

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO CARLOS SOTO RIVA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ARTIGO TÊXTIL SOB AÇÃO
DE OBJETOS PERFUROCORANTES**

APUCARANA

2021

JOÃO CARLOS SOTO RIVA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ARTIGO TÊXTIL SOB AÇÃO
DE OBJETOS PERFUROCORCORTANTES**

Analysis of the mechanical behavior of textiles under action of sharp objects

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil, do curso de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof^a Dr^a. Taís Larissa da Silva

APUCARANA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JOÃO CARLOS SOTO RIVA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ARTIGO TÊXTIL SOB AÇÃO
DE OBJETOS PERFUROCORANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Têxtil do curso de Engenharia
Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 08 de dezembro de 2021

Taís Larissa da Silva
Professora Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabício Mestá Bezerra
Professor Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Caroline Apoloni Cionek
Professora Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

APUCARANA

2021

RESUMO

A contextualização dos materiais têxteis e seus derivados sob um ponto de vista criminológico é de grande importância para a ciência forense de uma forma geral. A análise dos têxteis em cenas de crime, seja na forma de evidência do traço ou em conjuntos de evidências maiores, é fundamental para a montagem de hipóteses em cenas do crime. Com base nisso, decidiu-se iniciar uma pesquisa sobre estudos forenses em têxteis através da análise de danos causados a um artigo têxtil, sob ação de variados objetos perfurocortantes. Foi desenvolvida uma máquina capaz de desferir golpes, onde foram acoplados objetos comumente utilizados em crimes, como facas e tesouras. Foram também analisados os golpes desferidos por três pessoas de características físicas diferentes, utilizando os mesmos objetos, para uma maior gama de resultados mais precisos e realistas. Uma malha de camiseta foi disposta sobre uma peça de carne suína, e golpes foram desferidos à mesma, sendo analisados micro e macroscopicamente, e por fim catalogados, descrevendo suas características em comum e afins. Espera-se uma catalogação concisa e precisa dos danos causados aos artigos, bem como resultados claros em relação às diferenças causadas por cada objeto.

Palavras-chave: Têxteis; Forense; Perfurocortantes

ABSTRACT

The contextualization of textile materials and their derivatives from a criminological point of view is of great importance for the forensic sciences in general. The analysis of textiles in crime scenes, whether in the form of trace evidence or in larger sets of evidence, is fundamental for the construction of hypothesis in crime scenes. Based on this, it was decided to start a forensic research in textiles, through the analysis of the damage caused to a textile material, caused by various sharp objects. A machine capable of delivering blows was developed, into which various objects commonly used in crimes, such as knives and scissors, were attached. Also, blows delivered by three individuals of different physical characteristics, using the same objects, so that the results were both ample and precise. A t-shirt fabric was placed on a piece of pig meat, and blows were delivered to it, and then analyzed both micro and macroscopically, and finally cataloged, describing their common characteristics. It is expected to have a concise and precise cataloging of the damage caused to the fabrics, as well as clear results in relation to the differences caused by each object.

Keywords: Textiles; Forensic; Sharp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia do algodão	17
Figura 2 - Diagrama básico do tecido plano	18
Figura 3 - Diagrama da malha de trama	19
Figura 4 - Diagrama da malha de urdume	19
Figura 5 - Tipos de danos ao final da fibra.....	21
Figura 6 - Anatomia da faca.....	22
Figura 7 - Diagrama dum ataque com faca	23
Figura 8 - Diagrama de uma tesoura	24
Figura 9 - Diagrama de uma chave de fenda.....	25
Figura 10 - Diagrama da máquina de referência de Benson.....	27
Figura 11 - Visão superior da máquina desenvolvida.....	28
Figura 12 - Visão lateral da máquina desenvolvida.....	29
Figura 13 - Visão frontal da máquina desenvolvida	30
Figura 14 - Amostra sendo perfurada 31	

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetos perfurocortantes e seus resultados macroscópicos	34
Quadro 2 - Resultados microscópicos das amostras A e B.....	411
Quadro 3 - Resultados microscópicos das amostras C e D.....	488
Quadro 4 - Resultados microscópicos das amostras E e F	555

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivos	9
1.1.1	Objetivo geral	9
1.1.2	Objetivos específicos.....	9
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	9
2.1	Ciência forense	9
2.2	Estudos têxteis forenses	12
2.2.1	Análise de danos ao têxtil.....	13
2.3	Casos envolvendo estudos forenses em têxteis	15
2.4	Materiais têxteis	16
2.5	Danos causados por materiais perfurocortantes	20
2.5.1	Facas.....	21
2.5.2	Tesouras	23
2.5.3	Objetos perfurantes e de impacto.....	24
3	METODOLOGIA	25
3.1	Objetos perfurocortantes	25
3.2	Tecidos e apoio para o tecido	26
3.3	Equipamento para o golpe	27
3.4	Simulação dos golpes	31
3.5	Análise dos danos	32
4	RESULTADOS	32
4.1	Análise macroscópica	32
4.2	Análise microscópica	40
5	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A ciência forense é o conjunto dos estudos técnicos e científicos aplicados para a resolução de crimes. É uma área multidisciplinar, envolvendo física, biologia e várias ciências e seu objetivo é dar suporte às investigações cíveis e criminais (SEBASTIANY *et al.*, 2012). Inicialmente, as investigações criminais eram baseadas sobre testemunhos orais, gerando lacunas de informações e eram levadas a julgamentos parciais (RAWTANI; HUSSAIN, 2020). Apenas a partir do século XVI estudos sobre as causas da morte iniciaram a área da patologia moderna, precursora da ciência forense.

As investigações criminais utilizam de várias áreas das ciências, partindo da antropologia até áreas como psicologia forense, juntando aos poucos peças de um quebra-cabeça que constroem um enredo sobre o crime, desde seus motivos até os detalhes de ocultação de cadáveres e como o assassino cometeu o crime.

Com o tempo, a tecnologia avança cada vez mais, auxiliando as investigações forenses. Casos não solucionados, como o caso da Dália Negra (encontrada morta em 1947) e o famoso “*Jack the Ripper*”, assassino que aterrorizou Londres em 1888 e nunca foi pego, se tornarão fatos isolados do passado; espera-se que esse avanço traga para a realidade a máxima “não existe crime perfeito”.

A análise de têxteis na área forense vem se tornando importante com o avanço dos anos. A ciência têxtil forense é ainda pouco explorada no Brasil, havendo uma pequena quantidade de trabalhos disponíveis na literatura que detalham os danos causados em materiais têxteis em cenas de crime.

Esse hiato acadêmico motivou a investigação do tema, de modo a explorar o assunto e ampliar a pesquisa têxtil forense no país. O presente trabalho irá explorar os diversos tipos de danos causados a uma peça de vestuário de algodão, utilizando ampla gama de objetos perfuro-cortantes, normalmente utilizados em cenas de crime.

Espera-se que essa pesquisa sirva de base para a ampliação do estudo têxtil forense no Brasil, criando um banco de informações que possa auxiliar nos trabalhos de perícia para investigação de crimes.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar os danos causados aos artigos 100% algodão quando submetidos a ataques com objetos perfurocortantes.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um equipamento para a simulação do ataque ao artigo têxtil;
- Simular os ataques aos artigos têxteis utilizando diferentes objetos perfurocortantes;
- Estudar o dano microscópico causado às fibras têxteis;
- Avaliar o resultado do impacto nas regiões adjacentes ao dano;
- Catalogar as características dos impactos.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Ciência forense

O termo Ciência Forense abrange uma coleção de ciências básicas aplicadas e portanto, um campo de interesse, em vez de uma disciplina claramente definida em seu próprio direito. Essa abordagem é atraente porque atende às necessidades operacionais que exigem respostas às perguntas de origem do tipo "o quê" e "quem" na detecção de crimes (Morgan, 2019).

De acordo com Houck e Siegel (2010), as áreas da ciência forense podem ser divididas em:

- Patologia forense

Essa área estuda a maneira e a causa da morte em casos onde ocorreu de forma suspeita ou desconhecida. Geralmente envolve um trabalho em equipe juntamente com a necrópsia, ou *examinação post-mortem*, do corpo como uma função central. Pode trabalhar ainda em conjunto com toxicologistas, antropologistas, entomologistas e radiologistas. Frequentemente trabalham no local da cena do crime, para levantar observações.

- Antropologia forense

É uma ramificação da antropologia física, o estudo da humanidade e de seus ancestrais. A antropologia forense lida com a identificação de pessoas que não podem ser identificadas através de informações provenientes de tecidos corporais, tais como impressões digitais ou fotografias. Normalmente, estudam restos de esqueletos para definir a idade, sexo, altura e outras características, como status socioeconômicos, da pessoa falecida.

- Odontologia forense

Os estudos da odontologia forense lida com a identificação de restos mortais, incluindo restos em desastres. O esmalte dos dentes é o material mais duro produzido pelo corpo humano, de acordo com Staines, Robinson e Hood (1981), e os raios-x *post-mortem* dos dentes podem ser comparados aos raios-x *ante-mortem* dos mesmos, além da análise e comparação das marcas de mordida e arcadas dentárias.

