

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES
CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE BENS CULTURAIS MÓVEIS

João Paulo Freitas Daldegan

**Análise de Tecidos para Restauro: Estudo de Caso do Uso de Técnicas
Analíticas Acessíveis**

Belo Horizonte

2022

João Paulo Freitas Daldegan

Análise de Tecidos para Restauro: Estudo de Caso do Uso de Técnicas Analíticas Acessíveis

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de bacharel em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da Universidade Federal de Minas Gerais

Orientador: João Cura D'Ars Figueiredo Jr.

Belo Horizonte

2022

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
3. JUSTIFICATIVA	9
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
4.1 CONCEITOS BÁSICOS	12
4.1.1. ALGODÃO E LINHO	20
4.1.2. FIAÇÃO	21
4.2. ESTRUTURA QUÍMICA DO ALGODÃO E DO LINHO	22
4.3. TECNOLOGIA DE FIAÇÃO	22
4.4. APONTAMENTOS SOBRE OS TECIDOS E O RESTAURO	23
5. METODOLOGIA	25
5.1. ESCOLHA DOS TECIDOS	25
5.2. ENSAIOS ANALÍTICOS	27
5.2.1. INSPEÇÃO VISUAL	27
5.2.2. ENSAIO DE COMBUSTÃO	27
5.2.3. ENSAIO DE MICROSCOPIA DE LUZ POLARIZADA	30
5.2.4. ENSAIO DE SOLUBILIDADE	31
5.2.5. ESPECTROSCOPIA RAMAN	31
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6.1. INSPEÇÃO VISUAL	33
6.2. ENSAIO DE COMBUSTÃO	34
6.3. ENSAIO DE MICROSCOPIA DE LUZ POLARIZADA	40
6.4. ENSAIO DE SOLUBILIDADE	44
6.5. ESPECTROSCOPIA RAMAN	48
6.5. VISÃO GERAL DOS RESULTADOS	51
7. CONCLUSÕES	52
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

“A fé de cada pessoa, oh filho de Bhârata, concorda com o seu caráter. Cada um se constitui por sua própria fé: tal é a fé, tal é o homem.” - Bhagavad Gita (XVII, 3)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS

Que de todas as coisas sabe;

Agradeço em seguida à minha família

Que é os marcos de minha vida;

Agradeço ao prof. João Cura D'Ars

Que me deu a chave da ciência;

Agradeço a Selma Otília

Que foi meu braço direito;

Agradeço à profª Amanda Cordeiro

Que me apresentou este segredo milenar;

Agradeço a Mônica Pena

Que foi os meus ouvidos;

Agradeço a Cláudia Mariano

Por ter me aberto as portas.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso, independente de seus resultados, visou o conhecimento dos testes de identificação de fibras têxteis com o objetivo de demonstrar e divulgar as técnicas mais simples, acessíveis e ao mesmo tempo tradicionais para o público geral, em especial para os conservadores-restauradores. No decorrer do projeto, verificou-se a importância da experiência do profissional na realização desses testes para se obter bons resultados, além de ter se conhecido os limites de identificação desses testes. Alguns desvios da recomendação tradicional foram feitos de forma que uma maior adequação à proposta fosse alcançada. A motivação dessa pesquisa foi divulgar técnicas simples de identificação de fibra têxtil e confirmadas pelos envolvidos na indústria a respeito das misturas entre fibras naturais diferentes e também entre fibras naturais, artificiais e/ou sintéticas na fabricação de tecidos que se dizem feitos de fibras puras, ou seja, 100%. O foco foi os tecidos de fibra 100% algodão e 100% linho, assim como declarados por aqueles que os comercializam, para se verificar a adequação desses tecidos ao restauro. Os resultados indicaram que os tecidos de fibra natural são muito indicados ao restauro, com especial preferência dada ao tricoline branco 100% algodão, pela sua ausência de impurezas e pelo seu baixo custo.

ABSTRACT

The present final paper, regardless of its results, is aimed at the understanding of textile fiber identification tests with the objective of demonstrating and disseminating the simplest, most accessible and at the same time traditional techniques for the general public, especially for the conservators-restorers. During the project, it was verified the importance of the professional's experience in carrying out these tests for obtaining good results, in addition it was recognized the limits of the tests' capacity of identification. Some deviations from the traditional recommendations were made so that a greater adjustment to the proposal was achieved. The motivation of this research was the widespread suspicion present among consumers and confirmed by those involved in the industry regarding the mixtures between different natural fibers and also between natural, artificial and/or synthetic fibers in the manufacture of fabrics that are said to be made of pure fibers, that is, 100%. The focus was on 100% cotton and 100% linen fiber fabrics, as declared by those who sell them, to verify the suitability of these fabrics for restoration. The results seem to indicate that locally available natural fiber fabrics are very suitable for restoration, with special preference given to 100% cotton white tricoline, due to its absence of impurities and its low cost.

1. INTRODUÇÃO

As fibras têxteis são as unidades mínimas que constituem um tecido. De acordo com Carmichael et al. (1947, p. 142, tradução nossa), a fibra é “a unidade mínima que constitui a matéria-prima têxtil como algodão, lã etc.”. Segundo Wingate (1984, p. 232, tradução nossa), é “a unidade fundamental usada na fabricação de fios têxteis e tecidos”. Ainda, o *Dictionary of Fiber and Textile Technology* (1990, p. 59, tradução nossa) afirma que a fibra caracteriza-se como “unidade de matéria, seja natural ou manufaturada, que forma o elemento básico dos tecidos”. É de grande importância para o conservador-restaurador o conhecimento das fibras têxteis e sua composição, pois:

“a composição das fibras dos tecidos é de fundamental importância na conservação têxtil. Uma compreensão das propriedades químicas e físicas é um pré-requisito para formular e empreender tratamentos de conservação apropriados, sejam eles preventivos ou curativos” (TÍMÁR-BALÁZSY, 1998, p. 3, tradução nossa)

Landi (2002, p. 8) afirma que a composição química das fibras se manifesta diretamente em suas propriedades e, assim, está relacionada à maneira com que esses compostos interagem com o ambiente, com os processos de fabricação e com as técnicas de conservação. A motivação da escolha do presente tema para realização deste trabalho de conclusão de curso é a demonstração de um conhecimento já estabelecido há muitos anos: técnicas elementares de identificação de fibras em fios empregados na fabricação de tecidos. É a intenção desta pesquisa demonstrar – mesmo que de forma às vezes singela – o bom funcionamento dessas antigas técnicas de identificação de fibras têxteis, apesar de pouco utilizadas no Brasil por cientistas, artistas, conservadores-restauradores, comerciantes, não por sua negligência, mas pelas ciências dos tecidos e suas engenharias ainda desfrutarem de pouca interdisciplinaridade na academia brasileira, o que dispensa dizer a respeito de conhecimento por parte do grande público.

Esta demonstração de um conjunto de quatro ensaios – combustão, solubilidade, microscopia de luz polarizada e espectroscopia Raman – tem a modesta ambição de deixar claro para a comunidade quais são os caminhos mais simples que podem auxiliar a verificar a composição das fibras de um tecido. Os fundamentos científicos dos testes podem ser compreendidos sobre as bases mais elementares da Química, partindo de seus conceitos mais fundamentais, como sua

divisão entre Química Orgânica, Inorgânica, Analítica e Físico-Química etc, com as faixas do espectro eletromagnético da luz visível correspondente à cor da chama emitida pelas variações dos níveis de energia dos elétrons nos níveis e subníveis dos átomos. Pode ser dito também que o resultado de cada teste não é uma prova definitiva das condições de um uma fibra têxtil, mas uma evidência, um elemento de prova e um argumento que se soma na elaboração de uma tese que visa chegar a uma conclusão com a maior aproximação possível em relação à realidade do tecido. Assim como na construção de uma tese jurídica ou na defesa que um bom vendedor faz de seus produtos diante de um cliente, assim também é o discurso de hipótese, experimentação e tese científica que chega a uma conclusão que, por mais completa que seja, jamais é absolutamente conclusiva. Parafraseando o matemático e físico francês Henri Poincaré, uma tese científica é uma possibilidade de aproximação da realidade que jamais é uma afirmativa absolutamente correspondente à essa realidade, mas que, através da força das convenções e consensos científicos estabelecidos que são resultados de uma longa tradição humana e da construção social do fazer científico, estão sempre abertas para a contribuição de outros pesquisadores e buscadores do saber científico.

Pois é nesse mesmo espírito de humildade científica que se buscou conduzir este trabalho de conclusão de curso.

2. OBJETIVOS

É muito escassa a literatura em língua portuguesa a respeito de técnicas de identificação de fibras têxteis. Por isso, é objetivo deste trabalho de conclusão de curso demonstrar e divulgar algumas técnicas simples e acessíveis, porém muito eficientes, de identificação de fibras têxteis. Também é intenção deste trabalho de conclusão de curso mostrar como conservadores-restauradores poderiam proceder diante da necessidade de se conhecer a composição de um tecido. Além disso, também foram buscados uma noção e um panorama inicial a respeito da qualidade dos tecidos mineiros, através da análise química de três amostras randômicas de tecidos de três cidades, e em cada uma delas foram recolhidas três amostras de

linho e três amostras de tecidos de algodão (seis amostras por cidade). Estas cidades estão entre os principais centros distribuidores de tecidos de Minas Gerais, por isso, mesmo que não sejam análises representativas, completas e conclusivas, elas são relevantes. É importante para o conservador-restaurador de tecidos saber a verdadeira composição dos tecidos que emprega em suas intervenções.

Também é acentuada a importância da existência de empresas especializadas na fabricação de tecidos com padrão de conservação-restauração.

3. JUSTIFICATIVA

A motivação principal atrás do presente trabalho de conclusão de curso se encontra na visão de alguns influentes conservadores-restauradores (Landi, Tímar-Balázs, Lennard etc) de que deve-se conhecer os materiais de que são feitos os objetos têxteis antes de uma intervenção de conservação curativa. Este conhecimento é imprescindível para a boa conservação do objeto têxtil, já que é necessário que se compreenda as possíveis interações entre os materiais do tecido e as intervenções propostas. Deve ser lembrado que em Conservação-Restauração não existem regras fixas e universais, como é preconizado por teóricos recentes da Restauração como Viñas. Assim, em termos de deontologia, o uso ou não de um tecido da mesma fibra, de uma fibra análoga ou de uma fibra de natureza completamente diferente à do objeto têxtil tratado vai ser, em última análise, sempre uma decisão dos conservadores-restauradores. Landi, uma das principais autoras no campo de conservação têxtil, afirmou em seu trabalho antológico que “um argumento sempre levado a frente em favor do uso de tecidos de mesma fibra é que eles reagirão de maneira similar às mudanças dimensionais causadas por flutuações na umidade relativa do ambiente” (LANDI, 2002, p. 106, tradução nossa). A obra de Landi, tida como uma referência neste trabalho, foi uma pedra fundamental para o campo de conservação-restauração, apesar de muito do que proposto por ela hoje em dia já ser questionado, inclusive a premissa acima mencionada. Dessa maneira, devido à possibilidade de impurezas presentes nas fibras em fios usados em tecelagens e de misturas entre fios de fibra 100% artificial e/ou 100% sintética com

fios de fibra 100% natural na construção dos tecidos que deveriam ser constituídos apenas de uma única fibra, chamados de tecidos puros, o presente trabalho apresenta as técnicas básicas de identificação de fibras têxteis como ferramentas para que os conservadores-restauradores possam verificar a composição real dos tecidos diante do que é declarado em suas etiquetas. Assim, o conservador-restaurador pode ter uma noção sobre legitimidade das informações presentes nas etiquetas e se elas conferem com a composição real dos tecidos adquiridos para a conservação-restauração. Em relação aos testes de identificação de fibras têxteis, Hollen et al. (2006, p. 24) diz:

"O procedimento para identificação para o conteúdo de fibra depende da natureza da amostra, a experiência do analista e o equipamento disponível. Como as leis requerem que na etiqueta das roupas e tecidos domésticos se especifique o conteúdo de fibras, o consumidor buscará apenas as etiquetas de identificação. Se deseja confirmar ou verificar a informação nessa etiqueta, se utilizam alguns testes simples de solubilidade e de combustão." (HOLLEN et al., 2006, p. 24, tradução nossa)

Na portaria 118 de 11 de março de 2021 do INMETRO, a respeito da etiquetagem de produtos têxteis, consta: "6. Produto puro ou 100% é aquele que, em sua composição, apresente somente uma fibra têxtil ou filamento têxtil". Ainda, a portaria acrescenta quanto à presença de outras fibras no tecido dito de fibra pura:

6.1. Serão tolerados até 2% em massa de outra(s) fibra(s) têxtil(eis) ou filamento(s) têxtil(eis) ou ambos, num produto têxtil, desde que essa quantidade seja justificada, por ser tecnicamente inevitável nas boas práticas de fabricação, e não seja adicionada de forma sistemática.

6.2. Em um produto têxtil obtido por um processo cardado, serão tolerados 5% em massa de outra(s) fibra(s) têxtil(eis) ou filamento(s) têxtil(eis) ou ambos, desde que essa quantidade seja justificada, por ser tecnicamente inevitável nas boas práticas da fabricação, e não seja adicionada sistematicamente. (INMETRO, 2021)

É importante destacar que, historicamente, os tecidos usados em grande parte da história do Brasil é de origem 100% natural, com destaque para o algodão, o linho e a lã, já que a primeira fibra artificial fabricada em escala industrial foi o rayon, inventada em 1884 por Sir Joseph Wilson Swan e produzido industrialmente inauguralmente por Hilaire Bernigaud, Conde de Chardonnet (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2022) (SEAGAL ed., 1980, p. 182)

Em entrevistas feitas para fundamentar as motivações deste presente TCC, foram entrevistados a empresária X da cidade C e o administrador industrial Y do ramo têxtil localizado em Dhaka, Bangladesh. Recebeu-se por meio deles o testemunho de que as misturas não informadas em etiqueta entre fibras naturais, fibras artificiais e/ou sintéticas existem entre varejistas, distribuidores, fornecedores e fabricantes. De acordo com a empresária X da cidade C, durante a pandemia da Covid-19, observou-se uma queda drástica na qualidade das fibras dos tecidos, e a empresária teve a oportunidade de verificar que parte dos carregamentos de tecidos por ela recebidos de distribuidores nacionais apresentavam um grau intolerável de mistura de fibras artificiais e/ou sintéticas e fibras naturais, no caso, em um carregamento de tecido cuja etiqueta declarava o tecido como “100% algodão”. Ainda, segundo ela, isso levou à devolução de um carregamento inteiro. É importante lembrar que, durante a pandemia da Covid-19, houve uma crise da cadeia de fornecimento de insumos industriais, de matéria-prima e mão-de-obra não apenas para a indústria têxtil, mas para a grande maioria das indústrias, o chamado “choque de oferta” (SILVA e CAETANO, 2021, p. 2). Para Silva e Caetano (2021, p. 9), a indústria geral, setor da economia em que a indústria têxtil se encontra, sofreu o maior baque no choque de oferta decorrente dos efeitos da pandemia da Covid-19. Isso se revela no quadro de recessão global, que configura quadro de retração econômica por dois anos seguidos, além da inflação global. Talvez aí esteja a razão dessa conjuntura excepcional.

O administrador Y da cidade de Dhaka, Bangladesh, atuou em boa parte de sua carreira na indústria têxtil. Bangladesh é um dos maiores polos mundiais de produção de tecidos industrializados. Segundo ele, fabricantes no ramo da moda e fornecedores que fazem pedidos de carregamentos de tecidos direto de seu país, sejam eles localizados no Brasil ou em outras partes do mundo, são aqueles que propagam as misturas de fibras que não condizem com a etiqueta. Os pedidos feitos para a indústria do seu país por parte dos agentes localizados no exterior são pedidos com as respectivas misturas. Segundo o administrador Y, para se comprar um carregamento de tecidos de algodão ou linho realmente puros, é necessário se pagar um preço superior em comparação a quando se compra um carregamento de tecidos com fibras mistas. Dessa forma, as improcedências quanto ao conteúdo das fibras de um rolo de tecido presentes em suas etiquetas servem para aumentar a margem de lucro de quem o encomenda das fábricas.

