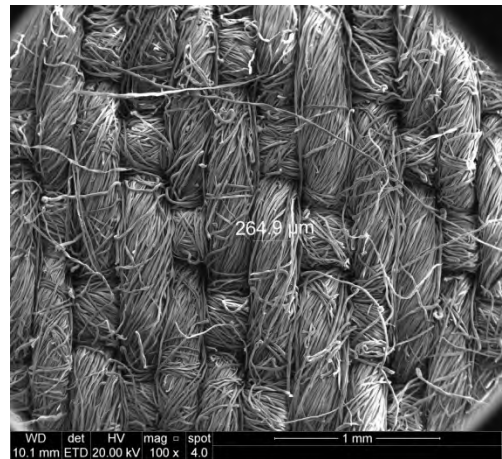


# AMOSTRA 1C

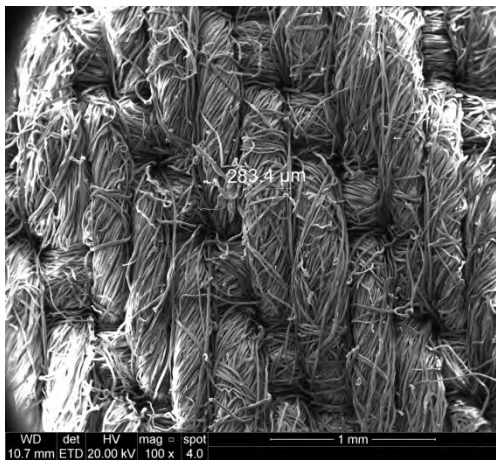
## 1ª Lavagem



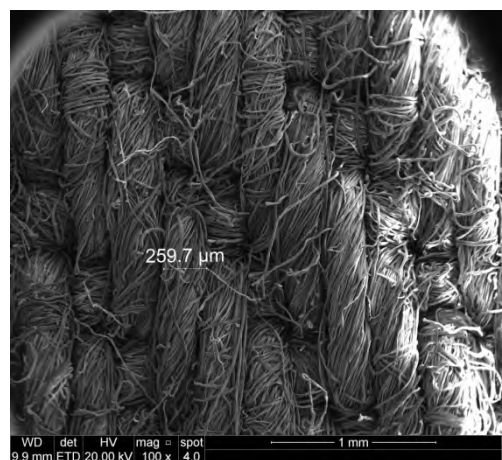
## Ciclo 5



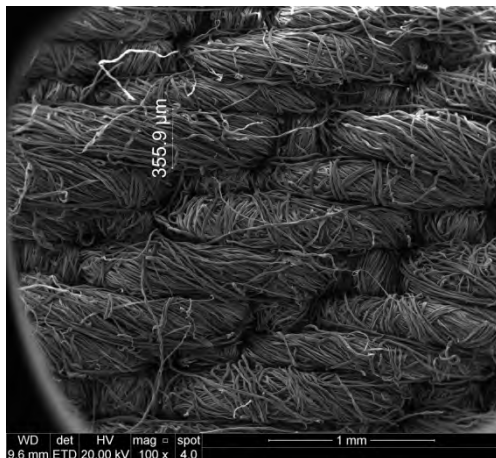
## Ciclo 10



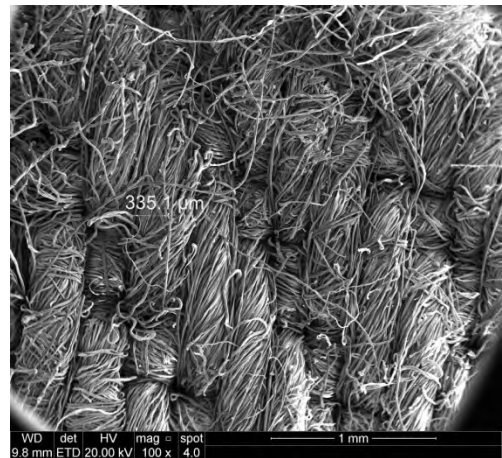
## Ciclo 15



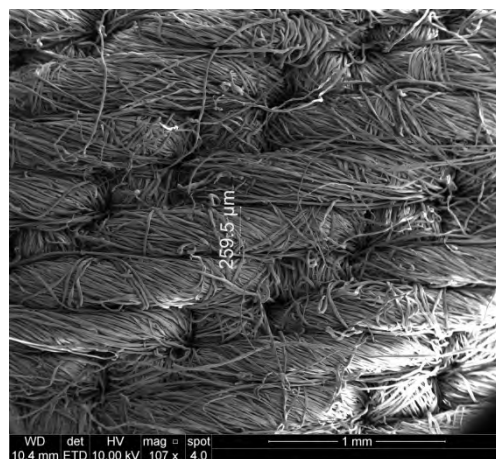
## Ciclo 20



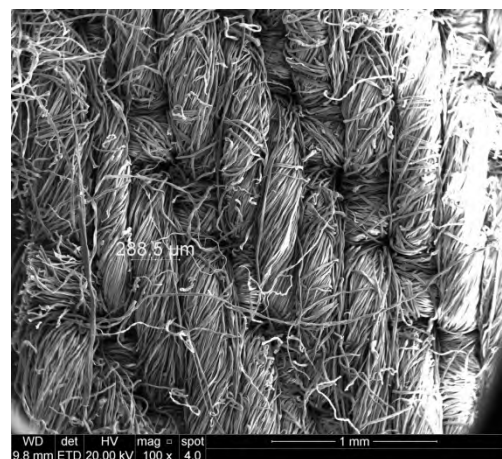
## Ciclo 25



## Ciclo 30

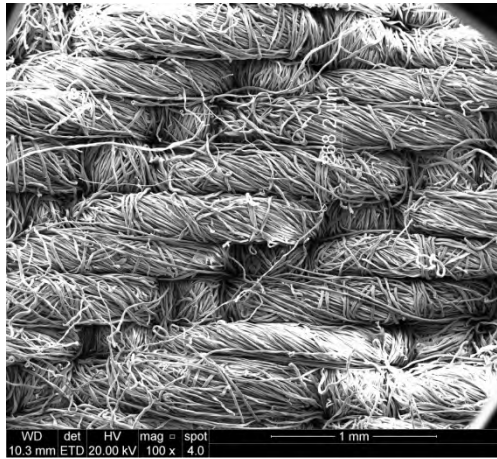


## Ciclo 35

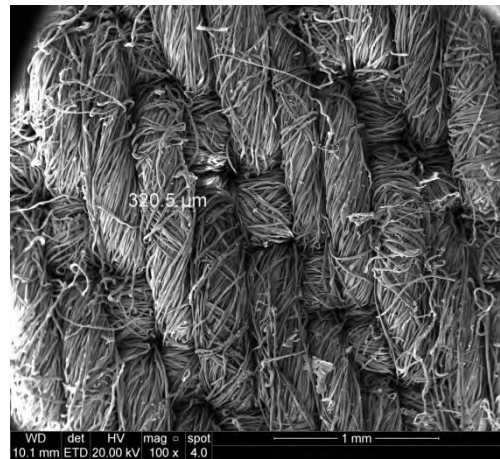




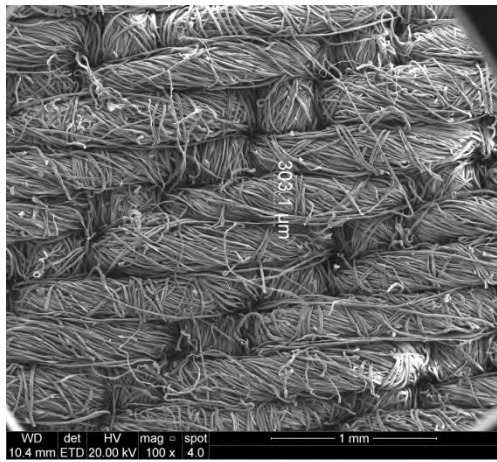
Ciclo 40



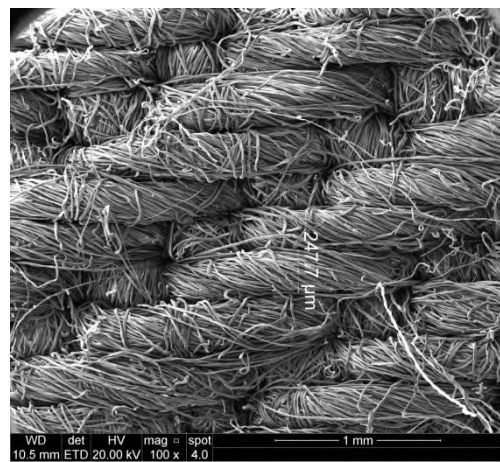
Ciclo 45



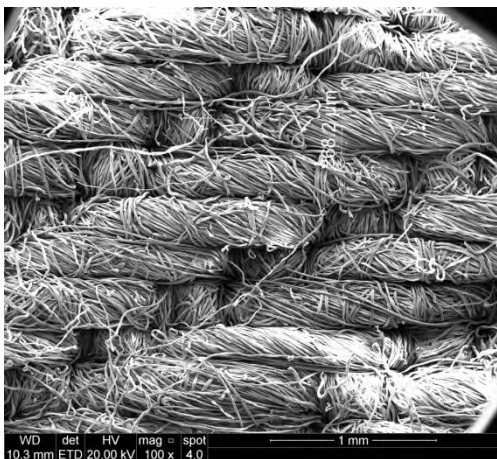
Ciclo 50



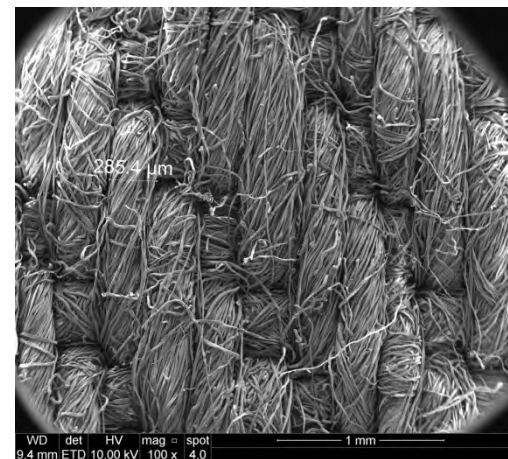
Ciclo 55



Ciclo 60



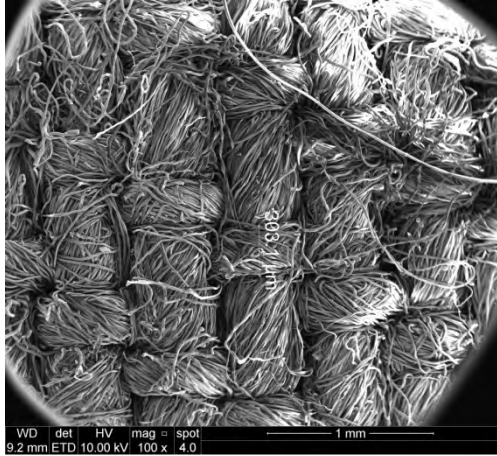
Ciclo 65



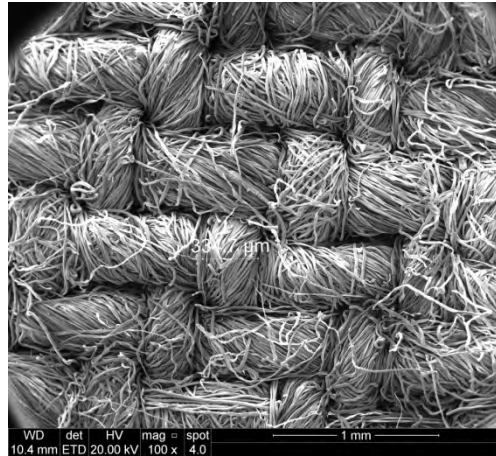


# AMOSTRA 2C

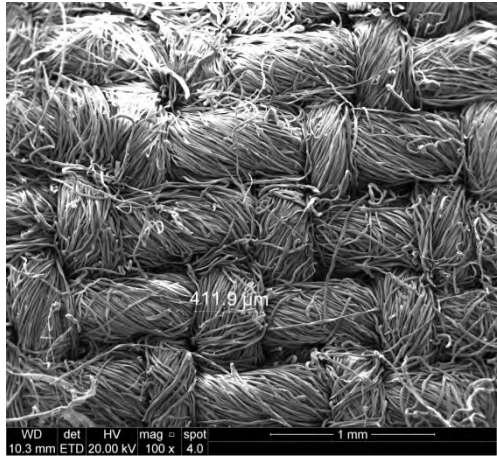
## 1ª Lavagem



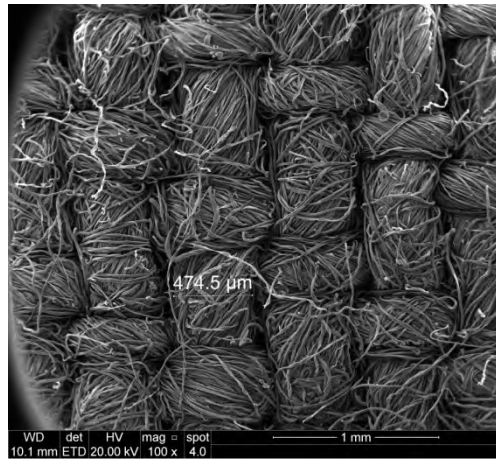