- Engenharia forense

A engenharia forense engloba a investigação e os testes de materiais, produtos ou estruturas que não funcionam da maneira que foram projetadas; analisa as falhas dos mesmos. Essas falhas causam danos pessoais ou danos à propriedades, normalmente resultando em casos cíveis, embora em alguns casos a engenharia forense é utilizada em casos criminais, como acidentes de transporte ou desastres aéreos. O foco da engenharia forense é encontrar a causa (ou as causas) da falha, o que leva a projetos de melhorias de produtos ou determinar a culpa em um caso legal.

- Toxicologia

A toxicologia envolve a análise química de fluidos e tecidos corporais para determinar se há a presença de drogas ou venenos. Toxicologistas são, assim, capazes de descobrir a quantidade e o efeito, se algum, da substância na pessoa. Um alto número de casos com toxicologistas forense envolve casos de acidentes causados por bebidas alcoólicas e a determinação do nível do álcool no sangue ou hálito.

- Ciências comportamentais

A aplicação forense de ciências comportamentais, psicologia, psiquiatria e suas disciplinas relacionadas é baseada no estudo do comportamento humano, incluindo a investigação às cortes criminais. Em tempos recentes, cientistas forenses comportamentais são chamados para auxiliar agentes de segurança e patologistas

forenses na investigação de crimes em séries, criando perfis psicológicos dos criminosos.

- Criminalística

A área da criminalística é considerada como a ramificação da ciência forense que lida com a coleta e análise de evidência física gerada por atividade criminosa. Inclui áreas como drogas, marcas de arma de fogo e ferramentas, impressões digitais, sangue e fluidos corporais, calçados e evidência do traço. Evidência de traço são amostras de resíduos explosivos e de armas de fogo, vidro, solo, cabelos, fibras, tintas, plásticos e outros polímeros.

A área forense com maior ênfase na ciência têxtil é a criminalística. A coleta e a preservação de evidências são essenciais para as investigações criminais, bem como seus estudos e análises (GIRARD, 2018).

De acordo com Harris e Lee (2019), a criminalística pode ser dividida nas quatro categorias:

- Biológica (análise de sangue, fluidos, tecidos corporais e cabelos)
- Material (objetos, pedaços de objetos, de vidro e plásticos)
- Química (drogas e substâncias tóxicas, tintas, resíduos de disparos, fibras gerais)
- Evidência de padrões (marcas, impressões digitais, de pneus e calçados, físicos, disparos e marcas de ferramentas, fibras têxteis)

Entrelaçadas nessas categorias estão as evidências de traços, materiais tão pequenos que são transferidos sem perceber e que os tornam peças de evidências ideais (KATZ; HALÁMEK, 2016). São os menores objetos encontrados em cenas de crime, sendo facilmente transmitidas de um indivíduo para o outro, o que pode prover evidência de associação entre o criminoso e a vítima (GIRARD, 2018).

Ainda de acordo com Girard (2018), normalmente as evidências são transferidas de um indivíduo para o outro em um processo chamado de transferência direta. Em casos onde a transferência se passa entre um intermediário, é denominada de transferência secundária.

Ainda segundo Katz e Halámek (2016), as evidências de traços raramente oferecem resultados individuais. São valiosas em sua habilidade de prover ligações e fornecer informações críticas para a reconstrução de eventos, sendo, em alguns casos, a única evidência física para o uso em casos criminais.

Roberson, Roux e Wiggins (2018) ainda ressaltam que umas das evidências de traços comumente encontradas em cenas de crime são os têxteis. Há tempos é reconhecida como uma categoria de materiais físicos com potenciais de promover informações úteis em investigações e muitos laboratórios forenses continuam investindo esforços e tempo na recuperação no exame de fibras.

2.2 Estudos têxteis forenses

A ciência dos estudos têxteis forenses ainda é uma disciplina relativamente nova, sendo a identificação de fibras o componente mais estabelecido dessa disciplina, embora as áreas de interesse envolvam- mas não são limitadas - a danos causados a vestes, identificação das fibras em caráter de evidência de traço e manchas de sangue e/ou padrões depositados nos tecidos, conforme Carr (2017).

Carr (2017) estabelece que os produtos têxteis de principal interesse para a ciência forense incluem as fibras individuais, fios, tecidos, vestes e têxteis para o lar, como cortinas e toalhas. Tais produtos são frequentemente evidências em potencial em investigações criminais, embora tipicamente em um papel de suporte para evidências mais conclusivas.

Segundo o mesmo autor, a identificação e recuperação das fibras têxteis são divididas em três categorias principais:

- Unidades macroscópicas de tecidos, seja tecidos planos, malhas ou não tecidos, encontradas nas cenas de crime em fragmentos parciais ou em forma de itens (como toalhas, cobertas e lençóis)
- Fibras individuais, ou grupos de fibras derivados de um tecido que possam ter sido separados de algum item (como fibras presas em uma maçaneta, provindas de uma luva de tecido)
- Itens têxteis identificados como hospedeiros de outros tipos de evidência, como fibras derivadas de outros produtos têxteis, manchas de sangue ou depósito de pólvora.

Segundo Roberson, Roux e Wiggins (2018), a transferência de fibras é um processo dinâmico e complexo, porém outros fatores estão presentes. A morfologia e o diâmetro das fibras são fatores significantes. Os artigos têxteis não estão presos apenas às evidências de traços, podendo ser analisadas de uma forma macroscópica, através da análise dos danos aos artigos têxteis.

2.2.1 Análise de danos ao têxtil

Carr (2017) lista que as evidências forenses causadas na forma de dano aos artigos têxteis podem ser causadas por lâminas (facas, tesouras), disparos, seringas, rasgos, impactos, calor (queimaduras), químicos, agentes biológicos e fatores ambientais. A determinação de qual dano ocorreu é um processo extremamente complexo. É crítico para a investigação a identificação da degradação do tecido e distinguir de danos que podem ser evidências forenses e entender como a degradação do tecido pode afetar qualquer dano que pode ser de interesse em uma investigação forense.

Roberson, Roux e Wiggins (2018) ressaltam que os exames dos danos causados aos têxteis não devem ser conduzidos isoladamente de outros tipos de evidência e informação sobre o caso. Informações relevantes sobre o histórico do caso é crítico para a formulação de hipóteses e experimentos de testes e simulações.

Os mesmos autores ainda separam a interpretação dos danos aos têxteis em três etapas:

- Reconhecimento e avaliação

O reconhecimento do valor dos danos causados aos têxteis é necessário no início da investigação, com o objetivo de preservar o têxtil como evidência em potencial. Assim que reconhecido, a evidência deve ser documentada, coletada e embalada para permitir a interpretação do examinador laboratorial têxtil.

Um grande número de indicadores pode auxiliar com o reconhecimento de evidência têxtil em potencial, incluindo cortes, rasgos ou perfurações, exposição aos elementos e ao calor, presença de sangue ou fluidos e vestes tortas ou fora de sua posição normal.

Indicadores sobre testemunhos também são estudados, como alegações de ataques, testemunhos que indicam danos ao têxtil (como vestes rasgadas de um suspeito) e alegações de falhas têxteis (como falha de equipamentos de segurança devido à abrasão).

A documentação dos danos deve ser realizada no local, através de fotografias (com escalas de tamanho), rascunhos e notas, antes de qualquer movimentação ou empacotamento dos têxteis em foco. É de grande importância em particular por causa de informações como o alinhamento das roupas, número de camadas e quantidade (se houver) e local de manchas.

- Exames de primeiro nível

O papel do examinador no laboratório, nesse estágio, é de descrever de maneira compreensível o têxtil, incluindo sua construção e o dano têxtil de interesse, através de notas, desenhos e fotografias. Nesse estágio, o examinador poderá frequentemente determinar, onde possível, fatores como o grau de dano no têxtil (se é acima do considerado normal pelo uso da roupa), encaixes de seções cortadas, a origem do dano (rasgo, corte, perfuração ou uma combinação) e a idade do dano.

Além da determinação do tipo de dano e sua idade, é importante identificar e descrever as condições e características do têxtil em geral, o que inclui áreas onde o desgaste é normal devido ao uso (o que pode influenciar na resistência e causar furos na peça), presença e grau de manchas (manchas podem causar a adesão entre fibras no fio, o que altera a posição e a morfologia dos mesmos) e informações de etiqueta da peça.

- Exames de segundo nível

Esse nível de exame envolve a análise de danos mais complexos, provendo declarações concisas sobre o tipo de dano e formulando hipóteses do que pode ter causado o dano. Nesse nível, o examinador pode determinar se o dano do corte foi produzido por uma estocada ou por um golpe lateral, a fonte do dano, a quantidade de perfurações, se as manchas no têxtil são condizentes com o tipo de dano e a força utilizada.

Informações da variação da morfologia são observadas em vários níveis de ampliação no microscópio. Johnson (1991) cita os seguintes pontos a serem observados:

Ao nível do tecido:

- Distorção do tecido em volta do corte, como vincos e dobras fora do plano do tecido e fios esmagados entre si;
- Mudanças no espaçamento normal dos fios, incluindo os espaços entre os anéis das malhas;
- Direção da linha de corte em relação à direção dos fios do tecido;
- A posição relativa das pontas dos fios cortados.

Ao nível do fio:

- Posição relativa das fibras em relação a cada fio. Um corte limpo causado a um tecido sem tensão deixa as pontas das fibras no mesmo plano. É chamado de arranjo planar;
- Segmentos curtos de fio podem ser criados, especialmente em ação cortante. Ao nível da fibra:
- A morfologia da fibra pode apresentar características distintas. Fibras termoplásticas, por exemplo, desenvolvem um arredondamento nas pontas caso falhem por causa de um dano termal, enquanto tesouras achatam o final das fibras.