Além disso, jamais constituindo suspeita leviana, mas casos notórios de fraude na composição de fibras têxteis se tornaram conhecidos no exterior e publicações que mencionam a prática de fraude como algo real foram realizadas (SAVAGE, 2016), (KIM et al., 2013), (YANG E SIESLER, 2018), (WICKER et al., 2022), (GARSIDE et al., 2005), (MOLLOY E NAFTALY, 2013), (MCGREGOR, 2018), (MATSUBAYAMA et al., 2013), (SAWHNEY et al., 2007), (MOLLOY et al., 2014). É importante mencionar o caso ocorrido em Turim, onde, durante a pandemia da Covid-19, um imenso carregamento de roupas foi apreendido por possuir informações fraudulentas nas etiquetas a respeito da composição das fibras dos tecidos: diziam-se 100% lã natural, mas, na verdade, se tratavam de tecidos 100% fibra sintética (TORINO OGGI, 2020). Também cabe salientar que tal fraude - que totalizou o valor de cinco milhões de euros em roupas com etiquetas fraudadas - só foi confirmada graças a técnicas laboratoriais de identificação de fibras têxteis - e eis aí uma das relevâncias destas técnicas.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 CONCEITOS BÁSICOS

Alguns conceitos básicos devem ser mantidos diante dos olhos ao se aproximar do estudo dos materiais têxteis e, através deste trabalho, três são eles que são específicos para a área têxtil que, apesar de serem universalmente conhecidos por aqueles que já estão mais acostumados à área dos tecidos, são fruto de frequente confusão no uso dos termos de igual nome, mas que possuem atrás deles conceitos bem diferentes. O motivo da área têxtil ser tão farta em termos de igual nome e com conceitualizações e definições tão diferentes é, possivelmente, a antiguidade dessa área e como nela se misturaram saberes científicos e tradicionais, até mesmo “coloquiais”, que tornam os valores conceituais que cada palavra guarda nada unívocos. Uma palavra como “tafetá” possui diversos significados (SEAGAL ed., 1980 p. 199, pp. 325 - 324), podendo significar desde um dos três padrões e lógicas de entrelaçamento mais básico presente nos tecidos (ligamento) (HOLLEN et al., 2006, p. 188), quando se produz um padrão estilo

“tabuleiro de dama”, em que o fio de trama entrelaça intercaladamente, um a um, cada fio de urdume por cima e por baixo, como esquematiza a imagem a seguir:

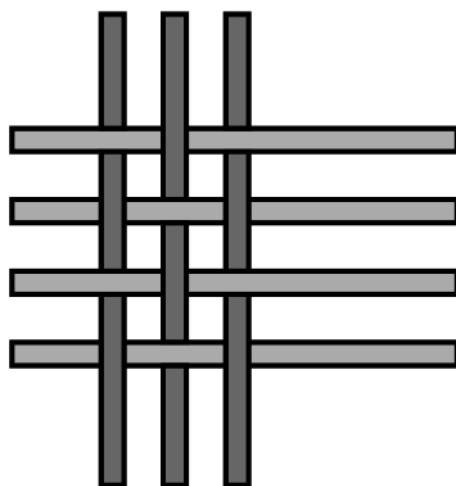


Fig. 1: ligamento têxtil tafetá (FONTE: Wikimedia)

Igualmente, o tafetá é uma tipologia de tecido acabado feito de seda natural que já tinha produção estabelecida na Europa a partir do século XIV com centros importantes na Inglaterra e na França, mas que tem suas origens conhecidas mais antigas na Pérsia, que se aproxima ao atual Irã, chamado no idioma persa de *taftah* (SEAGAL ed., 1980, p. 209). Por sua vez, o cetim é considerado por alguns engenheiros têxteis como um subtipo da sarja (HERZOG ed., 1952, p. 333) e também é considerado um tipo acabado de tecido em seda natural que recebeu esse nome por derivar da palavra chinesa *sztun*, já que os primeiros cetins de acordo com este sentido foram produzidos na China, e, por sua vez, essa palavra foi transposta para o italiano como *saeta* (SEAGAL ed., 1980, p. 199). Assim, a gênese de um termo no estudo dos tecidos pode ser tanto popular quanto técnica, e na medida que os tecidos são um dos objetos de engenharia mais antigos da espécie humana, cuja indústria ainda hoje é uma das mais relevantes no mundo, é natural que milênios de contribuição humana tenham em muito incrementado na riqueza de significado e até na confusão dos conceitos, já que a indústria têxtil, ao contrário das ciências puras como a Química ou a Física, não nasceu originalmente das mentes sistematizadas dentro do método científico e da academia como as de Lavoisier e de

Max Planck, mas sim do seio da criatividade espontânea da engenhosidade do povo.

Resumidamente, mas com a maior profundidade e clareza possível, é necessário se elucidar alguns termos de grande importância para a compreensão deste trabalho: fibra, trama, urdume ou urdidura, fio, torção e ligamento. A cada um deles será respaldado as melhores e mais profundas referências encontradas para esta pesquisa.

A palavra fibra está relacionada na compreensão popular a significados diversos, contudo, a relevância dela para a ciência está em seu uso como um termo ao qual está associado um sentido bem claro, mesmo que muito mais restrito. Segundo o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (2004, pp. 1334, 1335), o verbete “fibra” é definido como “qualquer estrutura filamentosa, geralmente sob forma de feixe, encontrada nos tecidos animais e vegetais ou em algumas substâncias minerais”. Nesta definição, a palavra “tecido” deve ser entendida no seu sentido dentro da biologia, não da engenharia, ou seja, como um tecido biológico que compõe a estrutura de um corpo animal ou vegetal, não como um produto da tecelagem. Na terminologia das ciências do tecido, de acordo com *Fairchild's Dictionary of Textiles* (WINGATE, 1984, p. 232, tradução nossa), uma fibra se caracteriza como “1. a unidade fundamental usada na fabricação de fios e de tecidos. 2. (Específico) Unidade de matéria caracterizada por ter um comprimento de pelo menos 100 vezes o diâmetro ou largura, e com a exceção da fibra de vidro não cristalina, tendo definitivamente uma orientação preferida de suas unidades celulares cristalinas em relação a um eixo específico. 3. Fibras que podem ser fiadas em um fio e transformadas em tecidos (*fabric*) por entrelaçamento através de uma variedade de métodos, incluídos a tecelagem, malharia, renda, feltragem e torção” (fig. 6). Todos esses sentidos do termo “fibra” são pertinentes para este trabalho.

É importante se fazer a observação a respeito do termo “tecido”. A língua portuguesa não possui a mesma riqueza de vocabulário no campo têxtil que a inglesa, possivelmente por um motivo muito simples: a Inglaterra foi a pátria da revolução industrial e onde a primeira indústria mecanizada surgiu: a indústria têxtil, no último quarto do século XVIII. Junto disso, soma-se o fato da Inglaterra ter colonizado por mais de duzentos anos a região do mundo onde está uma das tradições têxteis mais ricas no mundo: a Índia, primeira região do mundo a cultivar o algodão e onde surgiram os primeiros tecidos desta fibra, além de ser um dos

possíveis locais de origem da roca ou roda de fiar, que inclusive é o brasão atual do país, que foi considerado a “joia da coroa britânica” durante o período colonial (HOBSBAWM, 2007, pp. 103 – 104). Isso tudo somou-se grandemente ao conhecimento têxtil reunido no Reino Unido em matéria de tecidos, o que se refletiu na língua. A terminologia têxtil agrupa tecidos planos e tecidos triaxiais, malhas, rendas e feltros sob um mesmo termo. Por via de regra, são todos reunidos sob o termo “tecidos” e assim considerados todos simplesmente, de forma geral, como tecidos. Segundo *Fairchild's Dictionary of Textiles* (WINGATE, 1984, p. 612, tradução nossa), “tecidos” (*textiles*) são “1. uma classificação ampla de qualquer material trabalhado em um tecido (*fabric*), tais como fibras e fios, feitos por tecelagem, malharia, colagem (*bonding*), feltrados, com punção de agulha; objetos feitos por renda ou por crochê. 2. Designa um pano construído”. O termo inglês *fabric* é cognato da palavra portuguesa “fábrica”, e espelha a história da revolução industrial nos países de língua inglesa. Esse termo reúne todas as tipologias chamadas apenas de “tecidos” em língua portuguesa. A língua inglesa permite um ajuste mais fino das palavras, pois nela existe a especificidade do termo “woven fabric” que se refere aos objetos têxteis feitos por entrelaçamento de trama e urdume, o que especifica o conceito diante dos termos mais amplos *textile* e *fabric*. Originalmente, a palavra tecido se referia apenas aos objetos frutos do trabalho do tear plano, ou seja, apenas os tecidos planos, portanto os que são constituídos de trama e urdume, contudo, de acordo com a Enciclopédia Britânica (2022), essa definição não é mais atual, e o termo hoje engloba rendas, malhas, tecidos planos etc.

Os termos trama e urdume ou urdidura devem ser entendidos juntos, já que esses dois elementos do tecido plano só existem se ambos estiverem presentes em um objeto de tecido plano e, aliás, não é possível a existência de um objeto de tecido plano sem a existência conjunta de trama e urdume. A trama, segundo Carmichael et al. (1947, p. 373), é o fio que se entrelaça, como produzido no tear, no sentido da largura do tecido plano e o urdume é o fio que corre no sentido do seu comprimento (fig. 3). Essas são as definições mais simples e intuitivas dos termos, apesar de longe de serem completas.

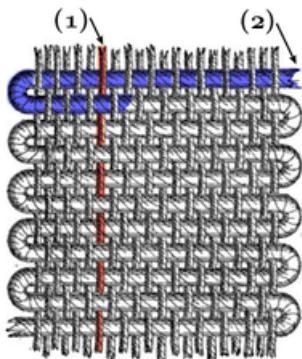


Fig. 3: 1. Urdume ou urdidura; 2. Trama (FONTE: Wikimedia)

Já o fio, de acordo com Carmichael et al. (1942, p. 385), é uma denominação genérica para uma reunião de fibras ou filamentos, naturais, artificiais ou sintéticos, torcidos e colocados juntos de maneira a formar um feixe contínuo que pode ser usado na tecelagem, malharia ou de qualquer outra forma transformado em material têxtil (fig. 4). Segundo o mesmo autor, um filamento é um único e contínuo filete de comprimento indefinido, seja ele de rayon, náilon, seda etc, que, quando comparados às fibras têxteis que são extraídas em tufo, como o algodão e a lã, os materiais têxteis que se encontram na forma de filamentos apresentam comprimentos de dimensões extremamente grandes que podem chegar aos milhares de metros sem interrupção (fig. 5). O filamento não se encontra na forma de tufo e já é naturalmente pronto como um filete em seu estado de matéria-prima, dispensando a fiação. A única fibra têxtil natural que se encontra na forma de filamento é a seda. Vale salientar que a diferença técnica entre fio e filamento está na fabricação e frequentemente também na matéria-prima: os fios são frutos da fiação, portanto, sofrem torção de suas fibras durante a sua fabricação, diferentemente do filamento, que não é fiado e assim não passa pela torção; também, os fios de fibras naturais frequentemente são constituídos de fibras que estão em estado de matéria-prima como tufo fibroso, apesar da seda, do náilon e do rayon, como filamentos, também serem passíveis à fiação e assim torcidos para a produção de fios, se esta for intenção do fabricante.

Quanto à torção, ela é definida por Wingate como:

“número de voltas por unidade de comprimento ao redor do eixo de uma fibra, conjunto de fibras, fio ou corda. Isso é normalmente indicado por voltas por polegadas, T. P. I. (turns per inch). Também é medida como voltas por metro ou pelo ângulo da hélice em uma estrutura de diâmetro conhecido (A. S. T. M.). 2. De acordo com o Instituto do Tecido, Manchester, Inglaterra,

define-se como: “A. A disposição em espiral das componentes de um fio que é usualmente resultado de uma rotação relativa das duas extremidades. B. O número de voltas por unidade de comprimento do fio, preferencialmente por polegada.” (WINGATE, 1984, p. 637, tradução nossa)

De acordo com Brossard:

“A torção é efetuada sobre fios de todas as fibras, naturais ou artificiais. A torção tem por fim unir os filamentos e de dispô-los em hélice a fim de melhorar a qualidade do fio. A torção modifica a solidez do fio: quanto mais um fio for torcido tanto mais ele será resistente.” (BROSSARD, 1988, p. 151)

Ainda, “a torção que um fabricante insere em fios de fibras torcidas depende do caráter do fio e uso intencionado. Em tecidos industriais, uma torção pode normalmente ser selecionada quando produzir máxima resistência à ruptura” (KASWELL, 1963, p. 435, tradução nossa). Porém, “a resistência à ruptura aumenta com as torções até que um valor máximo é alcançado [...] então, a resistência começa a diminuir” (KASWELL, 1963, p. 435, tradução nossa).

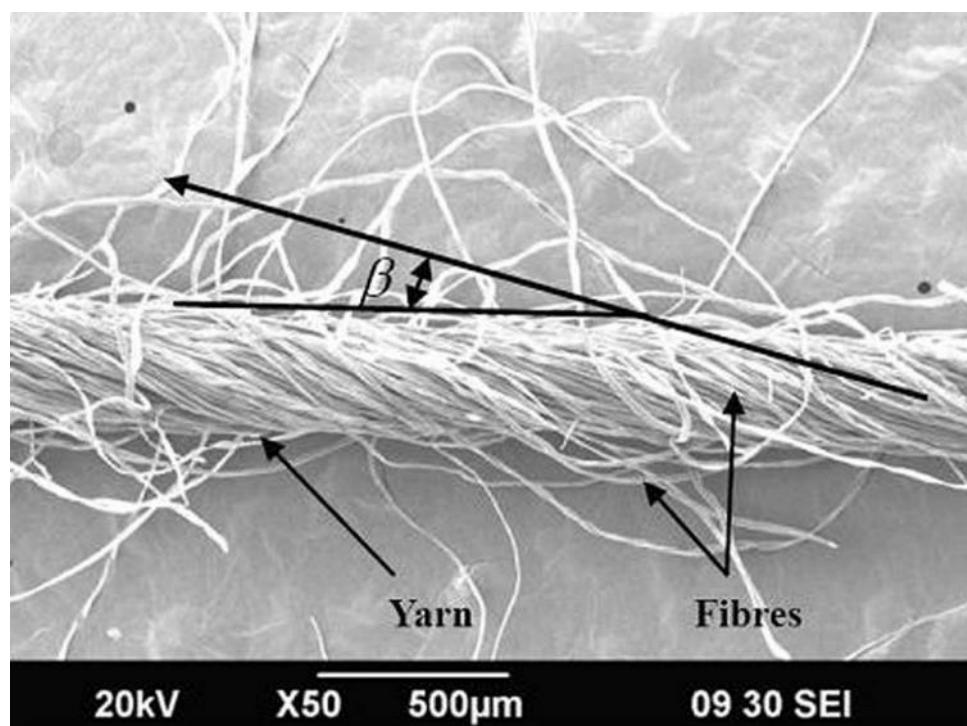


Fig. 4: Fio de tecido (FONTE: nature.com)

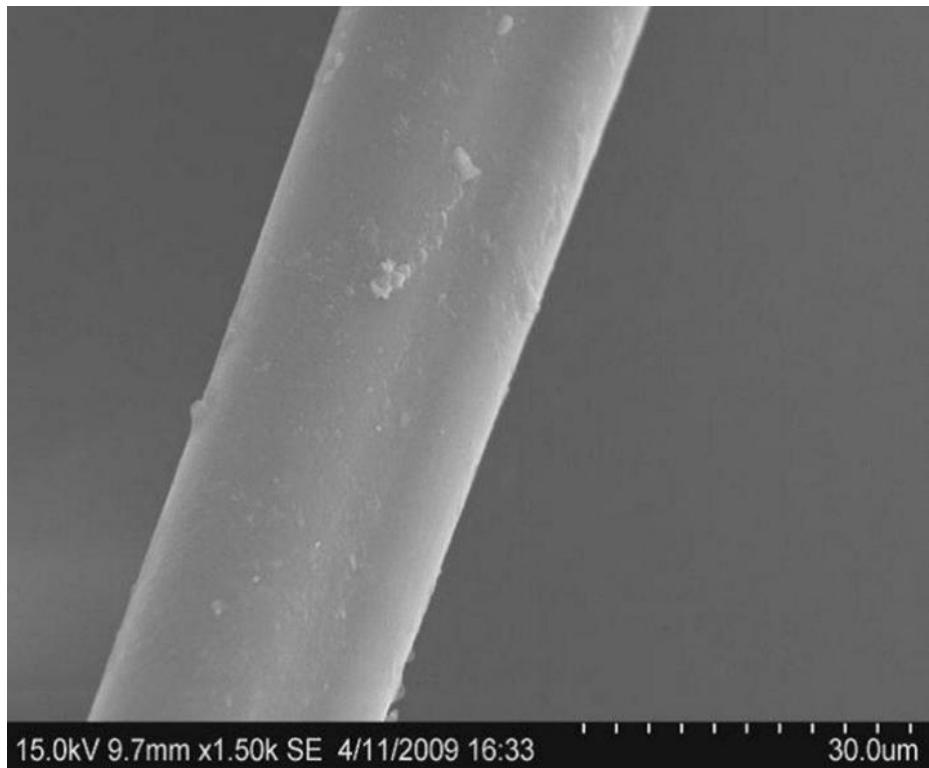


Fig. 5: Filamento de seda (FONTE: Kiruthiga et al., 2018)



Fig. 6: Fibra: lã (FONTE: Wikimedia)

O outro termo técnico da engenharia têxtil que necessita esclarecimento é o termo “ligamento”. Sobre ele, se diz que “a lei ou a forma das laçadas dos fios a cada passada do pente liço se dá o nome de ligamento. Geralmente, essa lei se

repete com regularidade pela largura e pelo comprimento do tecido" (PEDRALS, 1941, p. 9, tradução nossa), e que os ligamentos são o:

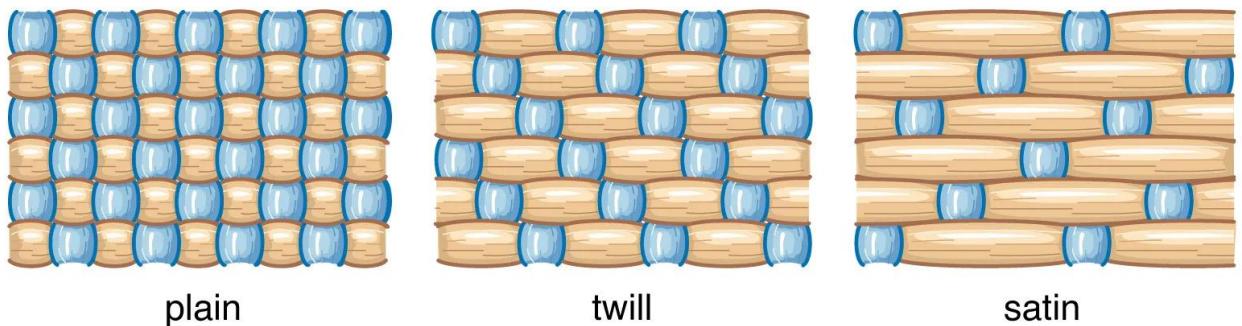
"método ou processo de entrelaçamento entre dois fios de materiais similares de forma que eles cruzem um com o outro em ângulos retos de forma a produzir tecidos. Os fios de urdume ou urdidura correm no sentido do comprimento do tecido, e os fios de trama correm no sentido da largura" (WINGATE, 1984, pp. 665 – 666, tradução nossa)

E ainda, "é a lei segundo a qual os fios se cruzam e se entrelaçam com as passadas do pente liço para formar o tecido. Também se dá esse nome a representação gráfica desta lei na superfície quadriculada" (ESCOBET, 1960, p. 10, tradução nossa). Desta forma, o ligamento pode ser compreendido como o padrão com que trama e urdume se entrelaçam para formar os tipos de entrelaçamento que definem a estrutura de um tecido.