## Ciclo 5



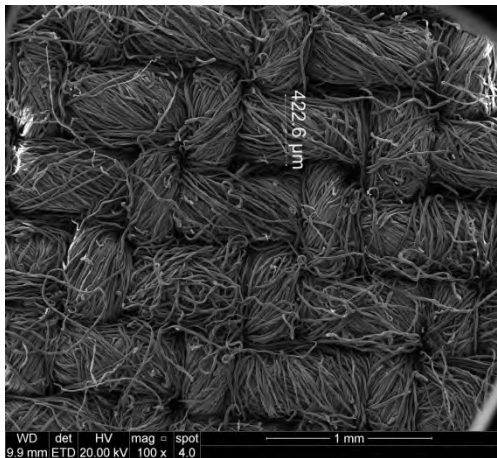
## Ciclo 10



## Ciclo 15



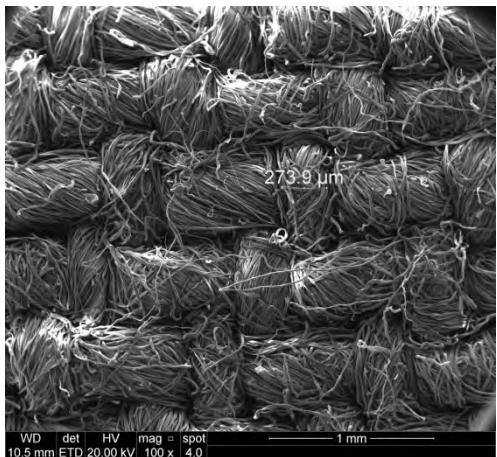
## Ciclo 20



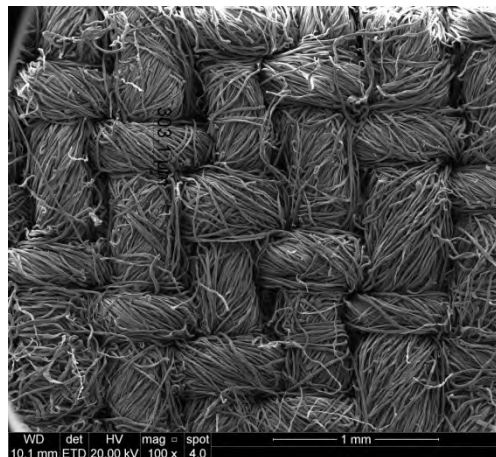
## Ciclo 25



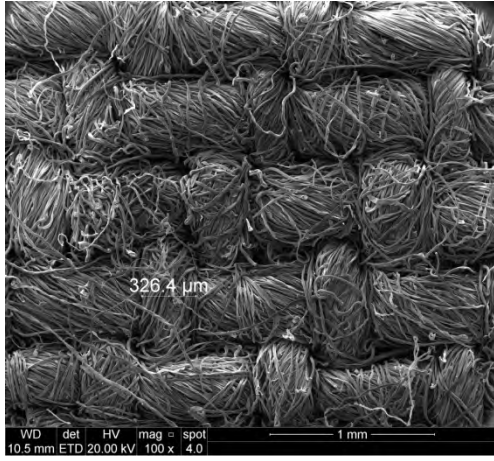
## Ciclo 30



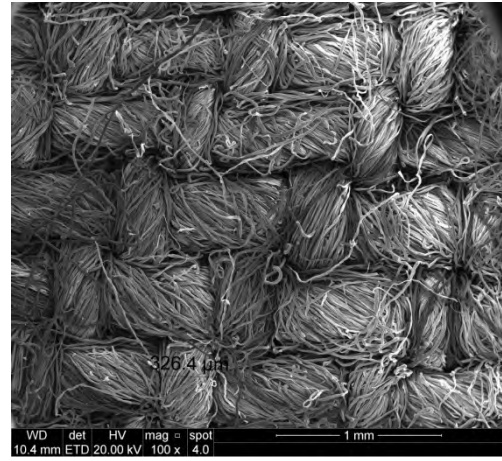
## Ciclo 35



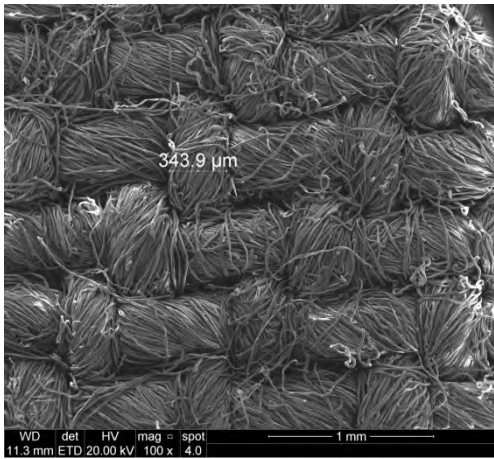
Ciclo 40



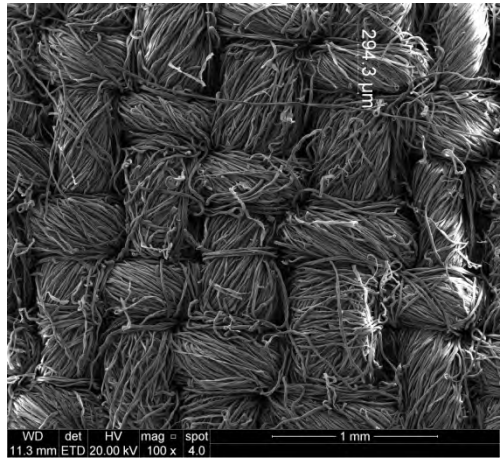
Ciclo 45



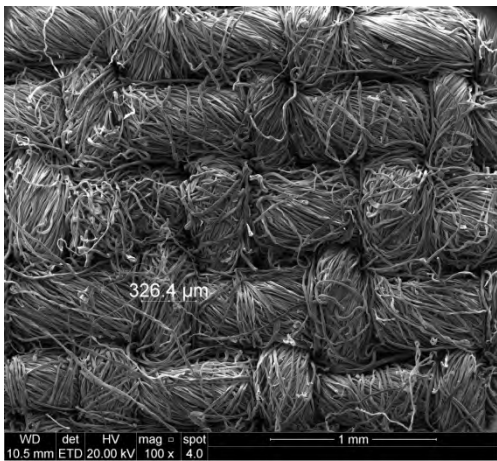
Ciclo 50



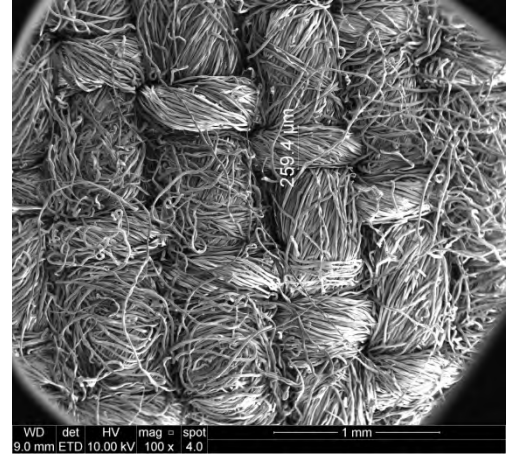
Ciclo 55



Ciclo 60

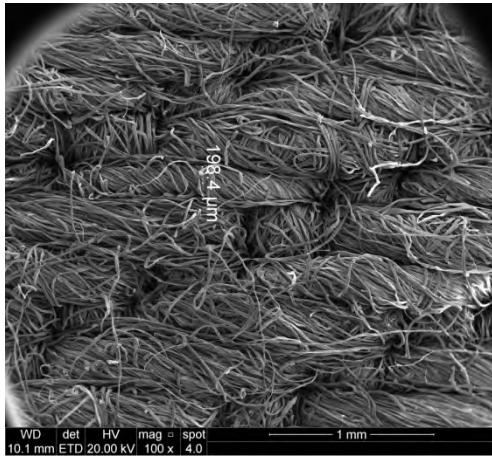


Ciclo 65

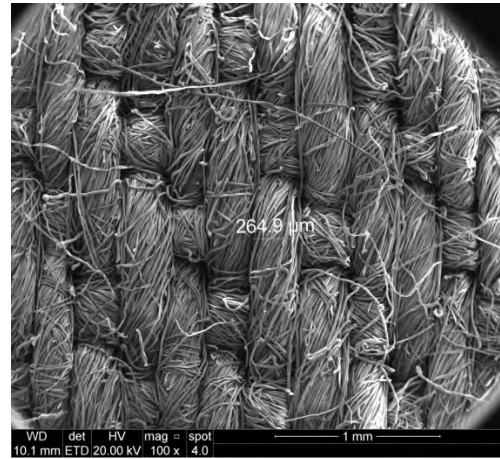


# AMOSTRA 3C

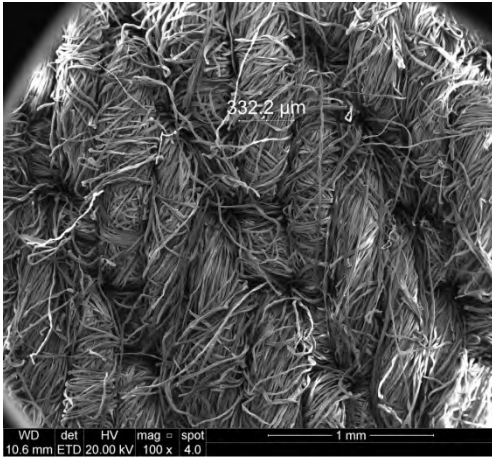
## 1ª Lavagem



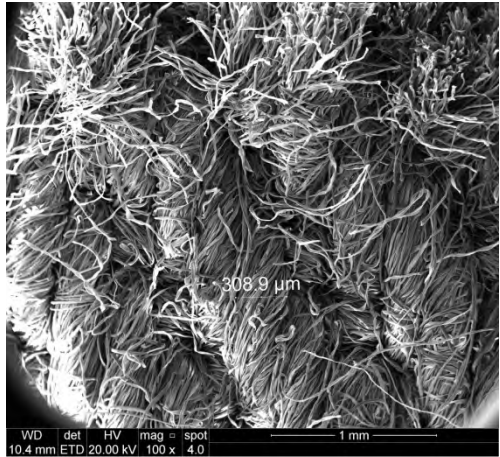
## Ciclo 5



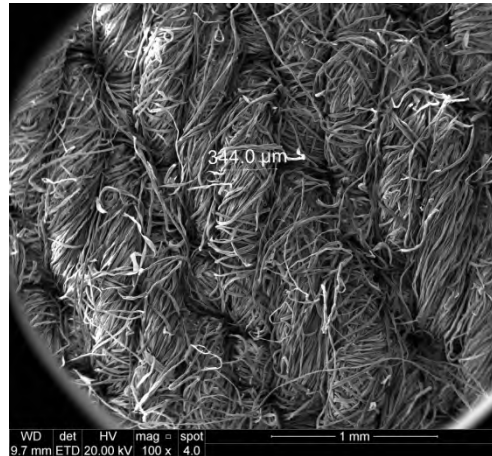
## Ciclo 10



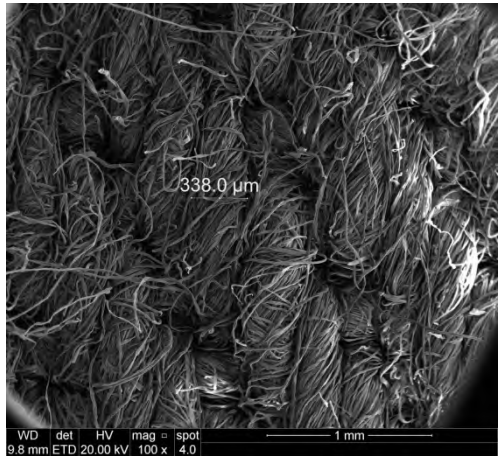
## Ciclo 15



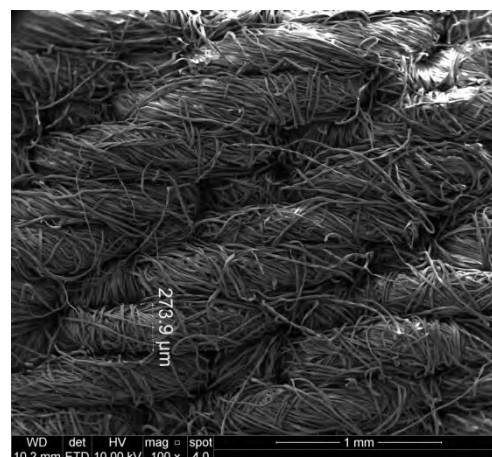
## Ciclo 20



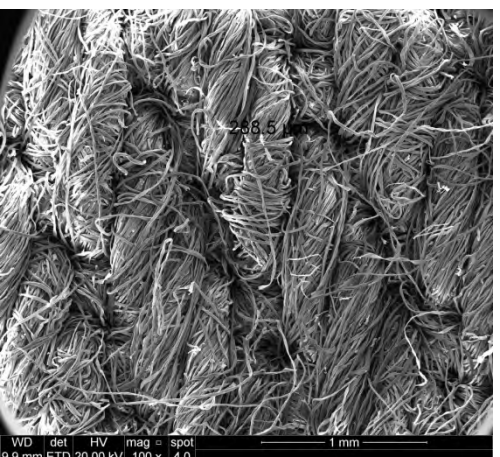