2.3 Casos envolvendo estudos forenses em têxteis

Casos onde os estudos acerca de artigos têxteis são decisivos existem desde começo do século XX. Sloan, Fergusson e Robertson (2018) trazem dois exemplos onde a necessidade de análise têxtil foi de grande importância. No julgamento de Rv Colin Campbell Ross, em 1922, Ross foi condenado pelo assassinato de uma garota. As vestes rasgadas da vítima foram coletadas, mas não foram analisadas. Ross foi executado em 1922, mas em 2007 uma nova análise do material indicava sua inocência.

O caso Chamberlain, em 1987, foi o primeiro registro onde dados formais sobre as investigações acerca dos danos sobre o artigo têxtil foram registrados na Austrália (MORLING, 1987). Um bebê foi dado como desaparecido de um acampamento da região do Uluru, na Austrália Central e a mãe foi condenada por assassinato, para ser solta logo após uma comissão levantar dúvidas sobre a análise das evidências. Mais de 15 profissionais, de uma ampla gama de profissões, levantaram a evidência de que o dano causado às vestes do bebê originaram de uma tesoura ou faca, o que seria uma “evidência conclusiva”. Uma subsequente análise mostrou que o mesmo tipo de dano causado às fibras também pode ser originado de uma mordida de cão selvagem (ROBERSON; ROUX; WIGGINS, 2018). A mãe da criança dizia que sua filha foi levada por um dingo (*Canis Lupus Dingo*). A juíza disse que a análise sobre o artigo têxtil era inconclusiva em sua origem e que não era possível indicar a origem do dano, devido ao fato das hipóteses não entrarem em consenso. Esse caso mostrou a falta de uma análise e de estudos concisos na área têxtil em laboratórios forenses da época, além de uma deficiência em pesquisa fundamental (SLOAN, FERGUSSON, ROBERTSON, 2018).

Há também inúmeros casos onde a análise de materiais têxteis foi fator decisivo para a relação entre um suspeito e seus crimes. Um exemplo é o caso de um assassino em série em Spotsylvania, Virginia, nos Estados Unidos (ABC NEWS, 2004): entre 1996 e 1997, os corpos de três garotas foram encontrados flutuando em um rio, em épocas diferentes, sem testemunhas e quase nenhuma evidência, com a exceção de algumas fibras e fios de cabelos. Fibras de uma coloração rosa foram encontradas em todos os corpos e algumas fibras acrílicas azuladas também, o que concluía a ligação entre os 3 assassinatos.

Anos depois, em 2002, uma garota foi sequestrada e conseguiu escapar depois de 18 horas. Seu testemunho levou os investigadores para a casa de um suspeito, onde as mesmas fibras de cor rosa foram encontradas dentro de seu armário e as fibras azuladas foram encontradas em um par de algemas, também no apartamento do suspeito, o que concluía a ligação entre todos os casos (GLOD, 2002).

Esses registros corroboram a necessidade dos estudos têxteis na investigação de crimes. Para um entendimento conciso da importância e do peso que os materiais têxteis possuem, é necessário o conhecimento sobre as características principais do que são os materiais e os artigos têxteis, descritos a seguir.

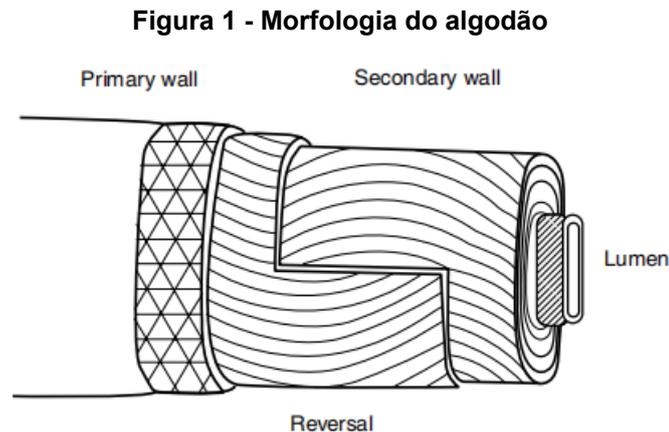
2.4 Materiais têxteis

A fibra têxtil é a unidade de matéria, seja natural ou manufaturada, que forma o elemento básico de tecidos e outras estruturas têxteis. Especificamente, uma fibra é caracterizada como tendo um comprimento no mínimo 100 vezes maior do que seu diâmetro, de forma que permita que seja fiada em um fio ou feita em um tecido de várias maneiras diferentes (HOUCK, 2009).

Cook (2001) separa as fibras utilizadas na manufatura dos têxteis em duas categorias: naturais e criadas pelo homem. As fibras naturais se subdividem em três categorias: fibras vegetais (como algodão, linho, rami), animais (sedas) e minerais (asbestos). Já as fibras feitas pelo homem se subdividem em fibras artificiais (sintetizadas através de polímeros naturais, como a viscose e o acetato) e fibras sintéticas (poliéster, nylon). As fibras também são categorizadas como fibras curtas e filamentos contínuos.

A fibra de algodão é uma das fibras mais comumente utilizadas pela humanidade, e possui características como uma boa relação entre força e absorção, fazendo com que seja utilizada para tecidos resistentes e confortáveis. A estrutura do

algodão possui um formato de feijão, ou rim, e é composta em seu núcleo pelo canal central, conhecido como lúmen, revestido por uma parede primária e outra secundária, e ambas revestidas por uma cutícula, que é a camada externa de proteção da fibra, conforme Kozlowski (2012).



Fonte: KOZLOWSKI (2012)

Neto (1996) descreve as fibras de algodão, em sua vista longitudinal, como sendo uma fita com torções a intervalos regulares, cerca de 60 revoluções por cm (KOZLOWSKI, 2012). O comprimento das fibras, ainda segundo os autores citados, é uma das características mais importantes da fibra de algodão, descrevendo a característica que o fio produzido pela fibra possuirá. Fibras mais longas são mais desejadas, por produzirem fios concisos com menos torções, promovendo uma maior maciez aos tecidos produzidos com tal fibra.

Neto (1996) ainda cita algumas características e as propriedades do algodão, como:

- Resistência: uma das principais características das fibras de algodão. As fibras resistem entre 4 a 13 gf, dependendo da finura da fibra, e fios molhados resistem entre 10 a 20% mais que as secas;
- Resiliência: é superior às demais fibras celulósicas, mas ainda baixa levando em consideração todas as fibras;
- Estabilidade dimensional: São estáveis, e encolhem devido às tensões do processo produtivo;
- Efeito dos álcalis: possui boa aos álcalis, sendo eles muito utilizados no processo produtivo de acabamentos e afins;

- Efeito dos ácidos: possui baixa resistência a ácidos, sendo degradados com facilidade pelos mesmos.

As fibras são utilizadas para a produção de fios, que conseqüentemente compõem tecidos. Lord e Lord (2003) destacam que a divisão das fibras, sob o ponto de vista da fiação, se dá na diferença entre fibras curtas, como do algodão, que são retorcidos entre si para a formação do fio, e os filamentos contínuos, produzidos através de extrusão pelas fieiras.

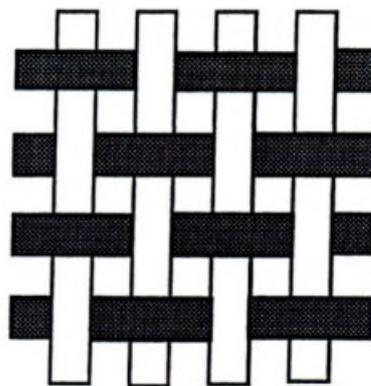
As fibras de algodão são produzidas através da torção entre o próprio eixo, podendo ser cardadas ou penteadas, conforme Lord e Lord (2003). A quantidade de torções e o comprimento das fibras de algodão definem parâmetros como alongamento, resistência e força dos fios de algodão, que são transmitidos para o tecido.

Horrocks e Anand (2000) categorizam as estruturas produzidas pelos fios em:

- Tecidos planos

A tecelagem é um método de produção têxtil, aonde dois tipos distintos de fios são entrelaçados em ângulos definidos, formando o tecido plano (COLLIER, 1975). São compostos por fios denominados urdume (os fios posicionados na vertical do tecido) e trama (os fios que passam na posição horizontal). Os principais artigos têxteis de vestuário que utilizam os tecidos planos são os produzidos com jeans, também podendo ser encontrados em camisas e vestes sociais. Possuem maior resistência, justamente pelo entrelaçamento entre os fios ser tão conciso.

Figura 2 - Diagrama básico do tecido plano

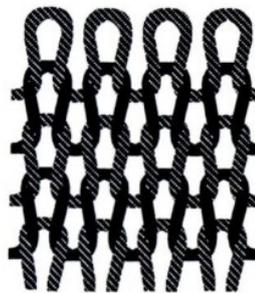


Fonte: ADANUR. Handbook of Weaving (2020)

- Malhas

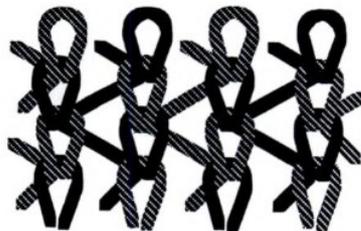
As malhas são construídas pelo entrelaçamento de anéis feitos com um ou mais fios, com cada linha de anéis se prendendo aos anéis da linha anterior. Também pode ser separado entre malharia de trama e malharia de urdume, sendo as malhas de trama mais comuns, mais utilizadas principalmente para a confecção de camisetas e meias. Já as malharias de urdume produzem tecidos mais complexos, voltados principalmente para confecção de roupas íntimas e rendas (ABRAHART, 1999).