Os tipos mais tradicionais de ligamento são o tafetá ou tela, sarja e cetim (fig. 7), mesmo que o cetim seja considerado por alguns autores como um subtipo da sarja. A esse respeito, Gorke (HERZOG ed., 1952, p. 333, tradução nossa) designa como ligamentos fundamentais "os que não podem se derivar de outros ligamentos. Existem duas classes de ligamentos fundamentais, a saber: primeiro, o ligamento tafetá; segundo, o ligamento de sarja", sendo a maioria dos demais tipos de ligamentos em um tecido plano (aquele feito do cruzamento perpendicular entre trama e urdume) derivações desses dois tipos de ligamento, em especial o cetim, que quase sempre é visto como um tipo fundamental de ligamento, mas segundo Lüdicke (HERZOG ed., 1952, p. 96), na verdade não o é e se caracteriza como um tipo de sarja, chamada de *sarja dispersa*, em que o fio da trama salta vários fios de urdume em seu entrelace. Cabe ainda ressaltar que essa visão a respeito do cetim não é definitiva.

Sobre o tafetá, "esse ligamento é o entrelaçamento de fios mais antigo, e sua composição compreende dois fios de urdume e dois de trama, unindo-se os fios da forma mais íntima que é possível para a continuação de um tecido" (HERZOG ed., 1952, p. 334, tradução nossa), e a respeito da sarja, "estes ligamentos formam diagonais ou sulcos nos tecidos que constituem o grau do ligamento, saltando sucessivamente um lugar dos entrelaçamentos do urdume com a trama". Para Gorke (HERZOG ed., 1952, p. 337, tradução nossa), o cetim "não forma nos tecidos

um efeito de entrelaçamento muito distinto, podendo obter-se como derivados do ligamento de sarja, cujo curso compreenda ao menos cinco fios”.



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Fig. 7 “Plain weave”, tafetá ou tela; “twill”, sarja; “satin”, cetim.

Estes são os termos fundamentais para se compreender um objeto têxtil neste trabalho. As conclusões aqui presentes levam em consideração o conhecimento desses termos básicos a respeito da estrutura sem aprofundar em relação à engenharia de um tecido.

4.1.1. ALGODÃO E LINHO

As duas fibras naturais que serão estudadas são o algodão e o linho. O algodão é uma fibra vinda da semente do algodoeiro, plantas do gênero *Gossypium*, e que provém de uma única célula da semente do algodão (WINGATE, 1984, p. 153) que cresce e assume o formato de um tufo, chamado em terminologia inglesa de *staple* e de forma mais completa como *staple fiber*.

O linho, por sua vez, é uma das fibras mais importantes extraídas do talo das plantas, proveniente de uma planta de mesmo nome, espécie *Linum usitatissimum*. O xilema - do que a maior parte do talo é feita - é um tecido vegetal que se encontra no interior do caule e é responsável pelo transporte da seiva bruta. Igualmente, o linho é uma fibra processada em tufo ou mechas, chamados igualmente em inglês de *staple*.

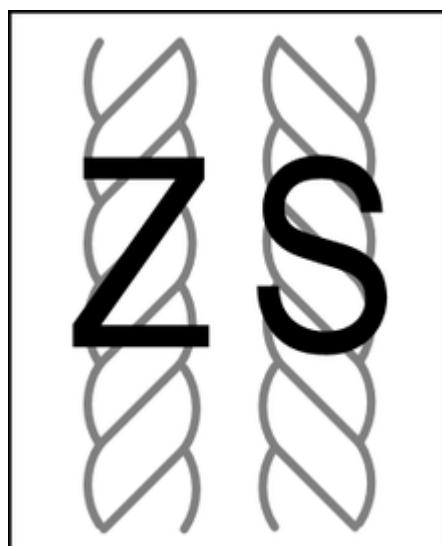
“Se entende por material têxtil, no sentido mais amplo da palavra, todo material ou produto fibroso que pode ser convertido em fio ou tecido, devendo reunir por conseguinte as condições de flexibilidade, elasticidade e resistência suficientes” (BLANXART, 1946, p. 9, tradução nossa). E sobre o algodão, Blanxart (1946, p. 17, tradução nossa) afirma que “é a fibra ou borra que se desenvolve sobre a semente do algodoeiro”, e ainda:

“o linho, como outras fibras extraídas do talo das plantas, tem suas origens em tempos pré-históricos [...] existe uma multiplicidade de espécies de linho, sendo as mais cultivadas como tecido: o *Linus usitatissimum* e o *Linus perenne*” (BLANXART, 1946, p. 99, tradução nossa).

4.1.2. FIAÇÃO

“desde o ponto de vista tecnológico, a fiação tem por objetivo a formação de um fio de seção redonda, cheio e de um determinado comprimento, constituído por um número maior ou menor de fibras curtas ou pêlos, colocados mais ou menos paralelamente entre si e ligados por meio de torção” (HERZOG, 1952, p. 1, tradução nossa)

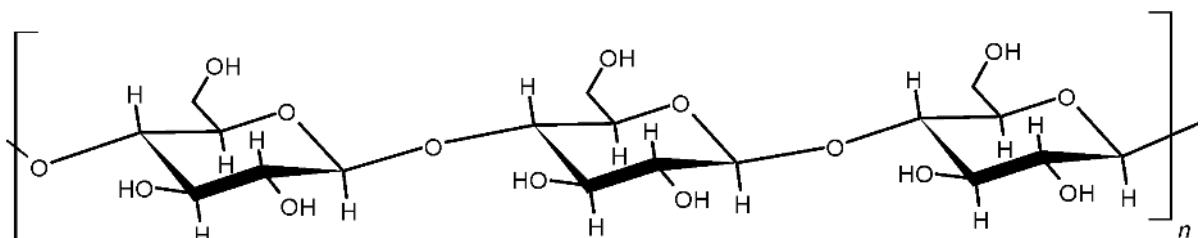
Os fios podem se estruturar com torção em Z ou em S, como a figura abaixo exemplifica:



Fonte (wikimedia.org)

4.2. ESTRUTURA QUÍMICA DO ALGODÃO E DO LINHO

De acordo com Marías (1976, p. 5), o algodão e o linho são duas fibras naturais de origem vegetal, portanto, possuem como molécula fundamental a celulose. A celulose é um polímero de cadeia longa e quimicamente se caracteriza como um glicídio, de maneira mais exata um sacarídeo e mais especificamente um polissacarídeo, portanto, um carboidrato, e é a principal molécula constituinte das paredes celulares das células vegetais. Como carboidrato, a celulose pode ser entendida dentro dessa tipologia de função química: os carboidratos são compostos orgânicos compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio, e de forma mais específica, são compostos por polialcoois-aldeídos ou por polialcoois-policetonas, dentre outros compostos químicos que, ao sofrerem hidrólise, produzem polialcoois-aldeídos e/ou polialcoois-cetonas. Como um polímero, a celulose possui como monômero a glicose (MARÍAS, 1976, p. 14), igualmente um sacarídeo. A estrutura química da celulose está descrita na estrutura a seguir:



4.3. TECNOLOGIA DE FIAÇÃO

O fio “é o nome genérico de um conjunto de fibras que se torcem juntas. Existem duas classes gerais de fios: *fios fiados* feitos com fibras descontínuas e curtas e *fios elaborados com filamentos contínuos*” (HOLLEN et al., 2006, p. 136, tradução nossa). Hollen ainda afirma:

“os fios de filamentos contínuos são principalmente de fibras sintéticas, já que o único filamento natural é a seda, e corresponde a menos de um por cento da produção de fibras e fios. Os fios de filamentos sintéticos se fabricam mediante fiação química, que é o processo por meio do qual uma solução de polímero se faz passar através de uma fiaadeira, se solidifica em forma de fibra e, posteriormente, os filamentos individuais se entrelaçam como tais ou dando-lhes uma ligeira torção. A união de filamentos, a torção

ou ambos formam o fio de filamento" (HOLLEN et al., 2006, p. 136, tradução nossa).

E ainda:

"fibras descontínuas que se produzem de fibras curtas que se torcem juntas. São adequadas para os tecidos que se utilizam em vestuário nas quais se deseja absorvência, volume, temperatura agradável ou ter textura semelhante à do algodão ou da lã." (HOLLEN et al., 2006, p. 146, tradução nossa).

A respeito das técnicas fundamentais de fiação, Hollen acrescenta:

"A fiação primitiva consistia em estirar as fibras que se sustentavam em uma haste chamada roca, torcendo-as mediante a rotação de um fuso que se podia fazer girar como um pião, e posteriormente enrolando o fio fiado. A roda de fiar a mão foi inventada pelos fiaendeiros da Índia, e se introduziu na Europa no século XIV. O sistema fabril se iniciou no século XVIII, quando pessoas diferentes dos tecelões começaram a fiar. Em 1764, um inglês chamado James Hargreaves inventou a primeira máquina para fiar, e essa podia manejar simultaneamente mais de uma roda de fiar. Outros inventos para melhorar o processo de fiação seguiram a este, os que conduziram a Revolução Industrial, quando as máquinas tomaram o lugar dos procedimentos manuais e tornaram possível a produção em massa. Desenvolveram-se máquinas para cada uma das etapas do processo de fiação." (HOLLEN et al., 2006, p. 146, tradução nossa)

E, talvez, a afirmação mais importante da autora a respeito da fiação é: "a fiação ainda é um processo em evolução" (HOLLEN, 2006, p. 146, tradução nossa).

4.4. APONTAMENTOS SOBRE OS TECIDOS E O RESTAURO

Diferentemente de outras tipologias de objetos, como pintura de cavalete e esculturas policromadas, os tecidos geralmente apresentam tanto suporte quanto elementos estéticos amalgamados, uma vez que a base têxtil abriga, em si mesma, os padrões de tecelagem, cores e apliques, configurando-se em uma estrutura que não serve apenas de suporte, mas que literalmente contém os elementos responsáveis pela "visualidade" da peça (NEIRA, 2015). (CORDEIRO et al., 2021, p. 7)

Os tecidos são materiais basilares da indústria humana desde os seus primórdios (THÉODORE et al., s. d., p. 5), e, dessa forma, estão presentes desde antes mesmo do início dos registros da historiografia.

De acordo com Landi (2005, pp. 108 – 109), os testes e exames em têxteis são essenciais na prática da Conservação e Restauração, pois demonstram os exemplares têxteis mais adequados para uso em restauro. Apesar da identificação das fibras têxteis não ser uma parte central dos testes e exames determinados por Landi, segundo Kaswell (1963, p. 449), Adanur (1995, pp. 555 – 606) e Hollen (2006, pp. 20 – 24), as reais constituições das fibras são uma das mais importantes razões dos tecidos possuírem as propriedades químicas, físicas e mecânicas que apresentam: de certa forma, as fibras são o coração do ser de um tecido. Dessa forma, propriedades como encolhimento, tensão e até mesmo retenção de corantes, ou seja, todas as características de um tecido que devem ser testados de acordo com Landi (2005, pp. 108 – 109). Assim, já é um preceito em Conservação e Restauração preconizado por Landi o testar das características mecânicas e químicas de um tecido. O que falta é se reconhecer a importância da identificação das fibras, já que todas as propriedades mecânicas e químicas de um tecido supracitadas e a grande maioria das demais é dependente parcialmente, se não completamente, da matéria de suas fibras.

Dentre os empregos mais importantes de tecidos no Restauro, estão os tecidos de estabilização. Neste uso, algumas etapas a serem seguidas pelo conservador-restaurador em sua reflexão são:

- 2) Usos para tecidos de estabilização
 - (a) Suporte localizado (ou seja, remendo ou preenchimento) ou suporte geral (ou seja, suporte ou revestimento)
 - (1) O tecido deve fornecer apoio suficiente.
 - (2) Textura e interação com o tecido original (ou seja, fricção ou falta dela entre os tecidos) deve ser considerado.
 - (3) O peso do tecido é mais frequentemente o mesmo ou mais leve que o peso do original. Para um artefato que tem enfeites pesados sobre um tecido de solo fraco, um tecido de apoio de peso mais pesado do que o original pode ser necessário.
 - (4) Se o tecido também estiver sendo selecionado como compensação pela perda, então a cor, o brilho e a textura também serão ser importante.
 - (5) Quando um suporte geral também está sendo usado como uma barreira ao pó, a densidade de tecelagem também é importante.

- (b) Sobreposição (isto é, para proteger uma superfície frágil como, por exemplo, o estilhaçamento da seda).
- (1) Como a translucidez é uma exigência primária de tecidos sobrepostos, tecidos transparentes, como a rede de nylon, crepeline de seda, ou Tetex® de poliéster (Stabiltex®), são normalmente escolhidos.
- (2) Se uma sobreposição for combinada com um suporte de apoio, as necessidades de apoio e estabilização da superfície determinam a seleção dos tecidos.
- (3) Tecidos e aplicações comumente usadas
(FABRICS USED FOR STABILIZATION, s. d., tradução nossa)

Esta reflexão se encerra com a atenção a ser mantida quanto à complexidade dos objetos têxteis:

Dito isso, assumimos que na maioria das vezes torna-se difícil separar tratamentos estruturais daqueles de cunho estético quando fazemos intervenções em peças têxteis (CONTI, 2004; VICIOSA, 2018). O que não ocorre com outras categorias de objetos, em que normalmente é possível tratar separadamente o suporte das camadas pictóricas, ou de revestimentos que cobrem a superfície dos mesmos (CORDEIRO et al., 2021, p. 7).

5. METODOLOGIA

5.1. ESCOLHA DOS TECIDOS

Os tecidos escolhidos para o presente trabalho foram selecionados devido à sua disponibilidade e sua presença na realidade da maioria dos conservadores-restauradores brasileiros. Tecidos de luxo, de alta especificidade dentro do uso profissional de conservação-restauração (importados), além de tecidos feitos sob demanda para as necessidades de conservadores-restauradores em suas intervenções não foram levados em consideração neste estudo, pois não são as escolhas da grande maioria dos empreendimentos realizados pela classe, já que, devido às regras impostas pelos mercados de prestação de serviço, em que os

serviços com menor preço tendem a ser escolhidos dentro de uma margem de qualidade da prestação, e os tecidos muito especializados que atendem às exigências da conservação-restauração científica e os tecidos de alto padrão são usualmente descartados de suas escolhas, já que esses produtos têxteis são comprados em lojas com preços altos e às vezes até mesmo exorbitantes, o que deixa o serviço prestado pelo conservador caro para o consumidor e, portanto, pouco competitivo no mercado de prestação de serviços em conservação e restauração de bens culturais.

Como discutido, a escolha dos tecidos 100% linho e 100% algodão ocorreu pelo fato de, historicamente, serem as fibras naturais mais amplamente usadas dentro da linha do tempo da manufatura brasileira. A seda natural é um luxo até mesmo na China, país onde as produções extensivas de tecidos em seda natural surgiram (SEAGAL ed., 1980, p. 126), e a lã, apesar do grande uso ao longo da história da Brasil, como é o caso das lãs de carneiro e de ovelha, não se encontra disponível para a compra na imensa maioria dos estabelecimentos de varejo, o que torna ambos os produtos quase que completamente ausentes nos mercados varejistas mais populares do Brasil. Dessa forma, as fibras têxteis naturais que conjugam tanto disponibilidade e fácil acesso no varejo nacional atual quanto a relevância histórica na manufatura nacional desde o começo do período colonial são o linho e o algodão. Assim, a pesquisa tomou o linho 100% e o algodão 100%, como declarados pelos distribuidores e varejistas – sendo o algodão normalmente vendido sob as tipologias comerciais de “tricoline” e de “americano” –, como índices representativos da realidade do produto têxtil vendido no Brasil para a Conservação-Restauração. Pelo fato de serem as fibras naturais mais acessíveis – mesmo que o linho permaneça um tecido de preço relativamente alto, mas jamais tão alto quanto a seda natural –, elas permitem que se tenha um esboço de noção do estado geral dos tecidos de fibra natural em Minas Gerais e sua plausibilidade em termos de uso em intervenções de conservação-restauração diante dos critérios de conservação-restauração estabelecidos por teóricos como Viñas e Brandi. Assim, este trabalho de conclusão de curso enxerga o linho e o algodão atualmente vendidos no varejo têxtil como termômetros das condições de duas entre as fibras têxteis mais relevantes em conservação-restauração.

Por fim, três amostras de cada tipo de tecido foram obtidas de cada uma das três cidades estudadas, A, B e C, que tiveram seus nomes ocultados por questões

éticas. Estas cidades são alguns dos principais centros distribuidores de tecidos em Minas Gerais.

5.2. ENSAIOS ANALÍTICOS

Os ensaios analíticos realizados sobre as amostras têxteis foram quatro: ensaio de combustão, ensaio de microscopia, ensaio de solubilidade e espectroscopia Raman. Os três primeiros são os ensaios mais comuns realizados em tecidos (HOLLEN et al., 2006, pp. 24 – 25). Juntamente dos ensaios, foi também empreendida a inspeção visual das amostras.