## Ciclo 25



## Ciclo 30

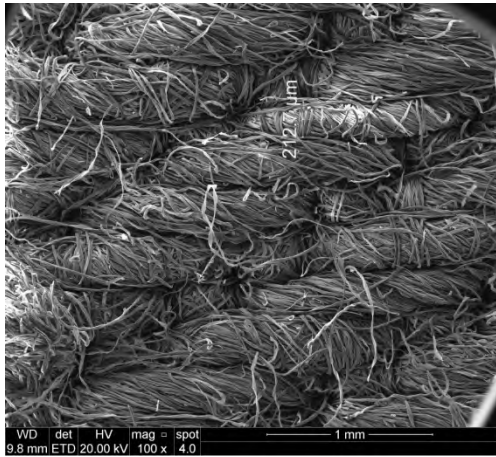


## Ciclo 35

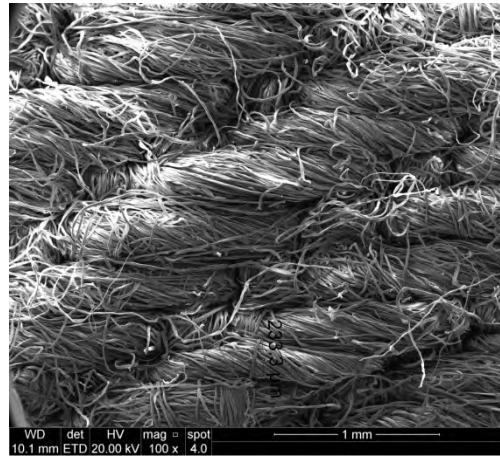




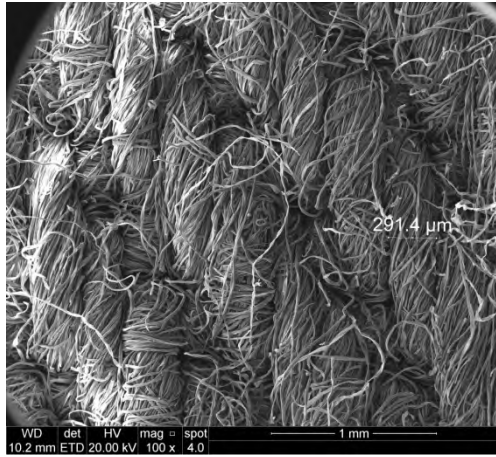
Ciclo 40



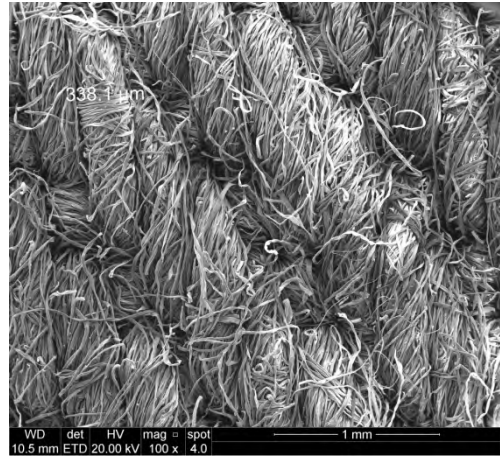
Ciclo 45



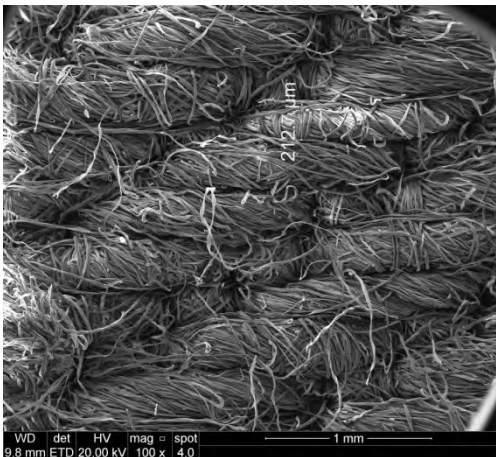
Ciclo 50



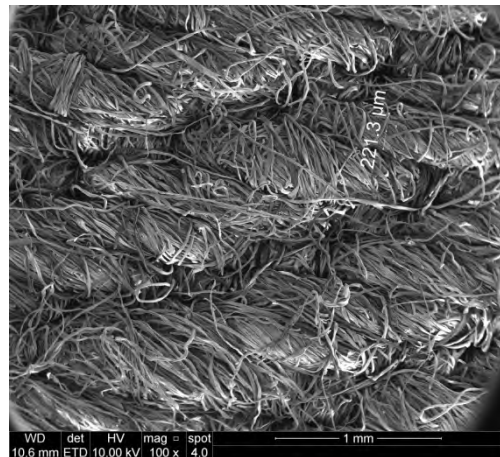
Ciclo 55



Ciclo 60



Ciclo 65





Laboratório acreditado pela  
Cgcre de acordo com a ABNT NBR  
ISO/IEC 17025, sob o nº CRL 0005

**SENAI** CETIQT



**Coordenação de Serviços Laboratoriais  
Laboratório Têxtil**

Relatório de ensaio nº 5294 / 15

Pág. 1 de 1

**Empresa:** BERENICE ANINA DEDAVID  
**Endereco:** AVENIDA IPIRANGA, 6681/ PRÉDIO 30 - PUC RS - PORTO ALEGRE,RS  
**Amostra:** PROJETO CNPQ CASADINHO PROCESSO Nº 55.2415/2011-1 - AMOSTRA 2.A - PROPOSTA 1391-R02/15  
  
**Data de Entrada:** 08/12/2015

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Resistência à tração - Teste desfiado	kgf	ASTM D 5035:2008	83,88	37,92