Figura 3 - Diagrama da malha de trama



Fonte: ADANUR. Handbook of Weaving (2020)

Figura 4 - Diagrama da malha de urdume



Fonte: ADANUR. Handbook of Weaving (2020)

- Não-tecidos

A definição de um nãotecido é a união de suas fibras, consolidados de maneiras não convencionais. As fibras não são entrelaçadas como malhas e tecidos e sim consolidadas de maneiras diferentes, como por consolidação física ou química (ALBRECHT, FUCHS, KITTELMANN, 2006). Os artigos de não-tecido podem ser encontrados em vários lugares, como estofamento de carros, carpetes, máscaras, calçados e em utilizações nas áreas de engenharias variadas, como civil, aeronáutica e química.

Conforme previamente discutido, as fibras são consideradas uma forma de evidência de traço que podem ser transmitidas de algum artigo têxtil para o suspeito ou mesmo do suspeito para a vítima. As fibras transferidas normalmente são perdidas com certa rapidez, dependendo do tipo de tecido e do movimento das roupas após o contato (DEEDRICK, 2000). Por exemplo, nas vestes de uma vítima de homicídio, as fibras tendem a ficar retidas por um período maior de tempo, devido à falta de movimento da vítima.

Segundo Katz e Halámek (2016), a premissa geral da comparação entre as fibras é a determinação se uma fibra em análise exibe cor semelhante, além de propriedades microscópicas e instrumentais e se a fibra compõe parte ou completamente uma amostra conhecida. A determinação inicial das fibras como evidência é realizada no microscópio, onde o examinador distingue a natureza da fibra, seguido de sua caracterização (se é celulósica ou proteica, por exemplo), e detalhes de sua constituição (se possui aditivos e quais).

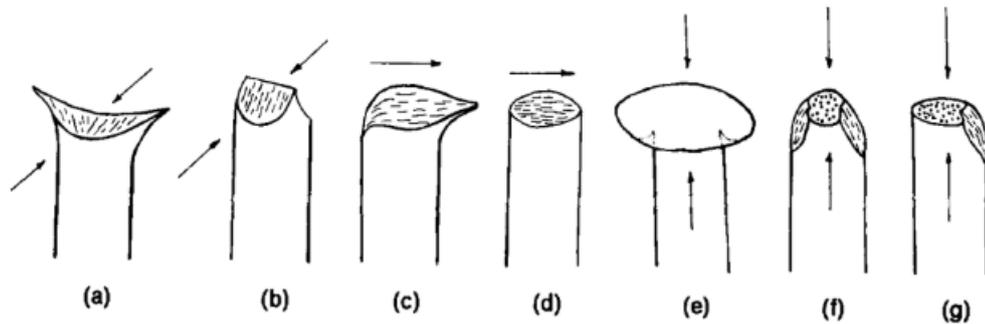
2.5 Danos causados por materiais perfurocortantes

Existem vários tipos de danos físicos encontrados em têxteis, partindo do desgaste comum pelo uso das roupas, afinamento e rasgo do tecido, até os casos decorrentes de encontros violentos, onde o tecido pode ser rasgado, cortado e suas costuras rompidas (JOHNSON, 1991). Podem ser perfuradas por objetos relativamente afiados (como chaves de fenda) ou por ferramentas de impacto (como martelos), e a natureza do dano também depende do material (se houver) embaixo do tecido.

Robertson, Roux e Wiggins (2018) notam que os objetos mais encontrados em situações forenses são facas (podendo ser com um ou dois gumes, ou ainda serrilhada ou lisa), tesouras, que são efetivamente duas lâminas de único gume opostas e ainda objetos perfurantes como chaves de fenda.

Hearle, Lomas e Cooke (1998) classificam os tipos de rompimento das fibras em:

Figura 5 - Tipos de danos ao final da fibra



Fonte: HARLE, LOMAS E COOKE - Atlas of Fibre Fracture and Damage to Textiles (1998)

As figuras (a) e (b) demonstram os danos causados por tesouras, respectivamente denominados como *pinçados com distorções laterais* e *pinçados*. As figuras (c) e (d) demonstram os danos causados por facas, denominados *topo achatado com borda* e *topo achatado*. A figura (e) mostra o dano causado por impacto, chamado de *cogumelo arredondado*, e as figuras (f) e (g) mostram os danos causados por baixas forças, respectivamente chamados de *fratura dupla* e *fratura única*.

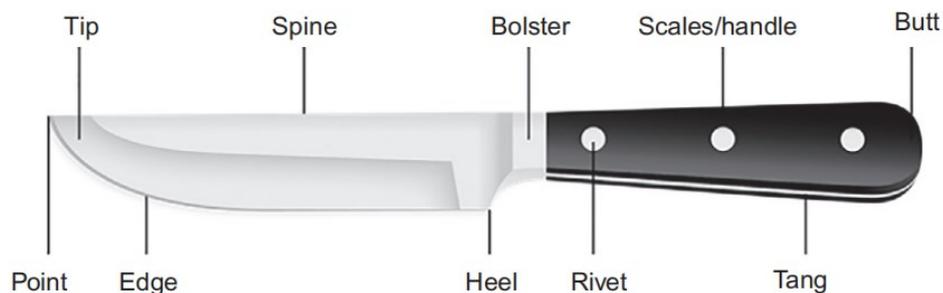
2.5.1 Facas

Johnson (1991), Robertson, Roux e Wiggins (2018) mencionam o interesse das facas para o cenário forense, sendo o objeto dominante em número de casos de dano ao artigo têxtil. Johnson (1991) ainda separa as partes da faca a serem observadas em relação aos danos:

- Ponta: uma ponta cega causa mais distorção nas fibras no ponto de entrada do que uma ponta afiada. Isso ocorre devido ao fio falhar por tensão mecânica, ao invés da força cortante da faca.
- Lâmina: uma lâmina afiada cria um corte regular conforme passa no têxtil, com pouca ou nenhuma distorção. Por outro lado, uma lâmina cega puxa e distorce os fios conforme corta o tecido.
- Espessura da lâmina: uma lâmina mais grossa separa as fibras e pode produzir um afunilamento no dano. Se as bordas da faca são afiadas o suficiente, podem funcionar também como um gume, produzindo um dano em formato de y em uma lateral.
- Comprimento da lâmina: afeta até certo ponto o comprimento do corte.
- Irregularidades da lâmina: as entradas em uma lâmina serrilhada (se grandes o suficiente) podem causar mais desgaste e distorção ao dano.

- Punho da faca: pode causar dano de impacto ao tecido.
- Ângulo de penetração: o ângulo com qual a faca adentra o têxtil pode afetar o formato geral do dano observado.
- Cortes secundários: pode ocorrer quando o têxtil é puxado para o ferimento, criando uma dobra e vinco no tecido. Geralmente são alinhados com o dano principal.

Figura 6 - Anatomia da faca



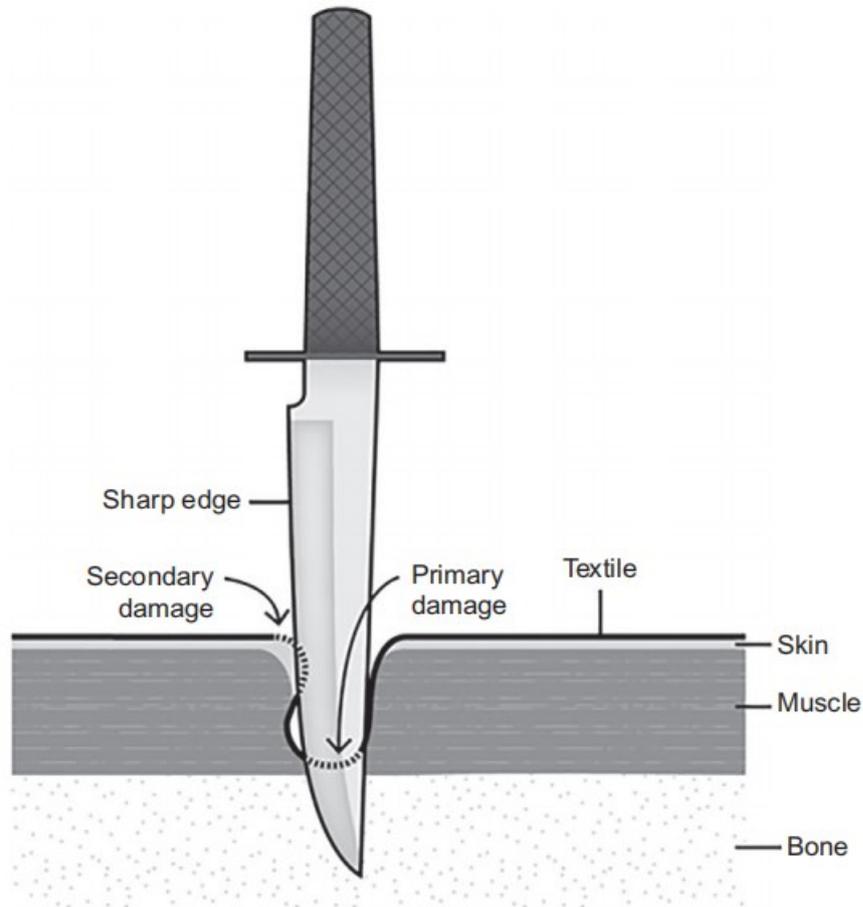
Fonte: CARR, Forensic Textile Science (2017)

Existem duas fases envolvendo o impacto por facas (GOVARTHANAM; ANAND; RANJENDRAN, 2016): em um primeiro momento, a penetração da faca no tecido causa os seguintes efeitos:

- O material começa se separar sob a força da faca;
- A faca começa a obstruir o material, o rasgando;
- O material desgasta a ponta da lâmina.