5.2.1. INSPEÇÃO VISUAL

A inspeção visual é uma avaliação inicial que consiste em se observar características do tecido pela análise do comprimento da fibra, do brilho, opacidade, textura etc. Ela permite uma caracterização prévia, mas não definitiva do tecido, sendo necessários outros ensaios para uma melhor caracterização.

“A inspeção visual do aspecto e o tato de um tecido são sempre os primeiros passos na identificação de uma fibra. Contudo, não é possível se fazer uma identificação do conteúdo de fibras baseando-se unicamente nessas características, porque as fibras sintéticas se assemelham consideravelmente às naturais.” (HOLLEN et al., 2006, p. 24, tradução nossa).

Hollen (2006) ainda acrescenta alguns princípios básicos para a inspeção visual e o tato do tecido:

“1. Comprimento da fibra: destrua o fio para determinar o comprimento. Qualquer fibra pode ser produzida na forma de fibras curtas, contudo, nem todas podem ser produzidas na forma de fibras longas ou filamentos. Por exemplo, o algodão e a lã sempre são fibras curtas.
2. Brilho e opacidade.
3. Corpo, textura, tato suave ou duro, liso ou áspero, quente ou frio, rígido ou flexível.” (HOLLEN et al., 2006, p. 24, tradução nossa)

5.2.2. ENSAIO DE COMBUSTÃO

O teste de combustão é um ensaio no qual uma amostra do tecido é levada à chama e observam-se as suas características durante a queima como odor, cor das cinzas e movimentação da fibra. As diferentes naturezas químicas dos tecidos proporcionam diferentes comportamentos das fibras junto à chama. Como exemplos, tem-se o linho que possui a celulose como constituinte e a seda que possui proteínas nas suas constituições. Na queima, o linho apresenta cheiro de papel queimado e sua brasa apresenta coloração alaranjada. Ao aproximar-se da chama, sua fibra não se encolhe se afastando dela. A seda, por sua vez, possui odor de cabelo queimado, geralmente não apresenta brasa e suas fibras se afastam da chama ao se aproximar dela (HOLLEN et al., 2006, p. 26).

“O teste de combustão se utiliza para identificar a composição química como celulósica, proteica, mineral ou sintética e identificar o grupo a que pertence a fibra. As *misturas* não se *identificam* aplicando o teste de combustão. Se junto com o teste de combustão se faz a inspeção visual, a fibra se identifica com mais facilidade. Por exemplo, se a amostra é celulose e também é um filamento, a amostra é um rayon, mas se a fibra é curta, não se pode dar uma identificação positiva.” (HOLLEN et al., 2006, p. 24, tradução nossa)

Para se realizar o teste, deve-se desfiar o tecido, segurá-lo com uma pinça metálica e aproximá-lo de uma chama de uma lamparina. Observa-se, inicialmente, a movimentação da fibra próxima a chama (encolhe, afasta-se da chama ou não). Posteriormente, inicia-se a queima. Pode-se apagar a chama no tecido, movimentando-o. Desse modo, pode-se observar a brasa e as cinzas formadas. É importante, também, verificar o odor produzido.

“1. Desfie e teste vários fios do mesmo lado da tela para ver se têm o mesmo conteúdo de fibra se há diferenças de brilho, torção e de cor. Se há diferença de brilho, torção e de cor, isso indica que pode haver dois ou mais tipos de fibra na tela.

2. Sustente o fio de forma horizontal [...] Use pinças se assim o deseja. Aproxime as fibras lentamente da borda da chama de lamparina [...] e observe o que se sucede. Repita várias vezes para observar os resultados.” (HOLLEN et al., 2006, p. 25, tradução nossa)

O quadro abaixo resume o comportamento das fibras durante o ensaio de combustão:

TESTE DE COMBUSTÃO

Fibra	Ao aproximar-s e da chama	Na chama	Ao retirá-la da chama	Cinzas	Odor
Celulósicas: Algodão Linho Rayon	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Queima	Continua queimando com um brilho alaranjado	Cor cinza, muito tênu e com bordas suaves	Papel queimado
Proteicas: Seda Lana	Funde-se e se enrosca ao se aproximar da chama	Queima lentamente	Quase sempre se apaga sozinha	Cinza negra que pode ser triturada	Cabelo queimado
Acetato	Funde-se ao se aproximar da chama	Queima fundido-se	Continua queimando e fundindo-se	Duras e negras, quebradiças	Acre
Acrílicas	Funde-se ao se aproximar da chama	Queima fundindo-se	Continua queimando e fundindo-se	Duras e negras, quebradiças	-
Modacrílicas	Funde-se ao se aproximar da chama	Queima muito lentamente se fundindo	Apaga-se sozinha produzindo fumaça branca	Duras e negras, quebradiças	-
Náilon	Funde-se e se encolhe aproximando -se da chama	Queima lentamente fundindo-se	Quase sempre se apaga sozinha	Duras e cinzas	Como de salsão
Olefina	Funde-se e encolhe-se aproximando -se da chama	Queima fundindo-se	Quase sempre se apaga sozinha	Duras e cinzentas ou cor de café	-
Poliéster	Funde-se e se encolhe aproximando -se da chama	Queima lentamente fundindo-se; fumaça negra	Quase sempre se apaga sozinha	Duras e negras	Odor doce
Saran	Funde-se e	Queima	Apaga-se	Duras e	

	se encolhe ao se aproximar da chama	muito lentamente fundindo-se	sozinha	negras	-
Spandex	Funde-se mas não se encolhe ao se aproximar da chama	Queima fundindo-se	Continua queimando e fundindo-se	Cinzas negras suaves	-

Fonte: Hollen et al. (2006).

5.2.3. ENSAIO DE MICROSCOPIA DE LUZ POLARIZADA

O ensaio de microscopia consiste em identificar as fibras por sua morfologia. As fibras de algodão apresentam-se como seções contínuas e retorcidas. As fibras de linho apresentam-se como seções contínuas seccionadas por linhas transversais ao sentido da fibra (elas possuem uma semelhança visual com feixes de cana-de-açúcar). Quando iluminadas por luz polarizada, ambas as fibras apresentam uma seção interna iridescente (várias cores como o arco-íris).

Uma amostra de fibras na microscopia deve ser então observada fio por fio para ver a sua morfologia ou a presença de outras fibras que possuem formas diferenciadas. Para a observação no microscópio, as fibras devem ser imobilizadas em uma lâmina de vidro com resina para microscopia. Sobre a resina com a fibra é sobreposta uma pequena lâmina de vidro chamada de lamínula que impede o contato direto entre a lente objetiva do microscópio e a amostra. Ela também auxilia na preservação da amostra e na entrada de sujidades que podem contaminá-la. Este sistema é chamado de dispersão, ou seja, o conjunto vidro – resina com amostra – lamínula.

De acordo com Hollen (2006, p. 25):

“Ao se estudar as fibras ao microscópio pode-se conhecer a sua estrutura e se estudam algumas diferenças entre as fibras de cada grupo. Compreenderá melhor o comportamento das fibras e dos tecidos. No caso da maioria das fibras naturais, o uso desse teste dará identificação positiva. As fibras artificiais são mais difíceis de se identificar porque algumas delas o aspecto muda ao se variar o processo de fabricação. Assim, com esse

método a identificação positiva das fibras artificiais é limitada. Se deseja fazer um exame mais completo, é útil se pesquisar o aspecto da seção transversal.” (HOLLEN et al., 2006, p. 25, tradução nossa)

5.2.4. ENSAIO DE SOLUBILIDADE

Os testes de solubilidade consistem em se colocar solventes sobre as fibras e observar se as mesmas se solubilizam. Este ensaio é melhor feito se conduzido com poucas fibras e sob um microscópio ótico estereoscópico. Um conjunto de solventes específicos podem ser usados para este ensaio como descrito na tabela abaixo. De acordo com Hollen:

“Os testes de solubilidade se empregam para identificar as fibras artificiais por classe genérica e confirmar a identificação das fibras naturais. [...] Para se fazer os testes, se coloca a amostra em um líquido na ordem que aparece na lista. Se agita por cinco minutos e se observa os resultados. Se utiliza fibras, fios ou pequenos pedaços de tecido. Os líquidos são perigosos e devem ser manejados com cuidado. Devem se utilizar capelas de extração como as que existem em laboratórios químicos, luvas, aventais e óculos de proteção.” (HOLLEN et al., 2006, p. 25, tradução nossa)

O quadro abaixo resume a relação entre as fibras e seus solventes para o ensaio de solubilidade:

ENSAIO DE SOLUBILIDADE	
Solvente	Solubilidade da Fibra
Ácido acético glacial	Acetato, triacetato
Ácido clorídrico	Nylon 6, nylon 66
Solução de hipoclorito de sódio	Seda e lã
Xileno (meta)	Olefina e saran
Tiocianato de amônio	Acrílicas
Butirolactona	Modacrílicas e acetato
Dimetil formamida	Spandex, modacrílicas, acrílicas, acetato
Ácido Sulfúrico	Algodão, linho, rayon, nylon, acetato
Cresol (meta)	Poliéster, nylon, acetato

Fonte: Hollen et al. (2006).

5.2.5. ESPECTROSCOPIA RAMAN

A espectroscopia Raman é baseada no fenômeno de espalhamento de luz por moléculas. Este fenômeno é responsável, por exemplo, pela cor azul do céu. A luz branca que chega até a atmosfera é espalhada pelas moléculas do ar em suas cores constituintes em angulações diferentes. Nos momentos em que o sol está longe do horizonte, a cor azul é a mais presente devido ao ângulo do sol com a nossa posição. Nos momentos em que o sol se encontra próximo a linha do horizonte, o ângulo de espalhamento do azul o coloca fora do alcance de nossa visão. Nesses momentos as luzes espalhadas que se tornam visíveis, pelo seu ângulo de espalhamento, são a amarelo e laranja que caracterizam o nascer e pôr do sol.

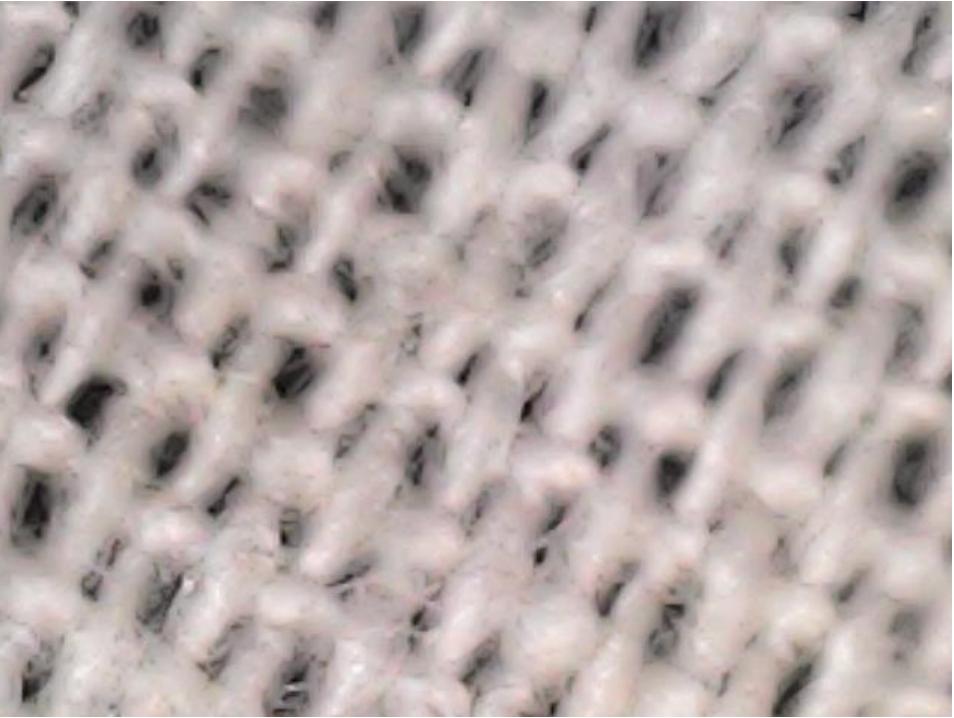
Ao ser irradiada por luz, uma molécula pode ser polarizada, apresentar polos elétricos, de acordo com sua natureza química (átomos presentes e tipos de ligações). Esta polarização espalha (desvia) a luz incidente, ocorrendo ou não absorção de energia. A luz espalhada possui frequência e intensidade que dependem da já discutida polarização da molécula quanto também das vibrações dos seus átomos nas ligações químicas. Como as vibrações são características de grupos químicos, pode-se então relacioná-los com a luz espalhada.

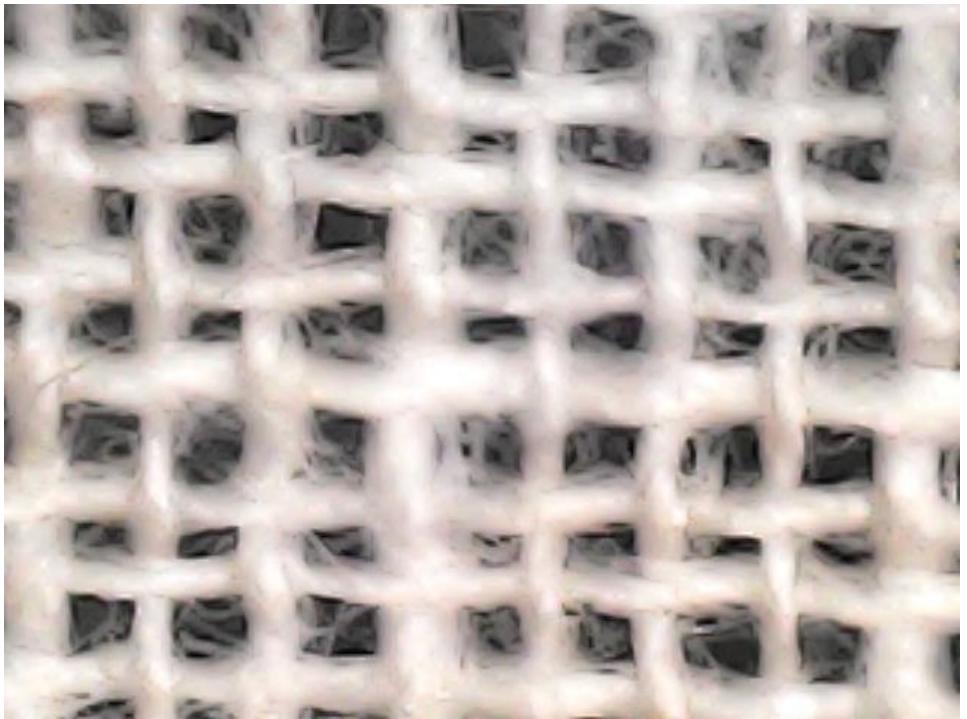
O registro dos valores e intensidades da luz espalhada podem ser registradas em uma curva denominada espectro Raman. Esta curva é um gráfico que apresenta formas ao longo de sua extensão. Interpretar o espectro Raman consiste em observar as formas e valores de energia atribuídos a eles. Estas energias são registradas em termos de números de onda cuja unidade é cm^{-1} . De posse de referências de valores de números de onda e formatos, pode-se identificar substâncias como a celulose ou proteínas constituintes dos tecidos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos resultados e discussões, será levado em conta o quadro explicativo que descreve os resultados e a tabela de checklist que compara os resultados.

6.1. INSPEÇÃO VISUAL

Trama de Tricoline Cru 100% Algodão	
Trama de Tricoline Branco 100% Algodão	

Trama de Americano Cru 100% Algodão	
--	--

6.2. ENSAIO DE COMBUSTÃO

No teste de combustão, todas as amostras de tecido 100% algodão americano cru e de tecido 100% algodão tricoline cru queimaram a grande totalidade de sua massa assim como a literatura afirma que o tecido 100% algodão queima. Contudo, deixaram um resíduo na forma de uma rede ou de uma grade preta que, ao ser aproximada da chama, por sua vez não queimava, mas se encolhia de forma similar às fibras sintéticas, em um comportamento semelhante ao dos plásticos, contudo, essa evidência não constitui resultado conclusivo: ulteriores investigações sobre a queima dos tecidos 100% algodão americano cru seriam necessárias. Os tecidos 100% algodão tricoline branco das cidades A e C apresentaram um comportamento perfeitamente enquadrado dentro do que se espera de um tecido 100% algodão, e não deixaram nenhum tipo de resíduo.

Todas as amostras de linho se comportaram exatamente como determina a literatura de análises de identificação de fibra têxtil a respeito da combustão dos tecidos 100% linho.