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Alongamento - Teste desfiado	%	ASTM D 5035:2008	17,29	17,51

Data de avaliação: Rio de Janeiro, sexta-feira, 8 de janeiro de 2016

  
**Juliana Fernandes Inhan**

Engenheira Industrial Têxtil  
CREA - RJ 2014129855 - Laboratório Têxtil SENAI CETIQT

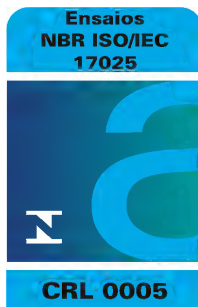
**Notas:**

Os resultados deste relatório de ensaio referem-se somente a amostra trazida pelo interessado.

Este relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes, requer aprovação escrita do Laboratório.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o no: CRL 005

O INMETRO é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a E.A.-EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACCREDITATION e com a I.L.A.C. - INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.



Laboratório acreditado pela  
Cgcre de acordo com a ABNT NBR  
ISO/IEC 17025, sob o nº CRL 0005

**SENAI** CETIQT



**Coordenação de Serviços Laboratoriais  
Laboratório Têxtil**

Relatório de ensaio nº 5295 / 15

Pág. 1 de 1

**Empresa:** BERENICE ANINA DEDAVID  
**Endereco:** AVENIDA IPIRANGA, 6681/ PRÉDIO 30 - PUC RS - PORTO ALEGRE,RS  
**Amostra:** PROJETO CNPQ CASADINHO PROCESSO Nº 55.2415/2011-1 - AMOSTRA 2.1A - PROPOSTA 1391-R02/15  
  
**Data de Entrada:** 08/12/2015

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Resistência à tração - Teste desfiado	kgf	ASTM D 5035:2008	60,24	35,57
Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Alongamento - Teste desfiado	%	ASTM D 5035:2008	17,07	18,40

Data de avaliação: Rio de Janeiro, sexta-feira, 8 de janeiro de 2016

  
**Juliana Fernandes Inhan**

Engenheira Industrial Têxtil  
CREA - RJ 2014129855 - Laboratório Têxtil SENAI CETIQT

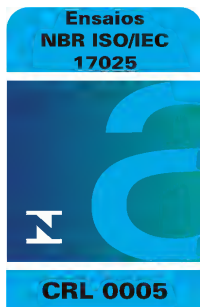