Após, assim que a faca perfura o material completamente, ela atravessa o tecido; abrindo mais o tecido e penetrando pelo rasgo previamente feito.

Figura 7 - Diagrama dum ataque com faca

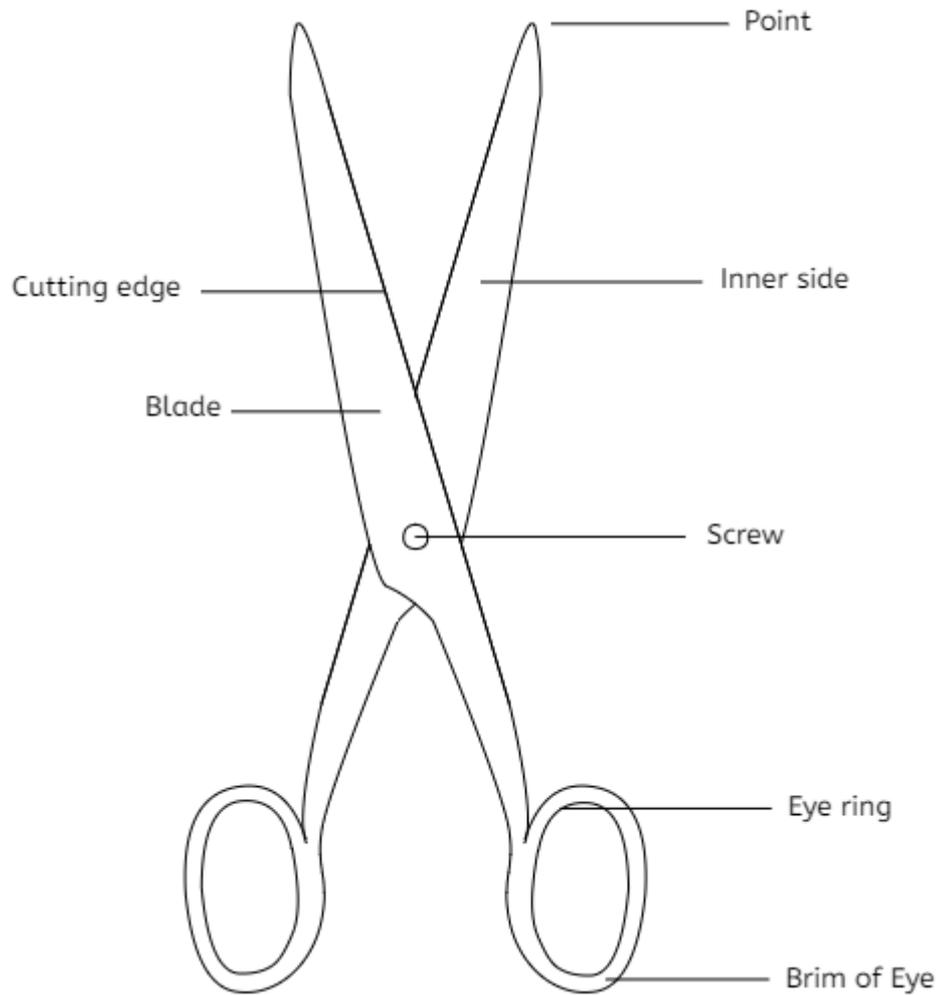


Fonte: CARR, Forensic Textile Science (2017)

2.5.2 Tesouras

Em alguns casos é importante saber discernir a diferença de um corte realizado com tesouras dos realizados com facas. Robertson, Roux e Wiggins (2018) diferenciam o corte da tesoura por serem duas lâminas de único gume, concorrentes entre si. A ação do dano pode ser tanto cortante (quando ambas as lâminas cortam o têxtil, por cima e por baixo ao mesmo tempo) ou fatiando o tecido (aonde o tecido é cortado pelo gume da lâmina enquanto a tesoura passa pelo tecido, em sua posição aberta).

Figura 8 - Diagrama de uma tesoura

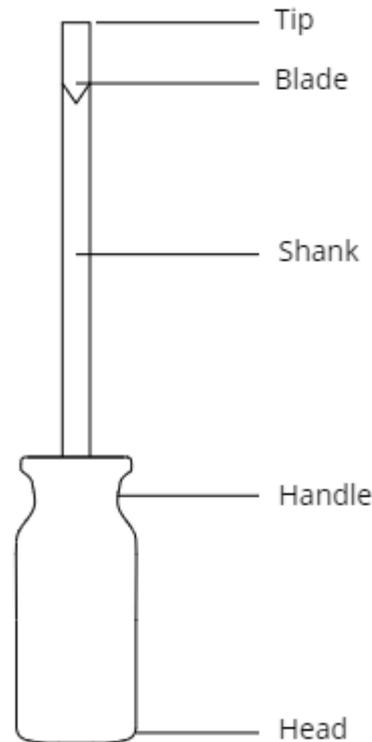


Fonte: Autoria própria (2020)

2.5.3 Objetos perfurantes e de impacto

Objetos como chaves de fenda separam o tecido os empurrando ou rasgando as fibras individuais. Dependendo da área de superfície e a forma do têxtil, o dano observado vai ser uma combinação de rasgo e corte, com certo grau de distorção em volta do dano perfurante.

Figura 9 - Diagrama de uma chave de fenda



Fonte: Autoria própria (2020)

3 METODOLOGIA

A pesquisa utilizada, tanto qualitativa como descritiva, tem o objetivo de catalogar as características morfológicas do artigo têxtil de algodão, em relação às fibras, fios e à malha, submetidas à ataques perfurocortantes. Para tanto, será utilizada uma gama de materiais perfurocortantes, assim como camisetas de malha 100% algodão e para a simulação do golpe, será desenvolvida uma máquina que desfere os golpes, com os objetos presos à mesma.

3.1 Objetos perfurocortantes

A seleção de objetos utilizados se dá com base nas diferentes características dos mesmos e sua relação com o dano causado ao artigo têxtil. Devido ao alto número de crimes utilizando armas brancas, é de grande importância a variedade de objetos e a análise precisa dos danos causados pelos mesmos.

Serão utilizados os seguintes objetos:

- Faca de cozinha (referida no trabalho como Objeto A)
- Faca de filetar (Objeto B)
- Faca serrilhada de uso geral, com ponta (Objeto C)
- Faca de pão (Objeto D)
- Chave Phillips (Objeto E)
- Tesoura de uso geral (Objeto F)

E as dimensões dos objetos são as seguintes:

- Faca de cozinha: 143,75x1,1x34,6x34mm
- Faca de filetar: 82,35x1x17,55x15,05mm
- Faca serrilhada: 112,6x1x16,15x15mm
- Faca de pão: 190,9x0,9x23,9x22,95mm
- Chave Philips: 155x3,45mm
- Tesoura: 102,35x5x17,4x15,4mm

As dimensões foram tomadas, nos casos das facas, medindo-se seu comprimento, espessura, largura na base e largura na metade da lâmina, respectivamente. No caso da chave Philips, foram tomadas medidas de comprimento e espessura na ponta, e no caso da tesoura, foi medido o comprimento, espessura e largura, além da espessura na ponta.

3.2 Tecidos e apoio para o tecido

Para os testes, foram utilizadas amostras de malha 100% algodão, cortadas em dimensões de 10 cm por 20 cm, dimensões escolhidas para um melhor encaixe sobre o suporte, e gramatura de 155g/m². A malha foi escolhida com base na semelhança com as malhas de camisetas comuns.

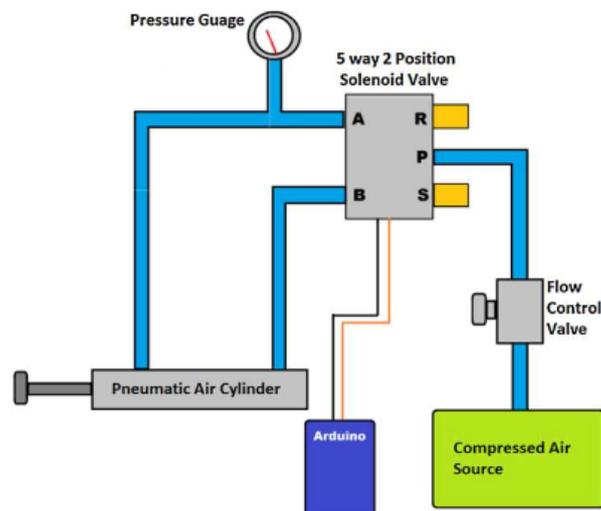
Para o apoio onde será colocado o tecido, foi utilizada uma peça de carne suína com pele, visto que as propriedades da pele suína são similares à pele humana, nos quesitos histológicos e bioquímicos (FUJITA *et al*, 2018). A pele suína possui espessura epidermal e razão dermal-epidermal semelhantes a da pele humana (SWINDLE *et al*, 2012), o que sugere a utilização de tal produto para a realização desse trabalho.