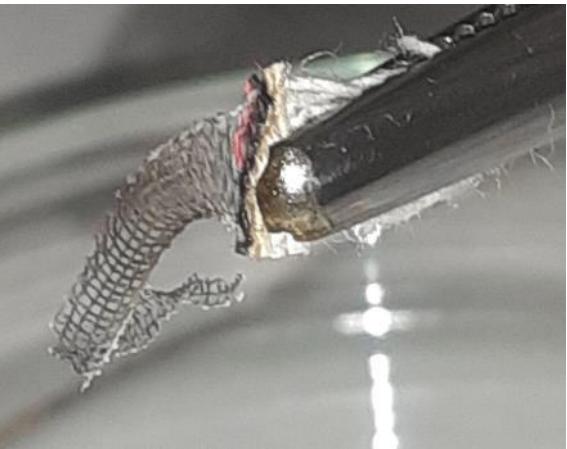
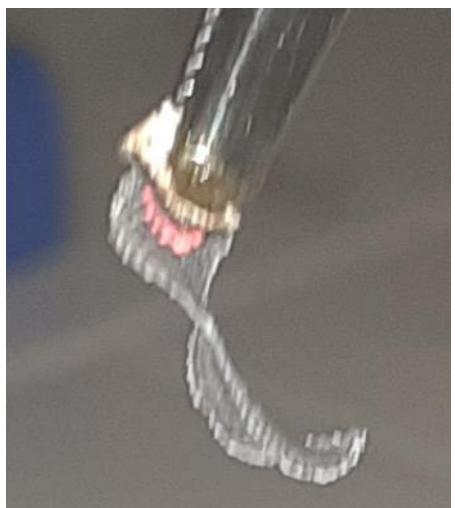
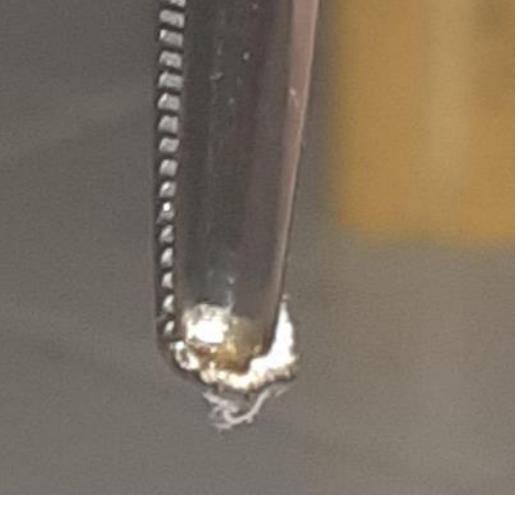
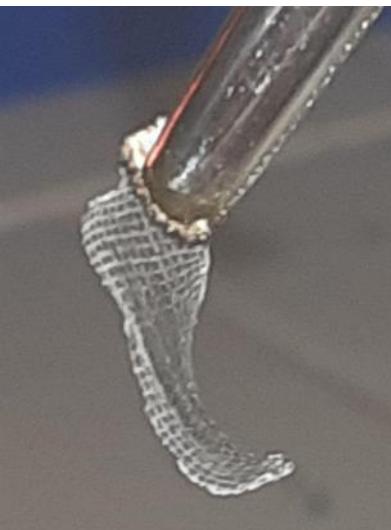
RESULTADOS DO TESTE DE COMBUSTÃO							
Cidade	Fibra	Amostra	Ao aproximar -se da chama	Na chama	Ao retirá-la da chama	Cinzas	Odor
A	Tricoline Branco 100% algodão,	1	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Cor cinza, muito tenua e com bordas suaves	Papel queimado
	Americano cru 100% algodão	2 e 3	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Resta um resíduo em forma de rede	Papel queimado
	Resíduo de Americano Cru 100% algodão	2 e 3	Se funde e se encolhe ao se aproximar da chama	Não arde, apenas se encolhe	A cinza se encolhe e se deforma permanentemente	Acinzentadas	Nenhum odor percebido
	Linho 100%	1, 2 e 3	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Cor cinza, muito tenua e com bordas suaves	Papel queimado
B	Americano cru 100% algodão 1, cidade B	1, 2 e 3	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Resta um resíduo em forma de rede	Papel queimado
	Resíduo de Americano Cru 100% algodão 1, Cidade B	1, 2 e 3	Se funde e se encolhe ao se aproximar da chama	Não arde, apenas se encolhe	A cinza se encolhe e se deforma permanentemente	Acinzentadas	Nenhum odor percebido
	Linho 100% 1, Cidade B	1, 2 e 3	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Cor cinza, muito tenua e com bordas suaves	Papel queimado
C	Tricoline Branco 100% algodão, Cidade C	1	Nem se funde nem se encolhe ao se	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Cor cinza, muito tenua e com bordas	Papel queimado

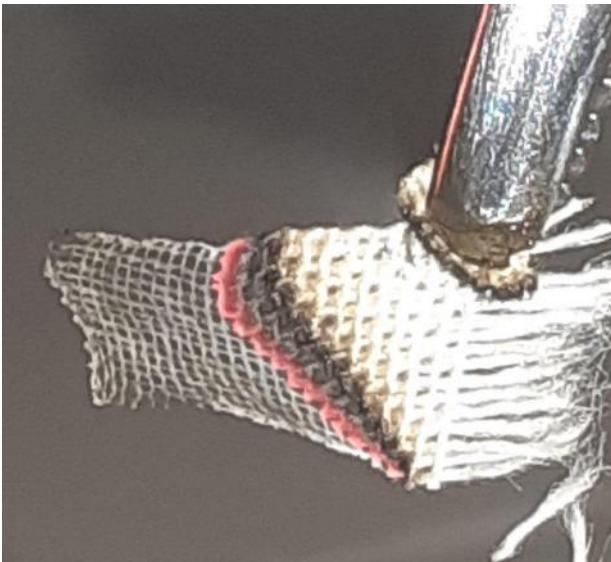
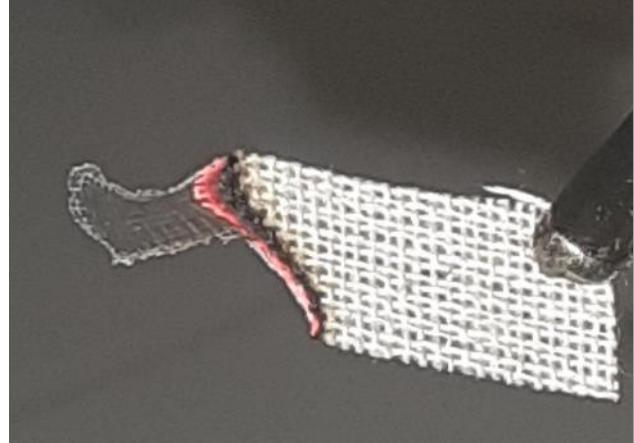
			aproximar da chama			suaves	
Tricoline Cru 100% algodão, Cidade C	2	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Resta um resíduo em forma de rede	Papel queimado	
Resíduo de Tricoline Cru 100% algodão, Cidade C	1	Se funde e se encolhe ao se aproximar da chama	Não arde, apenas se encolhe	A cinza se encolhe e se deforma permanentemente	Acinzentadas	Nenhum odor percebido	
Americano Cru 100% algodão, cidade C	3	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Resta um resíduo em forma de rede	Papel queimado	
Resíduo de Americano Cru 100% algodão, Cidade C	3	Se funde e se encolhe ao se aproximar da chama	Não arde, apenas se encolhe	A cinza se encolhe e se deforma permanentemente	Acinzentadas	Nenhum odor percebido	
Linho 100% 1, Cidade C	1, 2 e 3	Nem se funde nem se encolhe ao se aproximar da chama	Arde	Continua ardendo com um brilho alaranjado	Cor cinza, muito tênue e com bordas suaves	Papel queimado	

* O termo “arde” significa a formação de brasa.

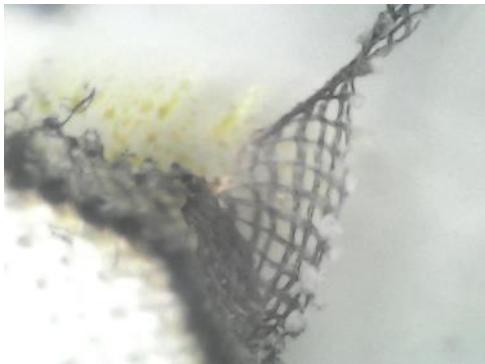
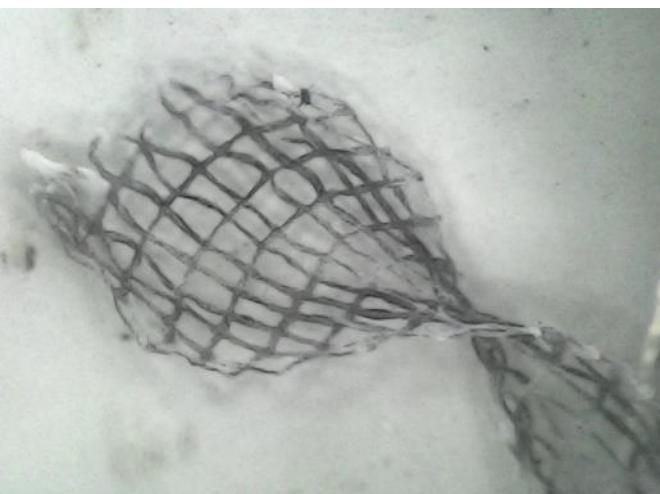
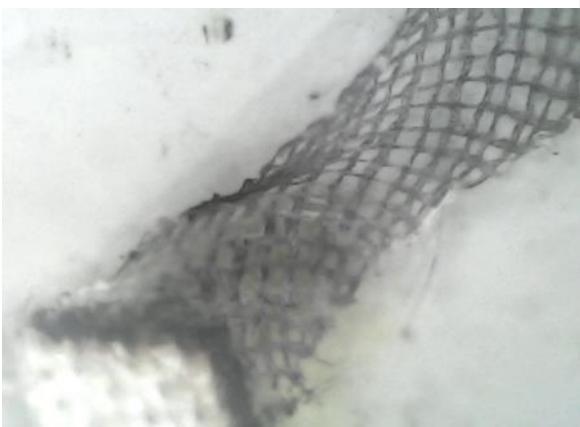
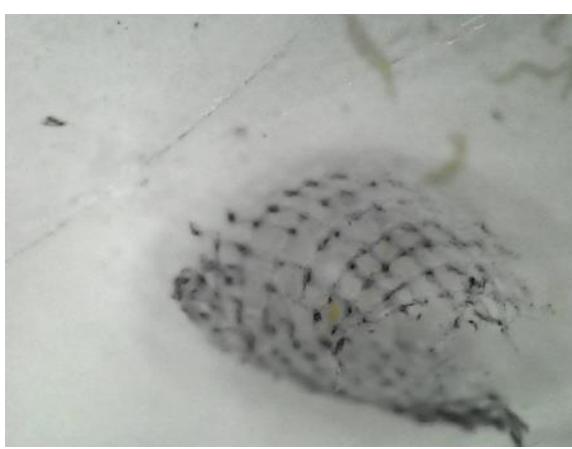
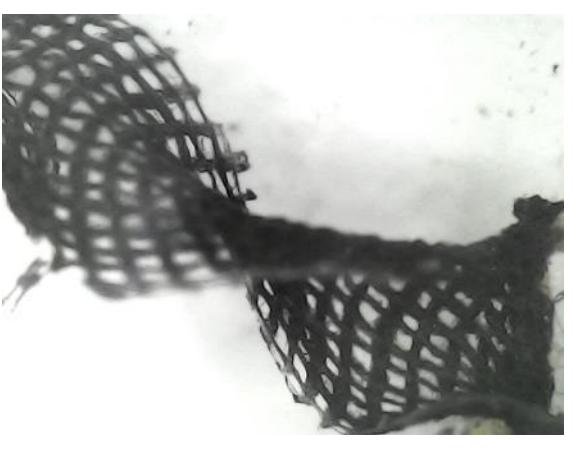
IMAGENS DE EXEMPLOS DOS RESULTADOS DO TESTE DE COMBUSTÃO

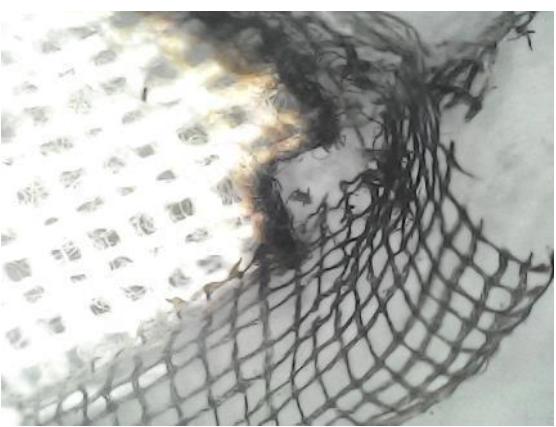
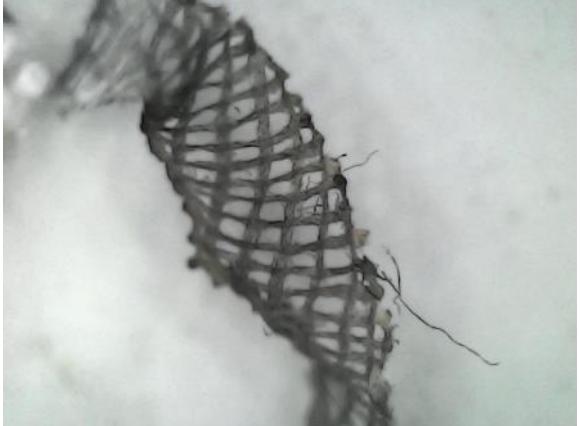
	
Americano Cru 100% Algodão (Resíduo)	Americano Cru 100% Algodão (Resíduo)

	
Americano Cru 100% Algodão (Resíduo)	Americano Cru 100% Algodão (Resíduo)
	
Americano Cru 100% Algodão (Resíduo)	Tricoline Branco 100% Algodão (Ausência de Resíduo)
	
Americano Cru 100% Algodão (Resíduo)	Americano Cru 100% (Começo da queima e começo da formação do resíduo)

	
Americano Cru 100% Algodão (Queima avançada e formação do resíduo)	Americano Cru 100% Algodão (Formação do Resíduo)

IMAGENS DE MICROSCOPIA	
Fibra	Microscopia
	
Tricoline Branco 100% algodão, Cidade A	Americano cru 100% algodão 1, Cidade A

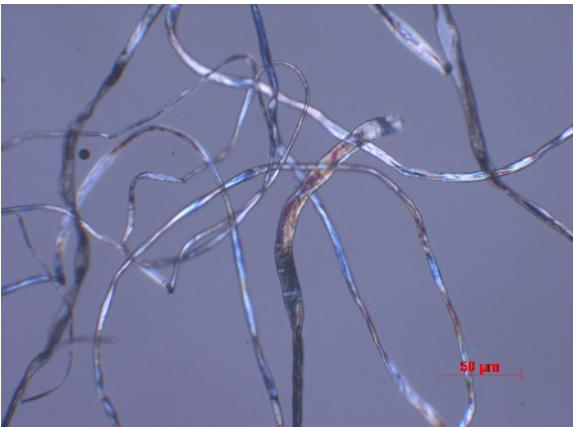
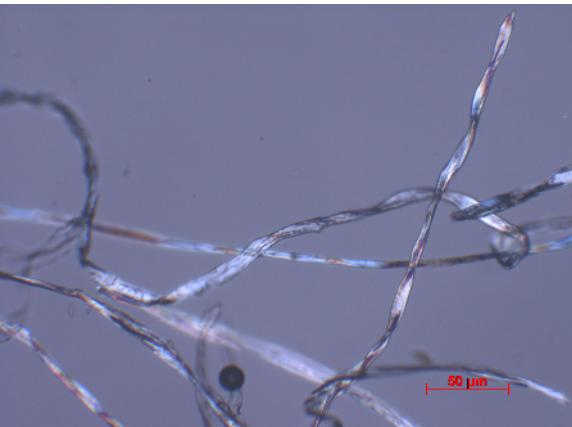
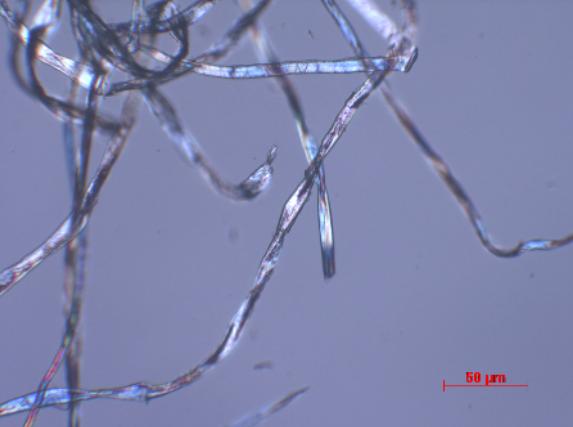
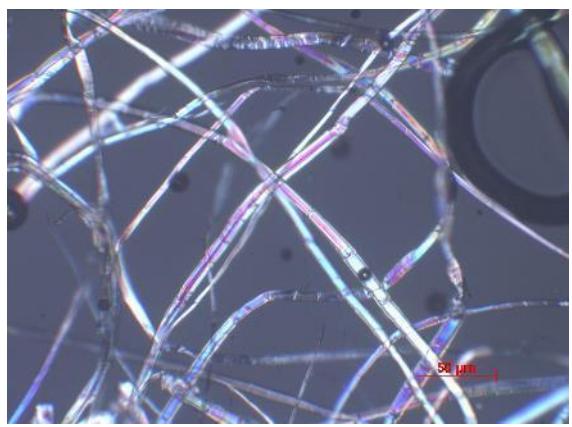
	