**Notas:**

Os resultados deste relatório de ensaio referem-se somente a amostra trazida pelo interessado.

Este relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes, requer aprovação escrita do Laboratório.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o no: CRL 005

O INMETRO é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a E.A.-EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACCREDITATION e com a I.L.A.C. - INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.



Laboratório acreditado pela  
Cgcre de acordo com a ABNT NBR  
ISO/IEC 17025, sob o nº CRL 0005

**SENAI** CETIQT



**Coordenação de Serviços Laboratoriais  
Laboratório Têxtil**

Relatório de ensaio nº 5293 / 15

Pág. 1 de 1

**Empresa:** BERENICE ANINA DEDAVID  
**Endereço:** AVENIDA IPIRANGA, 6681/ PRÉDIO 30 - PUC RS - PORTO ALEGRE,RS  
**Amostra:** PROJETO CNPQ CASADINHO PROCESSO Nº 55.2415/2011-1 - AMOSTRA 1.B - PROPOSTA 1391-R02/15  
  
**Data de Entrada:** 08/12/2015

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Resistência à tração - Teste desfiado	kgf	ASTM D 5035:2008	78,03	42,29
Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Alongamento - Teste desfiado	%	ASTM D 5035:2008	14,18	18,18

Data de avaliação: Rio de Janeiro, sexta-feira, 8 de janeiro de 2016

  
**Juliana Fernandes Inhan**

Engenheira Industrial Têxtil  
CREA - RJ 2014129855 - Laboratório Têxtil SENAI CETIQT

**Notas:**

Os resultados deste relatório de ensaio referem-se somente a amostra trazida pelo interessado.  
Este relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes, requer aprovação escrita do Laboratório.  
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o no: CRL 005  
O INMETRO é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a E.A.-EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACCREDITATION e com a I.L.A.C. - INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.