3.3 Equipamento para o golpe

Para a simulação dos golpes, foi desenvolvida uma máquina que realize tais movimentos, desenvolvida com base no trabalho de Benson *et al* (2017): com suportes de alumínio, e peso total de 15kg aproximadamente. Os objetos perfurocortantes foram fixados em um suporte num pistão, com comprimento de curso de 50mm, exercendo 30kg/f de pressão. O equipamento todo foi alimentado por uma válvula solenoide 220v, 5/3 vias.

A escolha do desenvolvimento da máquina, ao contrário da execução dos golpes pela mão, se dá ao controle preciso de variáveis como ângulo de ataque e força do mesmo. Com tal controle, é possível a análise dos golpes no tecido vistos de ângulos diferentes, tanto horizontais quanto verticais.

Figura 10 - Diagrama da máquina de referência de Benson



Fonte: BENSON *et al.* (2017)

A máquina desenvolvida por Benson *et al* (2017) possui mais de 60 posições para os golpes nos planos x e y, com rotação da faca em intervalos de 90°. Os golpes foram desferidos em ângulos horizontais de 90°, e a ângulos verticais de 90°, todos a uma força de 30kg/f, ou aproximadamente 300N, força ligeiramente superior a máquina de Benson (aproximadamente 221N).

Figura 11: Visão superior da máquina desenvolvida



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 12: Visão lateral da máquina desenvolvida



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13: Visão frontal da máquina desenvolvida



Fonte: Autoria própria (2021)

3.4 Simulação dos golpes

As amostras golpeadas pela máquina foram dispostas em cima das peças de carne, e apoiadas em um suporte para os golpes. A máquina foi então acionada, desferindo o golpe e permaneceu exercendo força por alguns segundos, antes de retornar o pistão.

Figura 14: Amostra sendo perfurada



Fonte: Autoria própria (2021)

Também foram analisados golpes desferidos por três pessoas, de sexo e estrutura corporal diferentes:

- Pessoa adulta, sexo masculino, 102kg e 1,87m de altura, 42 anos de idade;
- Pessoa adulta, sexo feminino, 80kg e 1,77m de altura, 50 anos de idade;
- Pessoa adulta, sexo masculino, 82kg e 1,80m de altura, 28 anos de idade.

A escolha do desenvolvimento da máquina se deu pelo controle preciso de características como ângulo, força e distância nos golpes, mas é importante a simulação de golpes desferidos em situações mais próximas da realidade possível. Logo, a escolha de pessoas de biotipos diferentes resulta nas diferentes características observadas em ataques.

Para os testes realizados com pessoas, as amostras foram dispostas em cima de peças de carne suína, apoiadas em um balcão. Os golpes foram desferidos com a mão dominante da pessoa em questão, verticalmente, de cima para baixo.

Em todas as amostras, a malha foi disposta com o lado direito exposto, com as colunas da malha no sentido vertical.

Os objetos perfurocortantes foram utilizados 4 vezes para os golpes, uma para cada fonte do golpe (máquina, pessoas 1, 2 e 3). Em cada uma das situações foram desferidos golpes com todos os objetos, exceto no caso da máquina, onde a irregularidade de alguns objetos (chave philips e tesoura) impediu a fixação do mesmo no suporte da máquina.

3.5 Análise dos danos

A análise dos danos nos tecidos se dá em escala macro e microscópica. No ponto de vista macroscópico, foi observado o dano e as deformidades causadas ao tecido e seus fios, utilizando de microscópios e análises a olho nu. Foram levados em consideração fatores como aspecto geral do tecido, no corte e em volta do mesmo, e danos e deformidades em volta do corte e na região imediata do mesmo.

A análise microscópica leva em consideração o estudo do dano imediatamente na região do corte, através de análise com microscópios e MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura), para a averiguação dos danos observando a as fibras e fios do ponto de vista longitudinal e a secção transversal dos mesmos.

Com os tecidos golpeados e analisados, foram catalogadas com imagens e descrições as características de cada golpe, levantando as diferenças e semelhanças entre todos os tipos de objetos utilizados, e o meio que desferiu os golpes, se pessoa ou máquina.

4 RESULTADOS

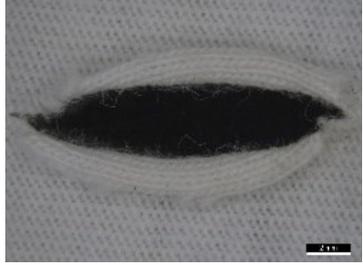
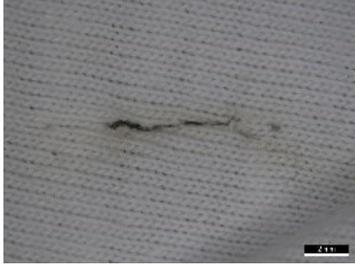
4.1 Análise macroscópica

Em um modo geral, os objetos perfurocortantes A (faca de cozinha, também conhecida como faca de *chef*), B (faca de filetar) e C (faca serrilhada de uso geral, com ponta) apresentaram os resultados esperados; a perfuração do tecido e do apoio para o mesmo foi satisfatória, tanto nos testes com a máquina quanto com as pessoas.

O objeto D (faca de pão), no entanto, apresentou penetração irregular do tecido com o golpe desferido com a máquina e baixa penetração quando testada manualmente.

Já os objetos E (tesoura de uso geral) e F (chave Phillips) apresentaram penetração visível quando utilizados por uma pessoa de maior força e não apresentaram dano significativo com a máquina nem com as pessoas de menor porte físico.

Quadro 1 - Objetos perfurocortantes e seus resultados macroscópicos

Objetos perfurocortantes	Resultados	
<p data-bbox="225 367 252 398">A</p> 	A1 frente	A1 verso
		