Americano cru 100% algodão 2, Cidade A	Americano cru 100% algodão 1, cidade B
	
Americano cru 100% algodão 2, cidade B	Americano cru 100% algodão 3, cidade B
	
Tricoline Branco 100% algodão, Cidade C	Tricoline Cru 100% algodão, Cidade C

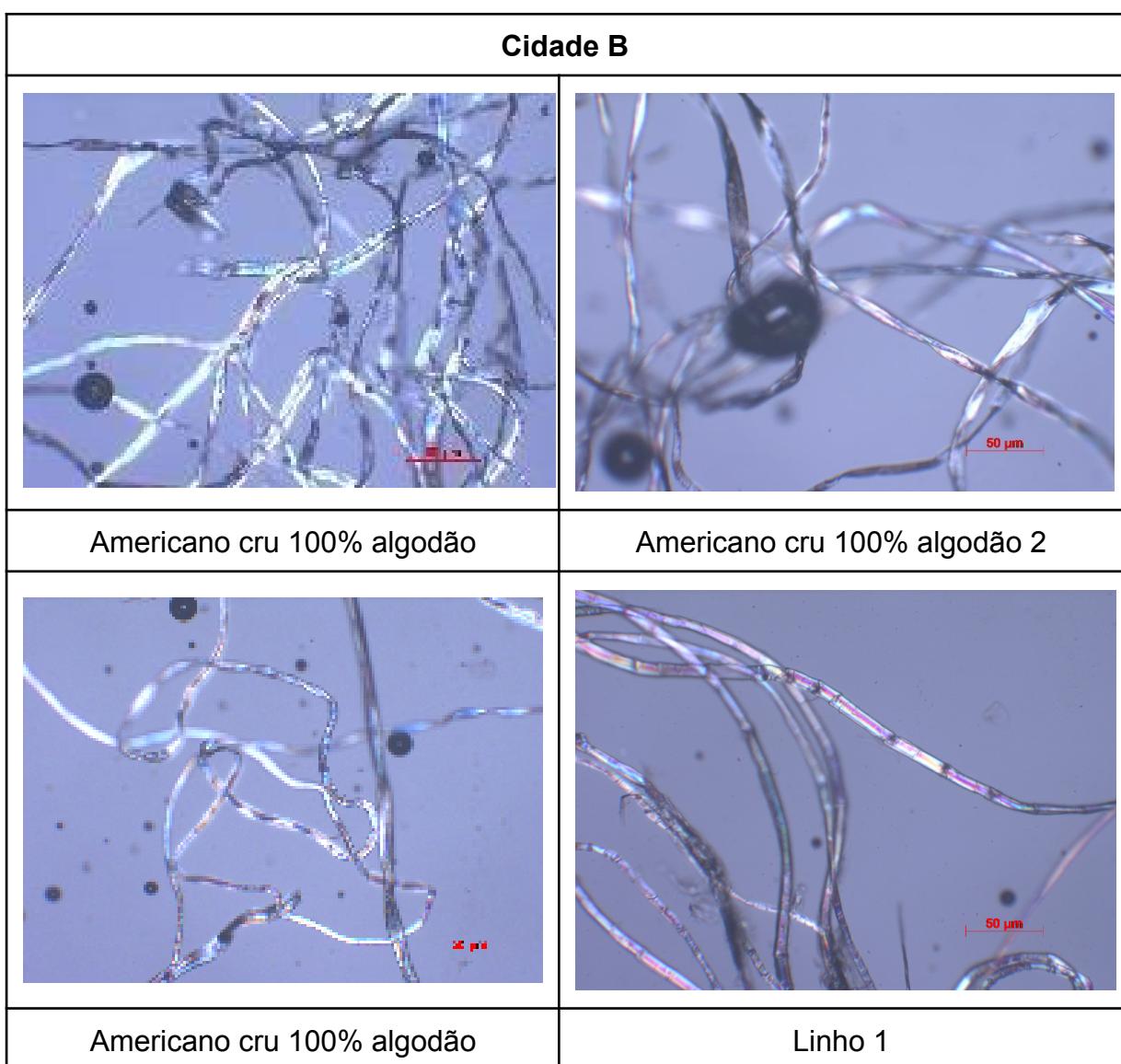
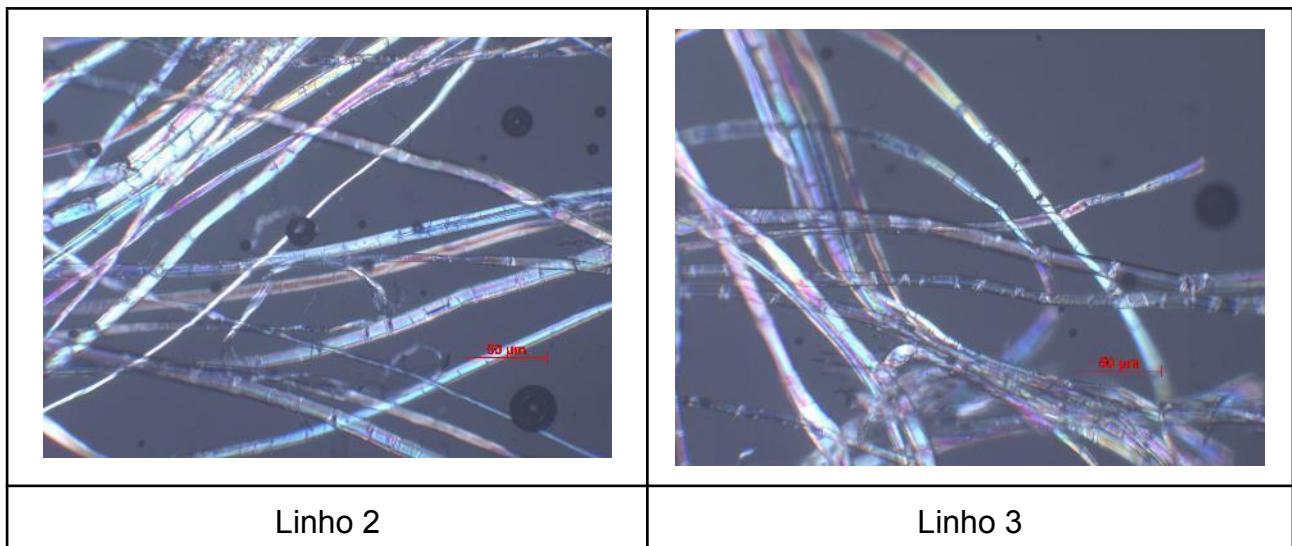
	
Americano Cru 100% algodão, cidade C	Americano Cru 100% Algodão, Cidade B, Antes da queima
	
Americano Cru 100% Algodão, Cidade B, Depois da queima	

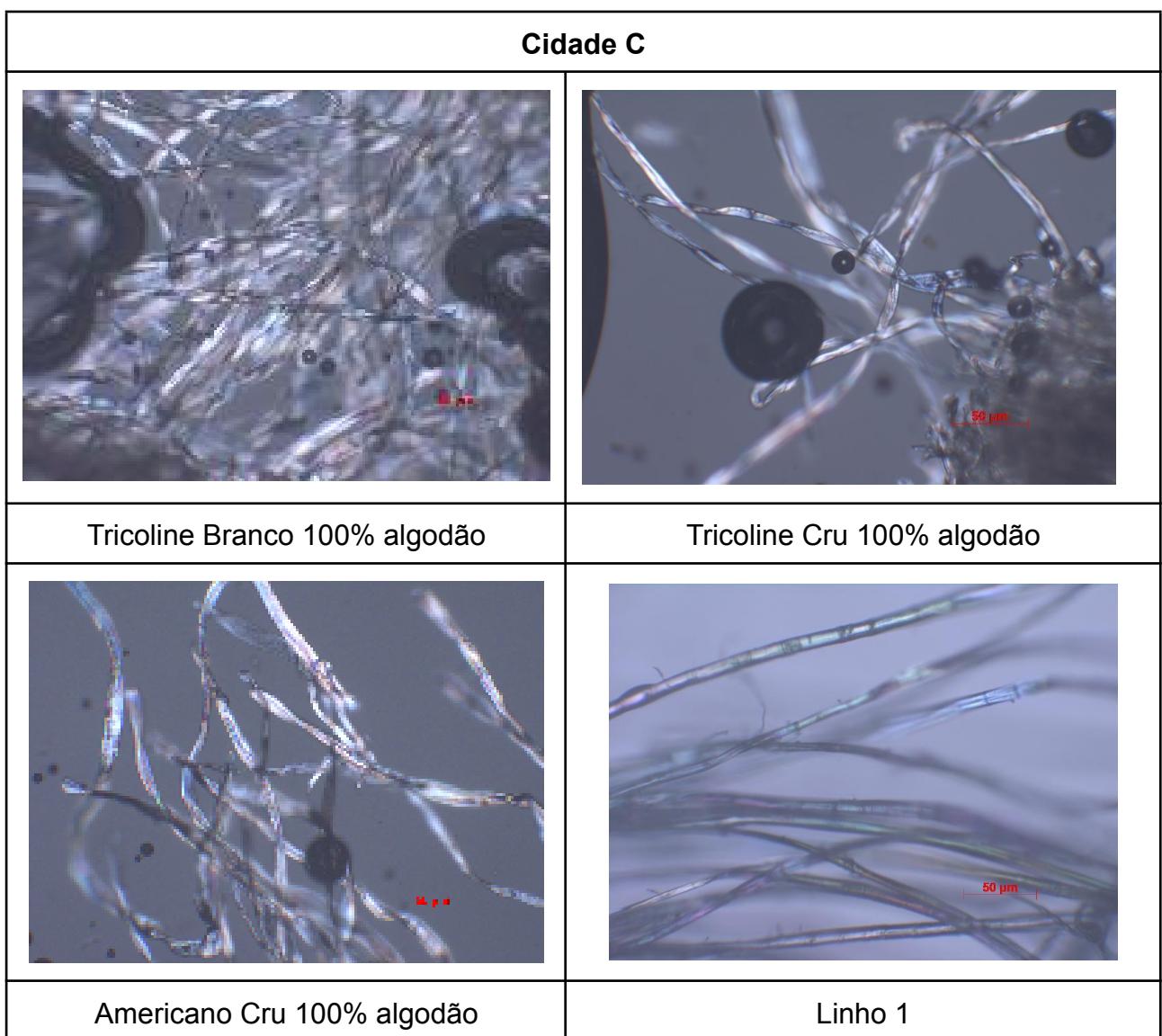
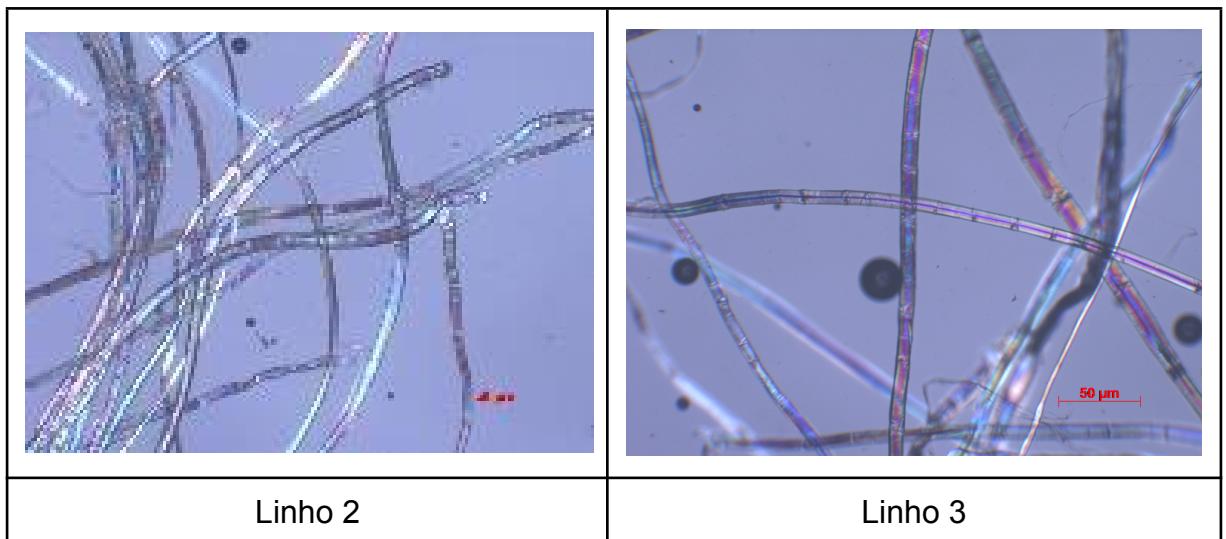
6.3. ENSAIO DE MICROSCOPIA DE LUZ POLARIZADA

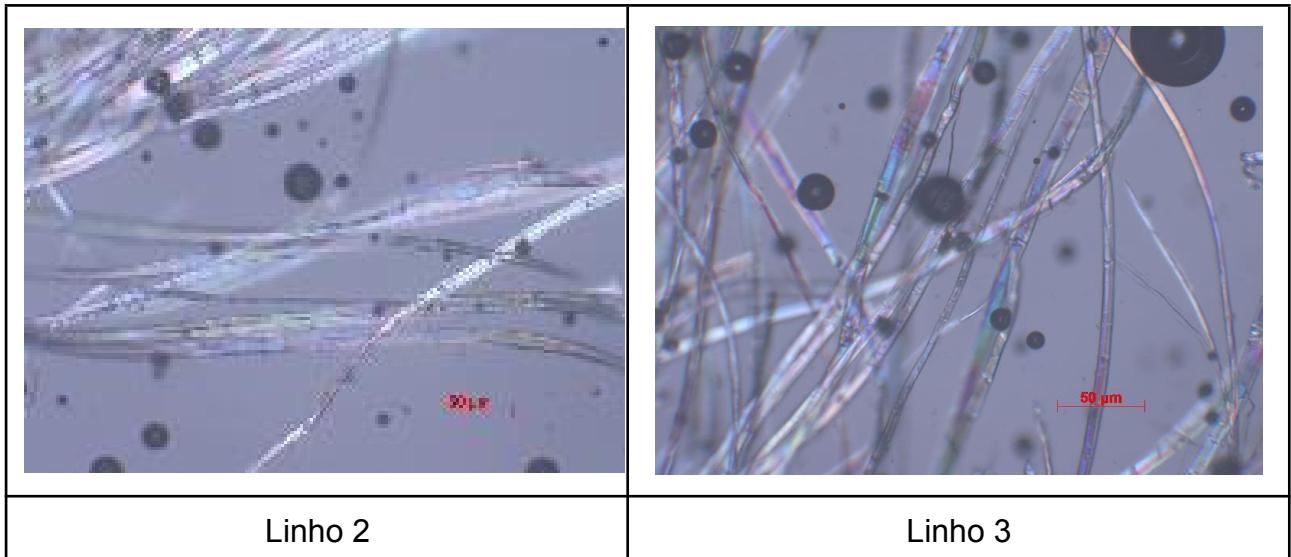
A microscopia chegou ao resultado que quase todos os tecidos refletiam exatamente os valores de concentração de fibra de suas etiquetas, levando-se em conta que apenas uma porção de fibra foi utilizada, logo a amostragem não foi representativa e apenas uma amostra de tecido 100% algodão tricoline branco da cidade C apresentou uma diminuta mistura com linho, o que pode ter ocorrido ou não por motivos accidentais na separação das fibras para a fabricação, ou então meramente pela por contato direto com tecidos de linho durante a estocagem, já que as fraudes quase sempre ocorrem com a mistura com alguma fibra mais barata, o que não é o caso do linho, que é quase sempre muito mais caro que o algodão.

Para este teste, chegou-se à conclusão que os microscópios óticos portáteis (denominados microscópios USB, pois são utilizados via interface com um computador) não são suficientes para a identificação das fibras pois conseguem aumentos óticos máximos na ordem de 30x. Estes microscópicos informam aumentos maiores, porém estes não são aumentos óticos e sim ampliações das imagens em computador obtidas com o aumento real. Os melhores resultados obtidos foram através de um microscópio ótico de luz polarizada que permite aumentos óticos até 1000x, além de possuírem polarizadores de luz que auxiliam no contraste das fibras. As fotomicrografias destes microscópios podem ser obtidas através dos serviços de um laboratório profissional.

FOTOMICROSCOPIAS	
Cidade A	
	
Tricoline Branco 100% algodão,	Americano cru 100% algodão 1
	
Americano cru 100% algodão 2	Linho 1, Cidade A







Cabe fazer-se a ressalva a respeito das microscopias que elas, assim como o teste de combustão, não são conclusivas, pois a amostragem ao longo das peças de tecido não foi representativa, já que, para que a representatividade das amostras fosse completa, seria necessária a coleta de amostras em diversas partes do corpo dos tecidos, tendo em vista que a maioria deles possui mais de um metro de extensão. As misturas de fibras podem assim estar localizadas de forma não homogênea, e a realização de coleta de amostras em apenas uma região do corpo dos tecidos não contempla essa possibilidade.

6.4. ENSAIO DE SOLUBILIDADE

Em relação ao teste de solubilidade, todos os linhos e algodões apresentaram um certo amolecimento em nível microscópico quando aplicado o xilol, não solubilizando em nada em sua maior extensão, e solubilizaram bem em contato com o ácido sulfúrico. O amolecimento e a facilidade do desfiar das fibras das duas amostras na aplicação de xilol pode ser uma evidência no sentido da presença de uma mistura com fibra sintética, mas não possui nenhum valor conclusivo, e permanece certo que, ao menos, a grande maioria da extensão dos tecidos é feita de fibras naturais. A solubilização com ácido sulfúrico comprova a presença de fibras naturais de origem vegetal em todos os tecidos, ou seja, feitas de celulose.

Nos testes realizados, as amostras não foram submetidas a todos os passos do teste de solubilidade, pois esta pesquisa se concentrou especificamente sobre a suspeita da presença de poliéster ou nylon na estrutura de tecidos 100% algodão ou 100% linho. Desta forma, os solventes empregados são os que solubilizam as fibras das classes de fibras sintéticas acima citadas e das fibras naturais de origem vegetal.