Laboratório acreditado pela  
Cgcre de acordo com a ABNT NBR  
ISO/IEC 17025, sob o nº CRL 0005

**SENAI** CETIQT



**Coordenação de Serviços Laboratoriais  
Laboratório Têxtil**

Relatório de ensaio nº 5292 / 15

Pág. 1 de 1

**Empresa:** BERENICE ANINA DEDAVID  
**Endereço:** AVENIDA IPIRANGA, 6681/ PRÉDIO 30 - PUC RS - PORTO ALEGRE,RS  
**Amostra:** PROJETO CNPQ CASADINHO PROCESSO Nº 55.2415/2011-1 - AMOSTRA 1.1B - PROPOSTA 1391-R02/15  
  
**Data de Entrada:** 08/12/2015

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Resistência à tração - Teste desfiado	kgf	ASTM D 5035:2008	72,02	41,95

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Alongamento - Teste desfiado	%	ASTM D 5035:2008	15,07	17,29

Data de avaliação: Rio de Janeiro, sexta-feira, 8 de janeiro de 2016

  
**Juliana Fernandes Inhan**

Engenheira Industrial Têxtil  
CREA - RJ 2014129855 - Laboratório Têxtil SENAI CETIQT

**Notas:**

Os resultados deste relatório de ensaio referem-se somente a amostra trazida pelo interessado.

Este relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes, requer aprovação escrita do Laboratório.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o no: CRL 005

O INMETRO é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a E.A.-EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACCREDITATION e com a I.L.A.C. - INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.





Laboratório acreditado pela  
Cgcre de acordo com a ABNT NBR  
ISO/IEC 17025, sob o nº CRL 0005

**SENAI** CETIQT



**Coordenação de Serviços Laboratoriais  
Laboratório Têxtil**

Relatório de ensaio nº 5297 / 15

Pág. 1 de 1

**Empresa:** BERENICE ANINA DEDAVID  
**Endereco:** AVENIDA IPIRANGA, 6681/ PRÉDIO 30 - PUC RS - PORTO ALEGRE,RS  
**Amostra:** PROJETO CNPQ CASADINHO PROCESSO Nº 55.2415/2011-1 - AMOSTRA 3.C - PROPOSTA 1391-R02/15  
  
**Data de Entrada:** 08/12/2015

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Resistência à tração - Teste desfiado	kgf	ASTM D 5035:2008	77,71	77,09
Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Alongamento - Teste desfiado	%	ASTM D 5035:2008	26,18	18,84

Data de avaliação: Rio de Janeiro, sexta-feira, 8 de janeiro de 2016

  
**Juliana Fernandes Inhan**

Engenheira Industrial Têxtil  
CREA - RJ 2014129855 - Laboratório Têxtil SENAI CETIQT

**Notas:**

Os resultados deste relatório de ensaio referem-se somente a amostra trazida pelo interessado.  
Este relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes, requer aprovação escrita do Laboratório.  
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o no: CRL 005  
O INMETRO é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a E.A.-EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACCREDITATION e com a I.L.A.C. - INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.



Laboratório acreditado pela  
Cgcre de acordo com a ABNT NBR  
ISO/IEC 17025, sob o nº CRL 0005

**SENAI** CETIQT



**Coordenação de Serviços Laboratoriais  
Laboratório Têxtil**

Relatório de ensaio nº 5296 / 15

Pág. 1 de 1

**Empresa:** BERENICE ANINA DEDAVID  
**Endereço:** AVENIDA IPIRANGA, 6681/ PRÉDIO 30 - PUC RS - PORTO ALEGRE,RS  
**Amostra:** PROJETO CNPQ CASADINHO PROCESSO Nº 55.2415/2011-1 - AMOSTRA 3.1C - PROPOSTA 1391-R02/15  
**Data de Entrada:** 08/12/2015

Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Resistência à tração - Teste desfiado	kgf	ASTM D 5035:2008	66,18	74,35
Ensaio	Unidade	Norma	Urdume	Trama
Alongamento - Teste desfiado	%	ASTM D 5035:2008	24,62	17,97

Data de avaliação: Rio de Janeiro, sexta-feira, 8 de janeiro de 2016

  
**Juliana Fernandes Inhan**

Engenheira Industrial Têxtil  
CREA - RJ 2014129855 - Laboratório Têxtil SENAI CETIQT

**Notas:**

Os resultados deste relatório de ensaio referem-se somente a amostra trazida pelo interessado.  
Este relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes, requer aprovação escrita do Laboratório.  
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o no: CRL 005  
O INMETRO é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a E.A.-EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACCREDITATION e com a I.L.A.C. - INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.