	A2 frente	A2 verso
		
	A3 frente	A3 verso
		
	A4 frente	A4 verso
		

B



B1 frente



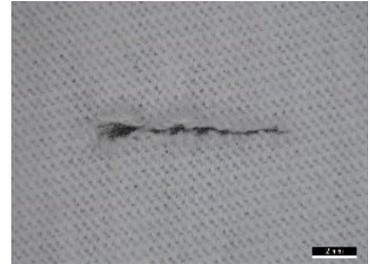
B1 verso



B2 frente



B2 verso



B3 frente



B3 verso

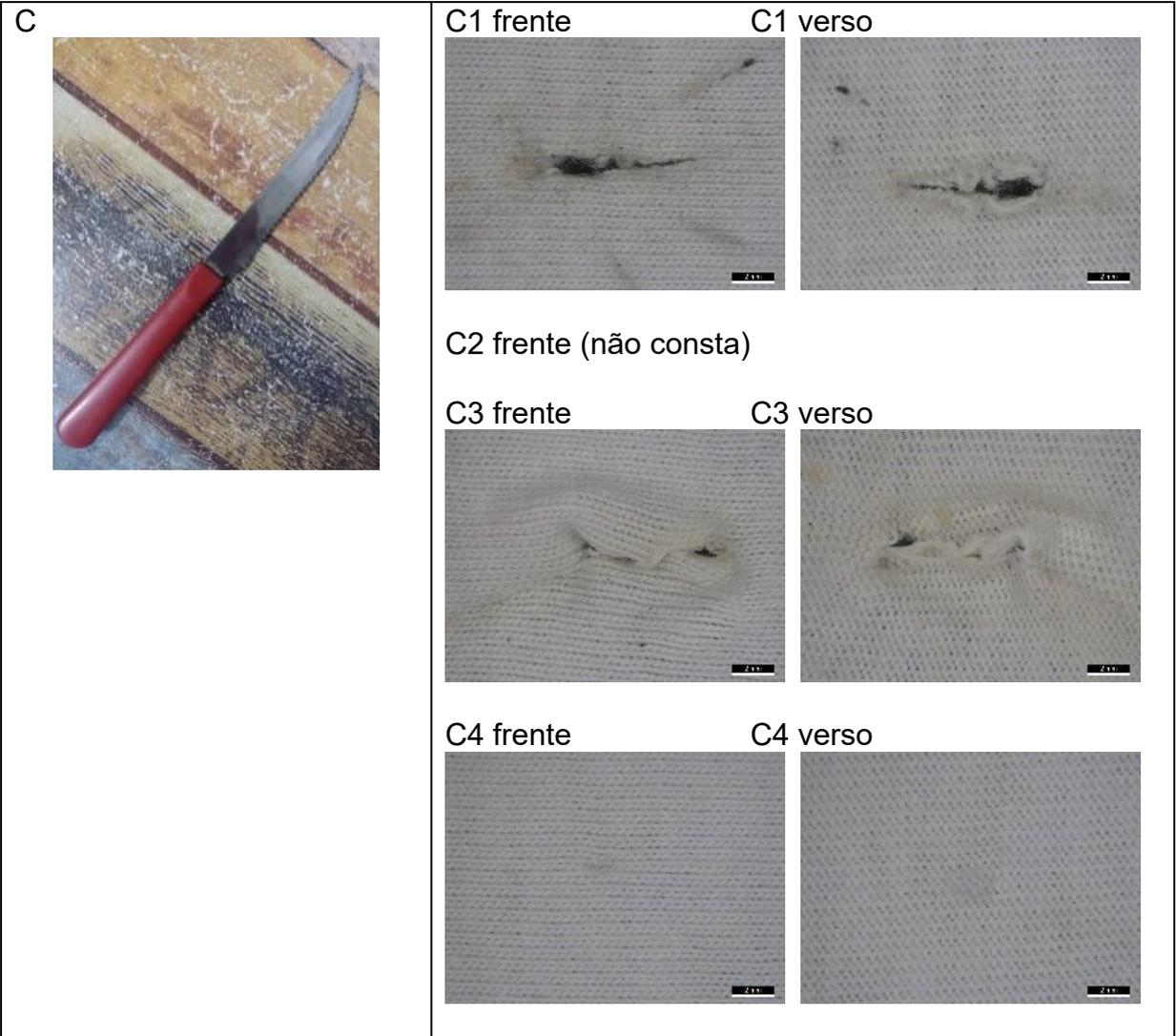


B4 frente



B4 verso





D



D1 frente



D1 verso



D2 frente



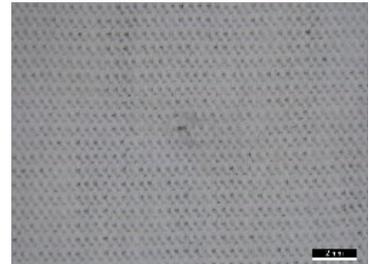
D2 verso



D3 frente



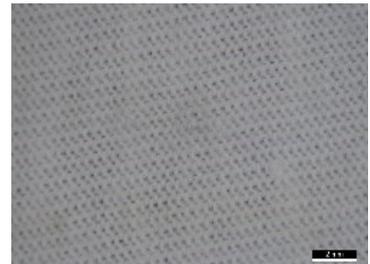
D3 verso



D4 frente



D4 verso



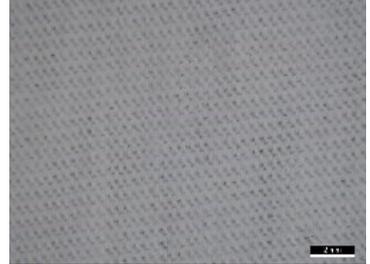
E



E1 frente



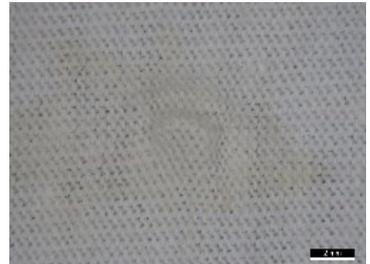
E1 verso



E2 frente



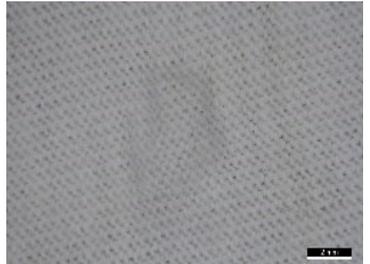
E2 verso



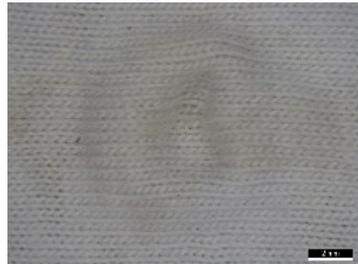
E3 frente



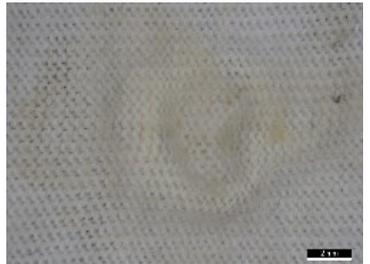
E3 verso

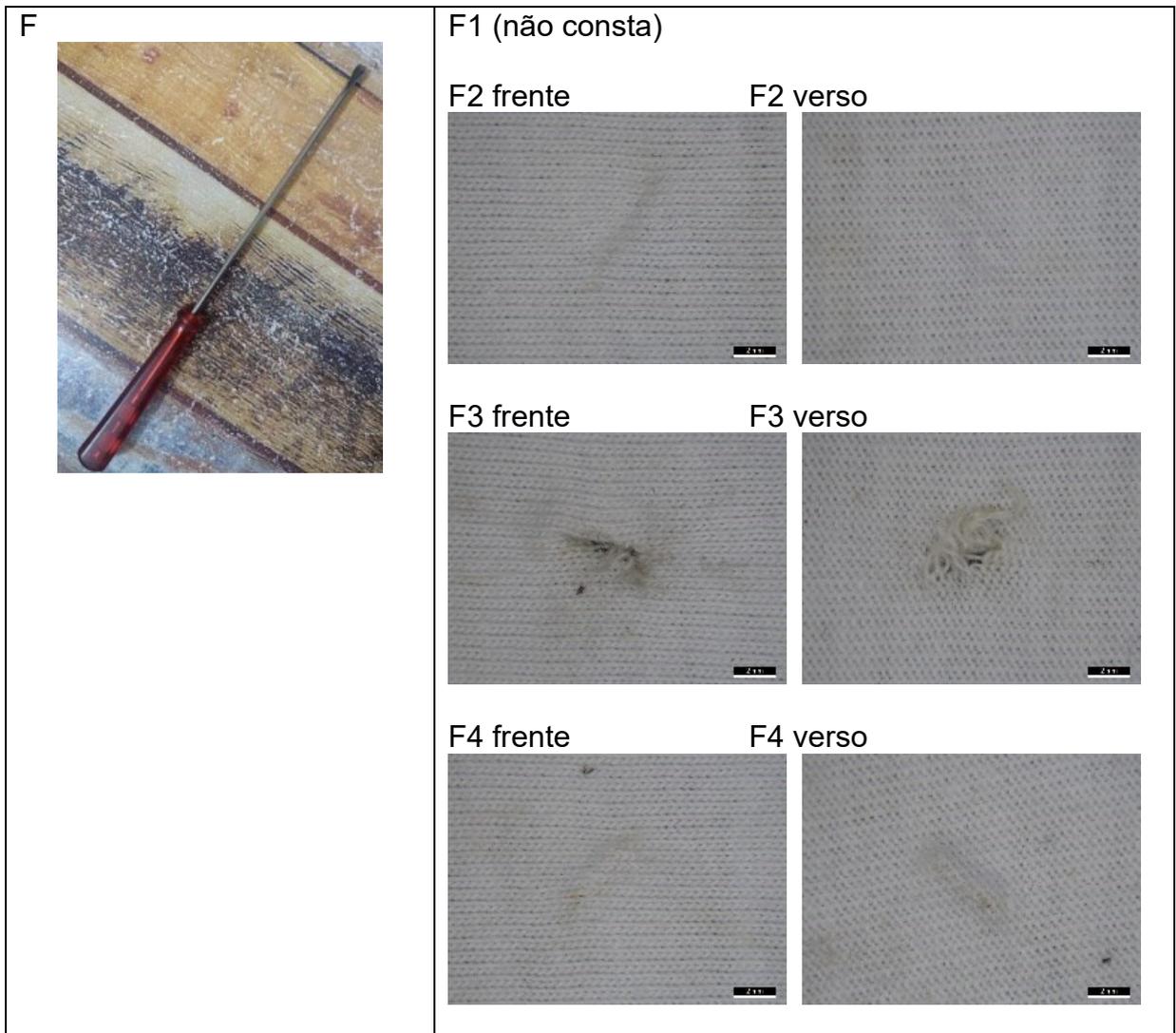


E4 frente



E4 verso





Fonte: Autoria própria (2021)

Nota-se, nos golpes desferidos com os objetos A e B, os cortes relativamente limpos, sem o excesso de fibras no corte e nas regiões adjacentes, devido à lâmina lisa e reta, ponta afiada e lâmina suave. Em ambos os casos, o tecido apresenta uma extremidade ligeiramente mais larga do que a outra, onde a espinha da faca penetrou o tecido. Os cortes realizados com a máquina apresentam distorções maiores na região adjacente ao tecido, devido ao fato da máquina continuar exercendo pressão sobre o tecido; já nas amostras golpeadas pelas pessoas, o corte apresenta regiões adjacentes retas e sem distorções extremas. As extremidades apresentam rasgos onde a ponta da faca entra no tecido, devido ao fato da penetração da ponta ser

obtusa, enquanto as extremidades por onde as lâminas passaram apresentam cortes nas fibras.

Já nos objetos C e D, nota-se a extensa distorção do tecido em volta do corte, onde as serrilhas da faca rasgaram e retorceram as fibras em volta, amassando o tecido e puxando-o para dentro do corte. A baixa penetração do objeto D se dá ao fato da lâmina ser fina e comprida, o que levou a mesma se entortar durante os testes. O fenômeno ocorreu em ambas as facas serrilhadas, embora o objeto C tenha apresentado resultados aceitáveis.

Nota-se também o mesmo fenômeno onde a espinha da faca apresenta uma maior distorção da estrutura planar do tecido, resultando em um maior corte na extremidade superior do corte, comparando com a extremidade inferior. Deduz-se, então, que todos os danos causados a artigos têxteis utilizando facas vão apresentar esse comportamento, onde a parte superior do corte é maior do que a inferior, causados pela entrada da espinha da faca e as subconsequentes distorções do tecido. Tal dedução é importante na determinação da origem do objeto causador do dano na análise de artigos têxteis em cenários criminológicos.