TABELAS DE RESULTADOS

RESULTADOS DO ENSAIO DE MICROSCOPIA DE DISPERSÃO				
Cidade	Tecido	Amostra	Apresenta fibras condizentes?	Apresenta misturas?
A	Tricoline Branco 100% algodão	1	SIM	NÃO
	Americano cru 100% algodão	2 e 3	SIM	NÃO
	Linho	1, 2 e 3	SIM	NÃO
B	Americano cru 100% algodão	1, 2 e 3	SIM	NÃO
	Linho	1, 2 e 3	SIM	NÃO
C	Tricoline Branco 100% algodão,	1	SIM	SIM (MISTURA COM LINHO)
	Tricoline Cru 100% algodão	2	SIM	NÃO
	Americano Cru 100% algodão	3	SIM	NÃO
	Linho	1, 2 e 3	SIM	NÃO

RESULTADOS DO ENSAIO DE SOLUBILIDADE				
Cidade	Tecido	Amostra	Xanol	Ácido Sulfúrico
A	Tricoline Branco 100%	1	Não solubiliza, mas facilita o	Solubiliza

	algodão		desfio	
A	Americano cru 100% algodão	2 e 3	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
	Linho	1, 2 e 3	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
B	Americano cru 100% algodão	1, 2 e 3	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
	Linho	1, 2 e 3	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
C	Tricoline Branco 100% algodão	1	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
	Tricoline Cru 100% algodão	2	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
	Americano Cru 100% algodão	3	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza
	Linho	1, 2 e 3	Não solubiliza, mas facilita o desfio	Solubiliza

DESEMPENHOS GERAIS			
Fibra	Teste de Combustão	Teste de Microscopia	Teste de Solubilidade
Tricoline Branco 100% algodão, Cidade A	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Americano cru 100% algodão 1, Cidade A	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado

Americano cru 100% algodão 2, Cidade A	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 1, Cidade A	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 2, Cidade A	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 3, Cidade A	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Americano cru 100% algodão 1, cidade B	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado
Americano cru 100% algodão 2, cidade B	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado
Americano cru 100% algodão 3, cidade B	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 1, Cidade B	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 2, Cidade B	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 3, Cidade B	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Tricoline Branco 100% algodão, Cidade C	Aprovado	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado
Tricoline Cru 100% algodão, Cidade C	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado
Americano Cru 100% algodão, cidade C	Parcialmente aprovado/parcial mente reprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 1, Cidade C	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 2, Cidade C	Aprovado	Aprovado	Aprovado
Linho 3, Cidade C	Aprovado	Aprovado	Aprovado

6.5. ESPECTROSCOPIA RAMAN

Os espectros Raman foram obtidos de algumas amostras dos tecidos. Não foi possível analisar todas as amostras devido ao fenômeno de fluorescência que consiste na absorção de luz de certa energia pela amostra e emissão, também pela amostra, de outra luz de menor energia que a absorvida. A luz emitida na fluorescência compete com a luz espalhada da amostra ao ser detectada pelo equipamento. Desse modo, se a fluorescência for significativa, a intensidade dos sinais característicos do material em análise pode ser reduzida até o ponto de não serem observados. As amostras 3661, 3664, 3666, 3667 e 3668 são exemplos de amostras que tiveram seus sinais com baixa intensidade devido à significativa fluorescência, mas ainda assim foi possível visualizar alguns sinais. As amostras 3656 e 3658 não apresentaram sinais. Para contornar este problema, o ideal seria que os tecidos tivessem sido analisados pela técnica SERS (Surface Enhanced Raman Spectroscopy) que consiste no uso de partículas metálicas que amplificam o sinal da amostra (McCreery, 2000). Este método, porém, eleva o custo e trabalho da análise. Os espectros obtidos estão nas figuras X a Y.

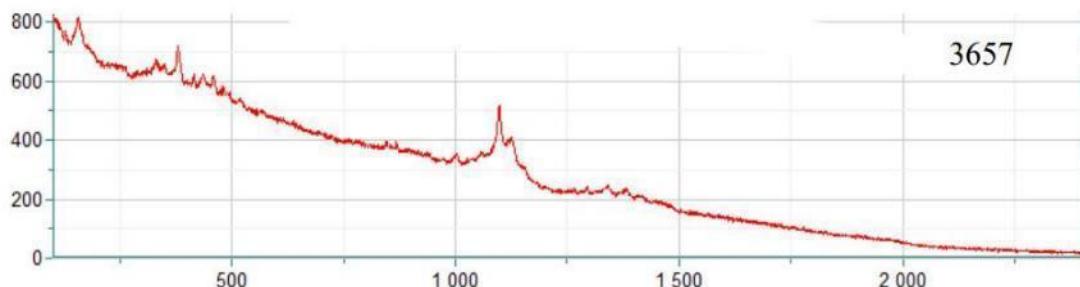


Figura 1- Espectro Raman de amostra de tecido de algodão da Cidade A.

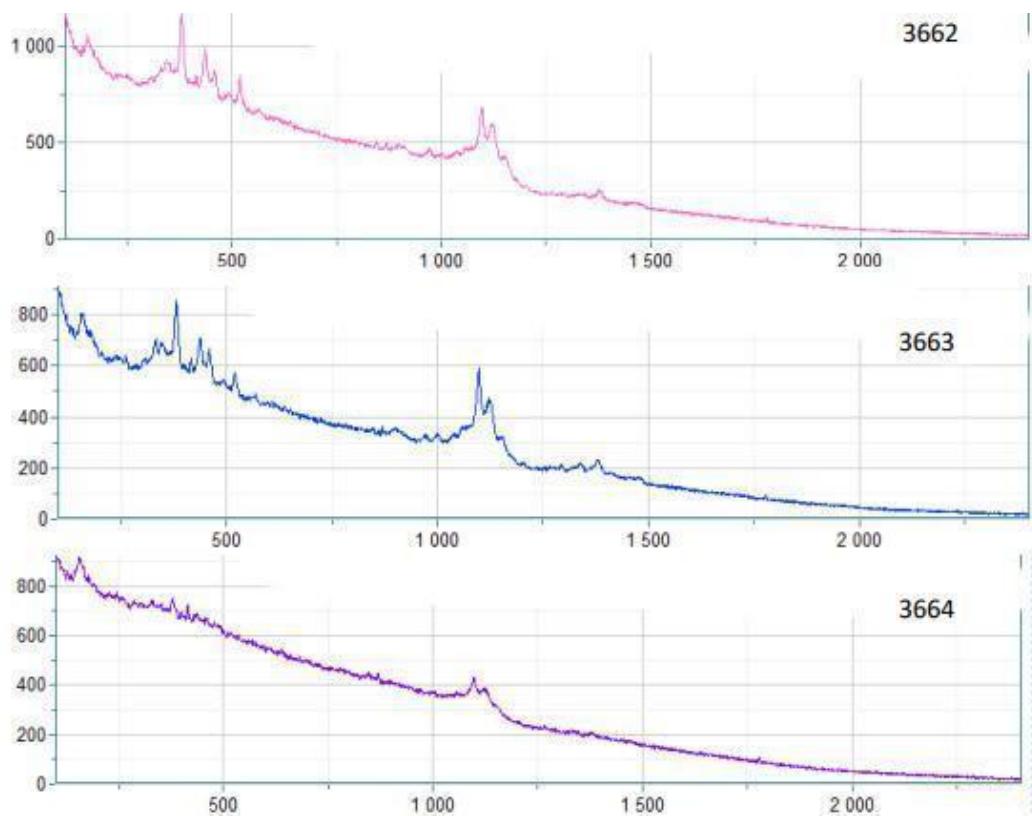


Figura 2 - Espectros Raman de amostras de tecido de algodão da Cidade B.

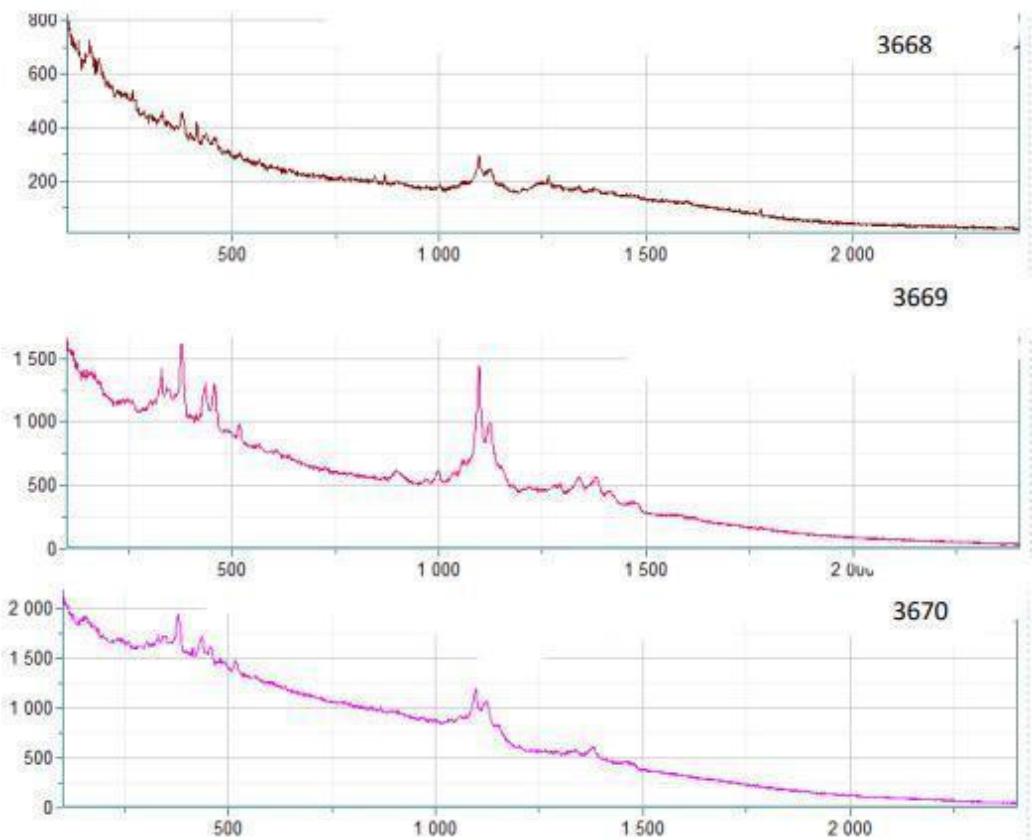


Figura 3 - Espectros Raman de amostras de tecido de algodão da Cidade C.

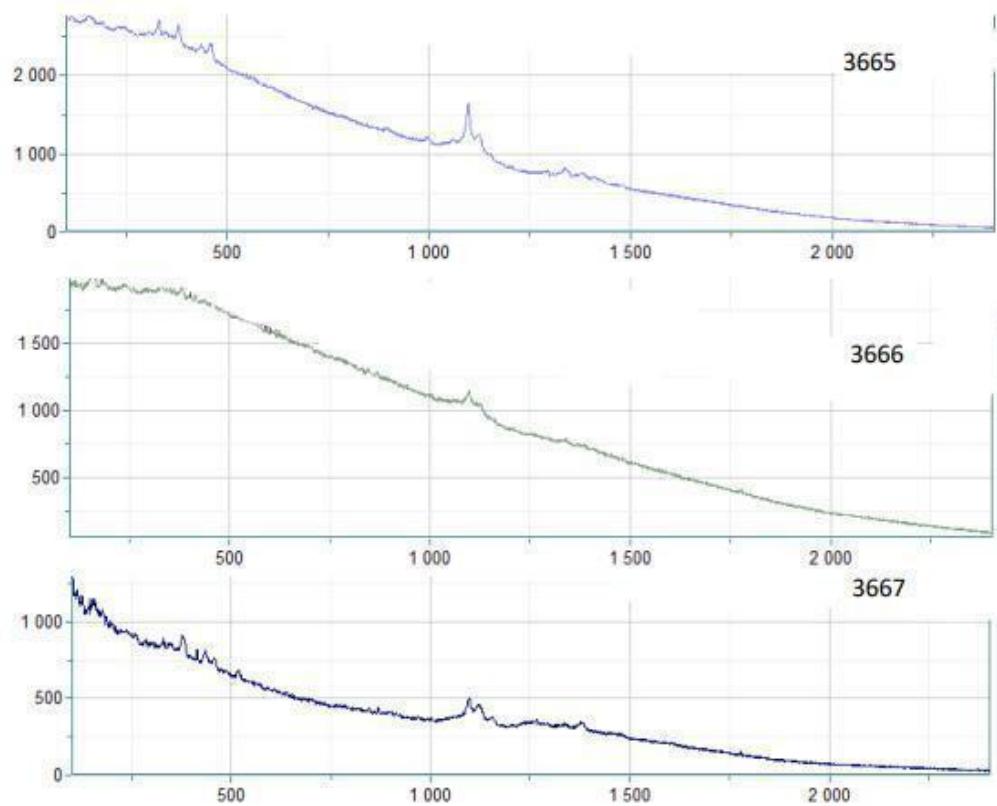


Figura 4 - Espectros Raman de amostras de tecido de linho da Cidade A.

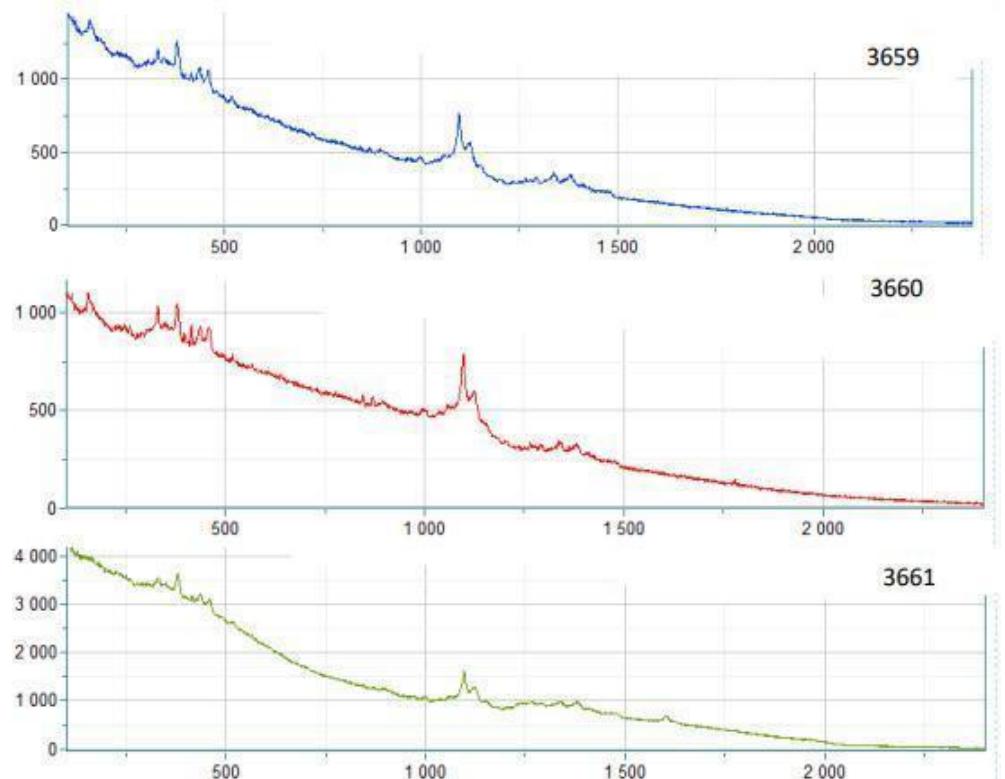


Figura 5 - Espectros Raman de amostras de tecido de linho da Cidade B.

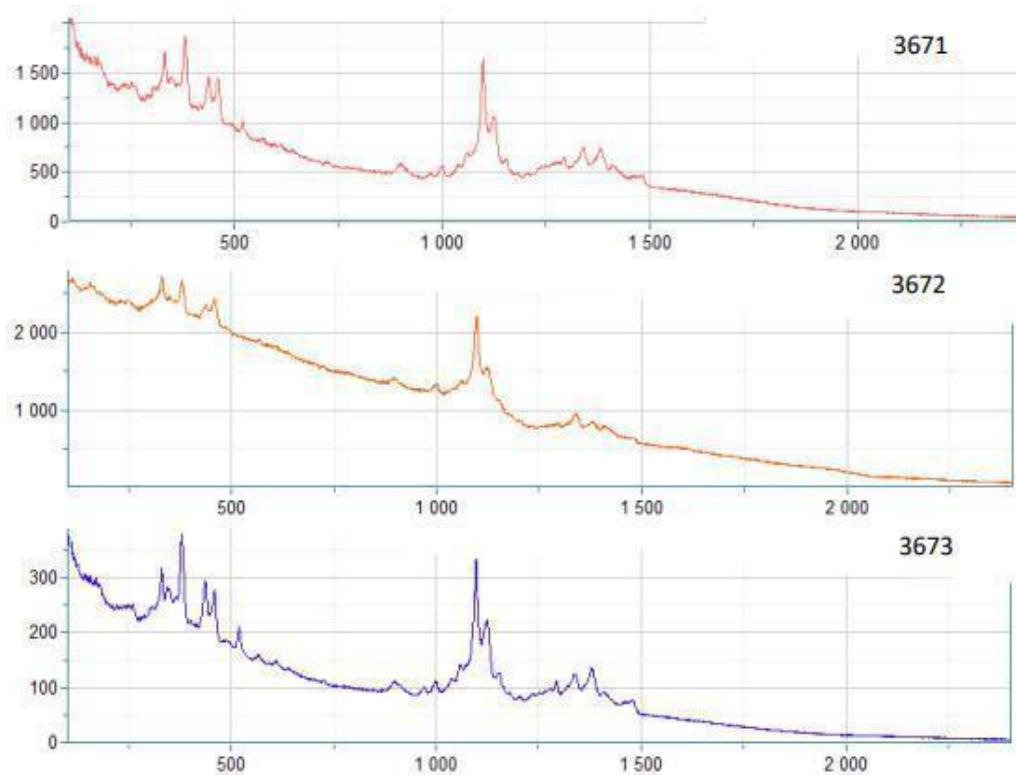


Figura 6 - Espectros Raman de amostras de tecido de linho da Cidade C.

Todas as amostras apresentaram grande semelhança entre si sugerindo que são compostas basicamente do mesmo material. Este material é a celulose com bandas em torno de 3350 a 2700 cm^{-1} relativas aos grupos CH_2 , 1800 a 800 cm^{-1} relativas principalmente a ligação C-OH e bandas abaixo de 610 cm^{-1} relativas a vibrações de C-C-C, C-O, C-O-C etc (Kavkler & Demšar, 2011). O espectro da figura Z apresenta os espectros do tecido de algodão e linho, obtidos com sinais de intensidade significativa, em comparação com uma referência de celulose (algodão). Observa-se que todas as bandas dos tecidos estão relacionadas com a celulose. Desse modo, não há presença de outras bandas que poderiam ser atribuídas a tecidos sintéticos. Este resultado indica que não há misturas entre fibras de celulose e fibras sintéticas.

6.5. VISÃO GERAL DOS RESULTADOS

TECIDO	Aspectos organolépticos	Teste de Chama	Solubilidade	Microscopia
100 % algodão - Americano - Cru.	Visualmente o tecido é semelhante a uma tela. A trama é mais aberta que os demais algodões. Áspero (rugoso) ao toque. Ao dobrar é mais rígido que os outros algodões. Possui uma coloração areia.	Não se funde ao aproximar da chama. Queima lentamente. A chama é alaranjada. As cinzas são claras. Após a queima, resta resíduo escuro que se encolhe próximo à chama.	Solubiliza em ácido sulfúrico.	Fibra de algodão
100 % Algodão - Tricoline - Branco	Visualmente o tecido é semelhante a uma tela. A trama é mais fechada que os demais algodões. Suave (pouco rugoso) ao toque. Ao dobrar é mais macio que os outros algodões. Possui uma coloração branca.	Não se funde ao aproximar da chama. Queima lentamente. A chama é alaranjada. As cinzas são claras.	Solubiliza em ácido sulfúrico.	Fibra de algodão
100 % Algodão - Tricoline - Cru	Semelhante ao anterior, porém não é branco, possui tom areia.	Não se funde ao aproximar da chama. Queima lentamente. A chama é alaranjada. As cinzas são claras. Após a queima, resta resíduo negro que se encolhe próximo à chama.	Solubiliza em ácido sulfúrico.	Fibra de algodão
100 % linho	Visualmente o tecido é semelhante a uma tela. A trama é relativamente mais aberta. Rugoso ao toque. Ao dobrar é relativamente rígido. Possui uma coloração acinzentada, branca ou areia (declaradas pelos vendedores).	Não se funde ao aproximar da chama. Queima lentamente. A chama é alaranjada. As cinzas são claras.	Solubiliza em ácido sulfúrico.	Fibra de linho

7. CONCLUSÕES

Uma das motivações desta pesquisa foi verificar a possibilidade de tecidos disponibilizados comercialmente não apresentarem uma composição de acordo com a etiqueta com a qual são vendidos. Por exemplo, um tecido em algodão vendido sob o nome de “tecido cru” pode ser encontrado no comércio com, provavelmente, uma mistura com fios de fibra artificial ou sintética dentro do próprio fio ou usando-se fios intercalados de fibras 100% artificial ou sintética e 100% natural. Os ensaios de combustão indicaram esta possibilidade, mesmo que muito mais provavelmente os resíduos em tecidos 100% algodão americano cru e na única amostra de tricoline 100% algodão cru serem resultados de beneficiamento do algodão. No caso do tecido chamado de “americano cru”, vendido como 100% algodão, todas as amostras de todas as cidades pesquisadas – A, B e C – apresentaram no ensaio de combustão evidências a favor da possível presença de fibra sintética misturada à fibra natural através de mistura de fios sintéticos junto de fios naturais, mas que somadas às evidências dos testes de microscopia e Raman pesam mais para a confirmação de que se tratam de fato de tecidos 100% algodão. Igualmente, o tecido chamado de tricoline cru 100% algodão apresentou o mesmo padrão de evidência a favor da presença de mistura com fios de fibra sintética em sua construção do tecido, e novamente os testes de microscopia e de Raman apontam muito mais no sentido da confirmação da pureza dessas amostras. A exceção em termos de tecidos em algodão foi o chamado tricoline branco 100% algodão da cidade A, que apresentou evidência no sentido de uma pureza em relação a sua constituição nos três ensaios e no teste Raman sem nenhuma evidência contrária, ou seja, nos ensaios de microscopia, queima e solubilidade e o teste Raman corroboram francamente a pureza do tecido tricoline 100% algodão branco.

Além da evidência apresentada no ensaio de combustão, nenhum dos outros ensaios realizados indicou a possibilidade da presença de fibra sintética. Esta discordância entre os ensaios nos leva a descartar a presença de fibra sintética nas amostras analisadas. O fato da combustão ter indicado a possibilidade de fibra sintética pode ser devido ao processo final de beneficiamento do tecido, como por exemplo a engomagem, que deixa resíduos que alteram suas propriedades em relação à combustão. Para resolver esta questão residual dos processos de beneficiamento teria sido necessária a realização de mais ensaios, principalmente ensaios mais sensíveis a estes resíduos. Um levantamento dos processos de

beneficiamento dos tecidos de algodão também auxiliaria nesta discussão. De um modo ou de outro, esta questão leva à reflexão sobre os tecidos serem ou não puros ou se sofreram ou não processos de beneficiamento.

Em relação ao tecido 100% linho, observou-se em todos os quatro ensaios realizados – microscopia, queima, solubilidade e Raman – com todas as amostras de todas as cidades se tratava de um tecido de composição fiel ao que foi declarado pelos vendedores, ou seja, nenhum ensaio apresentou qualquer evidência da presença de fibra sintética ou de impureza. Dessa forma, chegou-se à conclusão de que todos os tecidos ditos 100% linho se tratam realmente do que dizem ser.

A não caracterização de fibras sintéticas em tecidos etiquetados como 100% de fibras naturais neste trabalho não descarta esta possibilidade em tecidos disponíveis comercialmente. Considerando o universo de tecidos nas cidades estudadas, assim como o número de replicatas por ensaio efetuados neste trabalho de conclusão de curso (três amostras de tecido por cidade com um ensaio por tecido), temos uma amostragem com baixa significância estatística. Acredita-se que uma amostragem maior assim como um número maior de replicatas por ensaio permitiria uma maior confiabilidade estatística para averiguar a existência, ou não, de fibras sintéticas em tecidos comercializados com etiquetas de composição de 100% de fibras naturais. Infelizmente, o tempo disponível para um trabalho de conclusão de curso é impeditivo para a proposta apresentada.

Uma conclusão importante para os conservadores-restauradores é de natureza econômica: o tecido tricoline branco, nesta pesquisa é o que mais se aproxima do autêntico 100% algodão em termos de pureza de resultados e, além disso, possui propriedades mecânicas e físicas muito próximas das do linho (KASWELL, 1963, pp. 320, 321, 325, 338) e, por isso, mais pesquisas poderiam ser feitas quanto à sua utilização como material substituto ao linho nos trabalhos de Conservação-Restauração. A explicação disso é muito simples: tanto algodão quanto linho possuem de forma genérica propriedades mecânicas e principalmente químicas muito semelhantes, especialmente se comparados às fibras sintéticas (HOLLEN et al., 2006, pp. 22 – 24), a princípio, por serem compostos de celulose e por possuírem estrutura de suas fibras muito semelhantes, inclusive, o seu comprimento de fibra, higroscopia e sua densidade (HOLLEN et al., 2006, pp. 19 -

26). Se todos os resultados a favor do tricoline 100% algodão branco, os tecidos 100% algodão americano cru mostram uma confiabilidade muito satisfatória quanto à sua composição, o que permitiria seu uso em conservação-restauração para se obter resultados de comportamento mecânico e químico próximos ao linho.

Os conservadores-restauradores vêm lançando mão do uso muito frequente do linho para suas intervenções, um tecido com preço de mercado geralmente até mais de dez vezes (1000%, mil por cento) mais caro que o tricoline branco 100% algodão, mesmo que esse último tenha propriedades muito semelhantes às do linho e, como o presente trabalho constatou, é, junto do linho 100%, o único tecido de algodão que mostrou possuir composição que reúne todas as evidências de “completa” pureza de sua fibra, o que quer dizer “completa” ausência de impurezas em seu beneficiamento, critério este importante para o conservador-restaurador em muitas de suas considerações e possíveis intervenções.

É interessante a nomenclatura de tricoline cru 100% algodão ou americano cru 100% algodão. Isso pelo fato de que não se tratam de tecidos feitos apenas da fibra do algodão, e isso se observa até pela própria cor dos tecidos: possuem cor bege ou areia, diferente da fibra pura das espécies de algodão mais comercializadas, que é branca ou branca amarelada. Isso se deve ao fato de possuírem impurezas em termos de sua composição, o que faz com que não sejam feitos 100% da fibra pura do algodão, assim como afirma Wingate (1984, p. 424, tradução nossa), no verbete “raw cotton” (algodão cru), que o algodão cru é “o algodão no estado natural ou próximo do estado natural, isto é, o algodão da semente assim como ele chega ao descaroçador, possuindo impurezas” e ainda, em relação às fibras cruas, na forma geral, Wingate (1984, pp. 494, 495, tradução nossa), nos verbetes *raw fibers* e *raw stock*, declara que a fibra crua é uma “fibra não processada, em seu estado natural”, portanto, evidentemente possuindo impurezas, já que não recebeu beneficiamento completo. Dessa forma, a literatura especializada resolve e soluciona um dos enigmas deste trabalho: a razão mais provável pela qual os tecidos de fibra chamada de “crua” - americano cru 100% algodão e tricoline cru 100% algodão - apresentam sempre a presença de resíduos de comportamento diferente ao da fibra pura durante o teste de queima é a presença

de impurezas que é inerente a todas as fibras que pertencem à categoria de “fibras cruas”.

Por último, caberia salientar que a existência de fábricas nacionais especializadas na produção de tecidos com padrão de conservação-restauração parece ser nula, contudo, é certa a existência de algumas empresas no exterior que se dedicam à comercialização de tecidos com padrão de Conservação-Restauração científica, como é o caso da suíça Lascaux. Tal espaço dentro do mercado nacional certamente poderia ser preenchido por empreendedores brasileiros saídos de dentro do meio da Conservação-Restauração, que poderiam fabricar tecidos com padrão certificado de Conservação-Restauração, como ocorre no caso da Lascaux.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADANUR, Sabit. **Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles**. Lancaster. Technomic Publishing Co. Inc. 1995;
- BRITANNICA. **Rayon**. 2022. Disponível em: <<https://www.britannica.com/technology/rayon-textile-fibre>> Acessado em: 7 de ago. 2022;
- BRITANNICA. **Textiles**. 2022. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/textile>> Acessado em: 7 de ago. 2022;
- BROSSARD, I. **Technologie des Textiles**. 6^a Edição. Paris. Dunod. 1988;
- CHARMICHAEL, W. L.; LINTON, George E.; PRICE, Isaac. **Callaway Textile Dictionary**. First Edition. La Grange. Callaway Mill. 1947;
- CORDEIRO, Amanda; SILVEIRA, Claudia Valeria Amorim ; CARVALHO, Karine. **Têxtil Ou Pintura? Consolidação e reintegração nos tecidos pintados de São Gonçalo do Rio das Pedras/Minas Gerais**. In: 30º Encontro Nacional da ANPAP (RE)EXISTÊNCIAS, 2021.
- ESCOBET, Vicente Galcerán. **Tecnología del Tejido. Tomo Primero: Teoría de Tejidos**. Tarrasa. 1960;

- GARSIDE, Paul; LAHLIL, Sophia; WYETH, Paul. **Characterization of Historic Silk by Polarized Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy for Informed Conservation.** 10 ed. Optica Publishing Group. pp. 1242-1247. Vol. 59
- HERZOG, R. O. (ed.). **Enciclopédia de la Industria Textil..** Barcelona. Editorial Gustavo Gili, S. A. 1952. Vol. I – IV;
- HOBSBAWM, Eric. **A Era dos Impérios.** Editora Paz e Terra S/A. São Paulo. 2007;
- HOECHST & CELANESE. **Dictionary of Fiber & Textile Technology.** Charlotte. Hoechst. 1990;
- HOLLEN, Norma; SADDLER, Jane; LANGFORD, Anna L. **Introducción a los Textiles.** Ciudad de México. Editorial Limusa S.A. De C. V. 2006;
- KASWELL, Ernest R. **Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles.** West Point, Georgia. West Point Manufacturing Company Inc. 1963;
- KAVKLER Katja, DEMŠAR, Andrej. **Examination of cellulose textile fibres in historical objects by micro-Raman spectroscopy**, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 78 (2) 2011. p. 740-746, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2010.12.006>.
- KIM, Youngmi; KIM, Taewoo; CHOI, Hyung-Min. **Qualitative Identification of Cashmere and Yak Fibers by Protein Fingerprint Analysis Using Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Fight Mass Spectrometry.** I&EC Research. 52 (16) 2013. pp. 1-17, <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie4003415#>
- KIRUTHIGA, V.; VINODHINI, A.; HIGUCHI, Akon; MURUGAN, Kadarkarai; SINGARAVELU, G. **Bombyx mori Silk: An Eco-friendly Source to Produce Nanogold–Silk Bioconjugates and Gold Nanoparticles.** Journal of Cluster Science. 2018. 29. 10.1007/s10876-018-1422-2.
- LANDI, Sheila. **The Textile Conservation Manual.** Oxford. Butterworth-Heinemann. 2002;
- MARÍAS, P. Martinez de las; **Química y Física de las Fibras Textiles.** Madrid. Editorial Alhambra. 1976;

- MATSUYAMA, Yuji; NAGATANI, Yoshiaki; GOTO Toshiyuki, SUZUKI, Shinichi. **Discrimination of cultivated silk and wild silk by conventional instrumental analyses.** Forensic Science International. 1-3 ed. Elsevier. 2013. Vol. 231
- McCreery RL: **Raman Spectroscopy for Chemical Analysis.** John Wiley; New York: 2000.
- MCGREGOR, Bruce A. **Physical, chemical, and tensile of cashmere, mohair, alpaca, and other rare animal fibers.** Handbook of Properties of Textiles and Technical Fibres. 2nd ed. The Textile Institute Book Series. Elsevier. 2018. pp. 105-136;
- MOLLOY, John; NAFTALY, Mira. **Wool textile identification by terahertz spectroscopy.** The Journal of The Textile Institute. Taylor & Francis. 2013. pp. 794-798;
- MOLLOY, J.; NAFTALY, M.; ANDREEV, Yu M.; IZAAK, T. I.; LANSKII, G. V.; SVETLICHNYI, V. A. **Identification of Textile Fiber by IR and Raman Spectroscopy.** 39th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz waves (IRMMW-THz). IEEE. 2014;
- MUSEUM TEXTILE SERVICES. **Fabrics Used For Stabilization: From the AIC Textile Conservation Catalog.** Disponível em: <http://www.museumtextiles.com/uploads/7/8/9/0/7890082/fabrics_used_for_stabilization_from_aic.pdf> Acessado em: 20 de ago. de 2022;
- SAVAGE, Steven. **Using DNA to Fight Fabric Fraud.** 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/stevensavage/2016/02/12/using-dna-to-fight-fabric-fraud/?sh=2f354db60e75>> Acessado em: 7 ago. 2022;
- SAWHNEY, Paul S.; CONDON, Brian; SINGH, Kumar V. **Textiles, Testing.** Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. New Jersey. John Wiley & Sons. 2007;
- SEAGAL, William C (ed.); EDITORS OF AMERICAN FASHION AND FABRICS MAGAZINE. **Encyclopedia of Textiles.** Third Edition. United States of America. Doric Publishing Company. 1980;

- SILVA, Nelson; CAETANO, Sidney. **Choques de Oferta e de Demanda de Trabalho no Período da Covid-19.** Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2021/submissao/files_I/i13-cf600ee3bca74ea930c46353c2057095.pdf> Acessado em: 15 de ago. de 2022;
- THÉODORE M.; THÉODORE E. **Les Textiles: Histoire et Travail.** Liege. Editions Desoer. s. d.;
- TÍMAR-BALÁZSY, Ágnes; EASTOP, Dinah. **Chemical Principles of Textile Conservation.** Oxford. Butterworth-Heinemann. 2011;
- TORINO OGGI. **Guardia di Finanza, sequestrato un fiume di “falsa lana”: frode di 5 milioni di euro.** 2020. Disponível em: <<https://www.torinoggi.it/2020/02/12/leggi-notizia/argomenti/cronaca-11/articolo/guardia-di-finanza-sequestrato-un-fiume-di-falsa-lana-frode-da-5-milioni-di-euro.html>> Acessado em: 7 de ago. de 2022;
- WICKER, Alden; SCHMALL, Emily; RAJ, Suhasini; PATON, Elizabeth. **That Organic T-Shirt Might Not Be as Organic as You Think.** 2022. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2022/02/13/world/asia/organic-cotton-fraud-india.html>> Acessado em: 7 de ago. de 2022;
- WINGATE, Isabel B. **Fairchild's Dictionary of Textiles.** 6th Ed. New York. Fairchild Publications. 1984;
- YAN, Hui; SIESLER, Heinz W. **Identification of textiles by handheld near infrared spectroscopy: protecting customers against product counterfeit.** Optica Publishing Group. 2018.
- YANG, Shuo; ZHAO, Zi-niu; YAN, Hui; SIESLER, Heinz W. **Fast detection of cotton content in silk/cotton textiles by handheld near-infrared spectroscopy: a performance comparison of four different instruments.** Textile Research Journal. 13-14 ed. New York. Sage Publications. 2022.