A análise das amostras testadas com os objetos E e F apresentam grande distorção planar do tecido, e salvo a amostra F3, não apresentou penetração do tecido. Deduz-se que a força utilizada, somado ao fato da ponta da tesoura não ser de todo afiada, e sim achatada, não é o suficiente para causar penetração no tecido, embora tal fato não exclua a capacidade de causar danos à pele e músculos de uma pessoa.

O objeto F foi capaz de penetrar a amostra quando utilizada grande força física humana. É evidente a distorção das fibras e dos fios da malha quando sujeitas a esse tipo de dano, onde a ponta da chave Philips se prendeu nas fibras e as arrastou para dentro do dano.

4.2 Análise microscópica

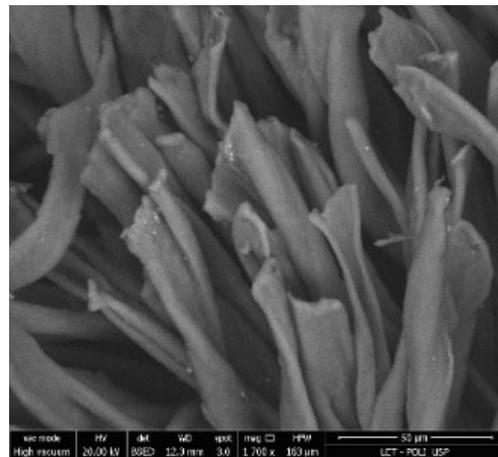
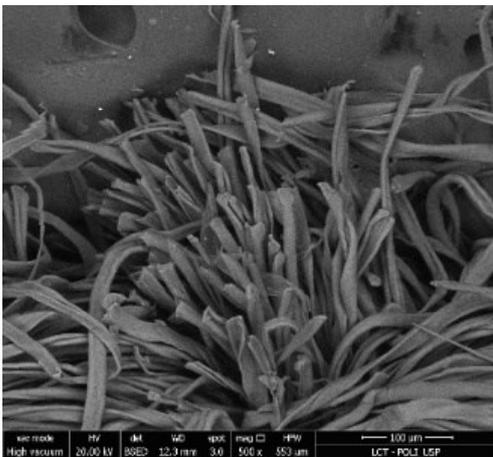
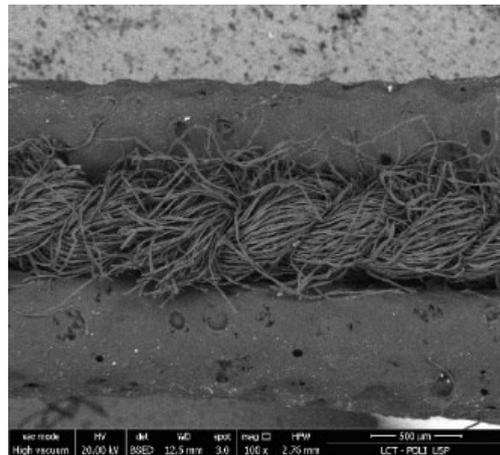
As análises realizadas com MEV nas amostras causadas pelo objeto A nos retornam as características dos cortes nas fibras. Em sua maioria, os cortes foram limpos e sem rasgos. Já as amostras do objeto B apresentam as extremidades mais rasgadas do que as causadas pelo objeto A; deduz-se que o emaranhado causado pela penetração da faca e sua ponta mais aguda do que a do objeto A tenha puxado e retorcido as fibras, causando uma maior distorção nas mesmas.

Quadro 2 - Resultados microscópicos das amostras A e B

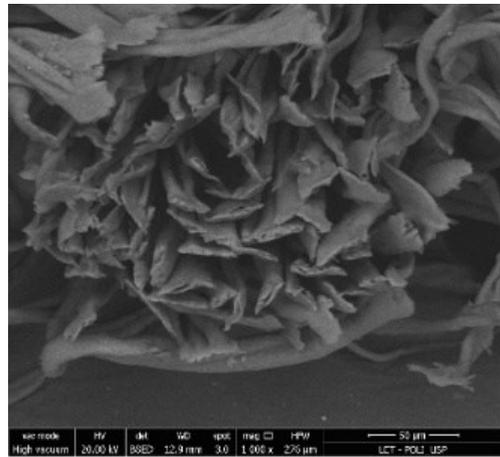
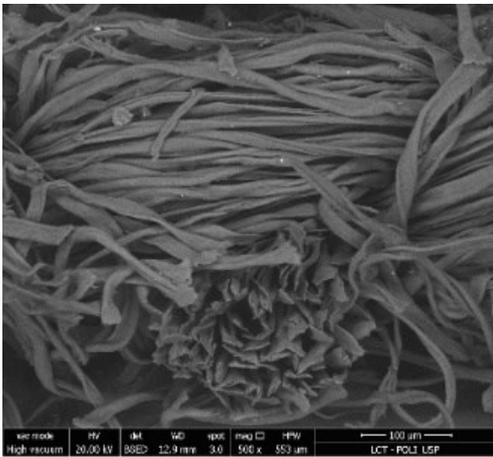
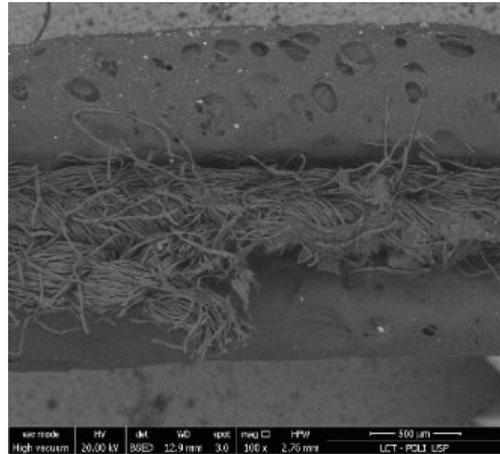
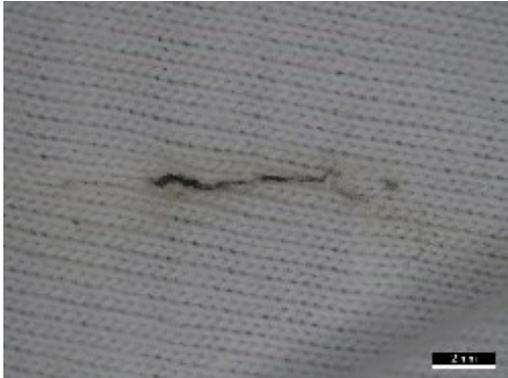
Objeto perfurocortante (A)



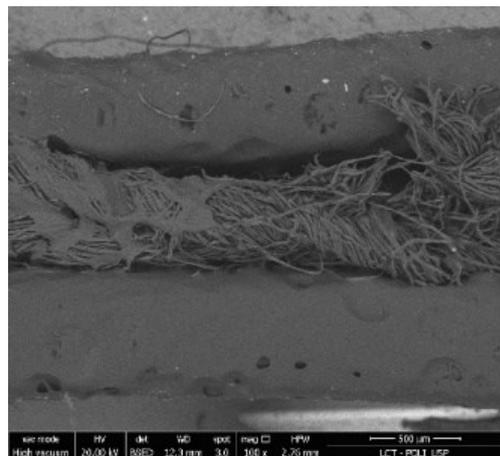
Dano (A1)

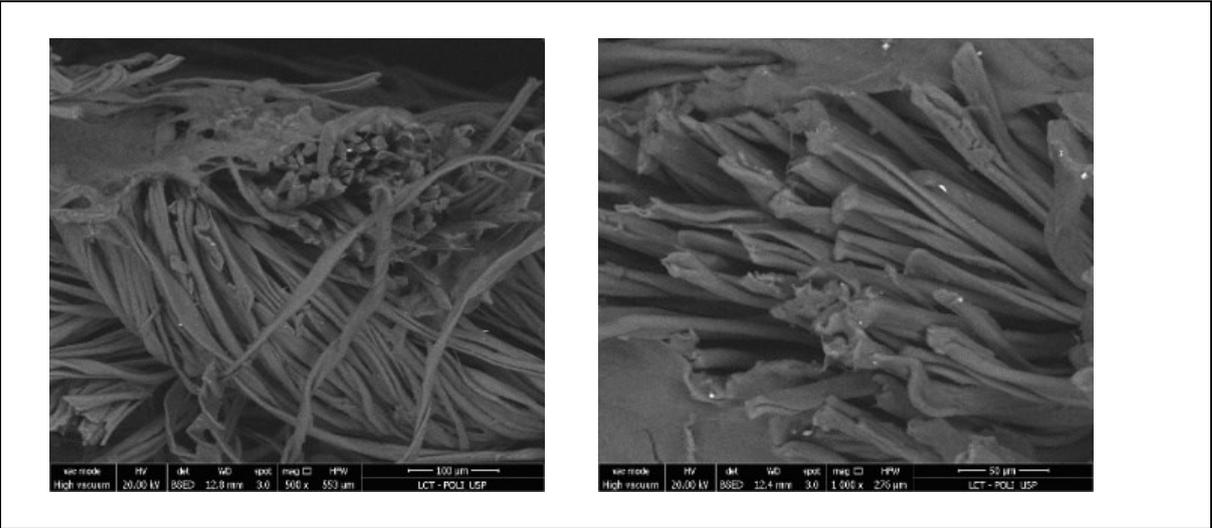


Dano (A2)

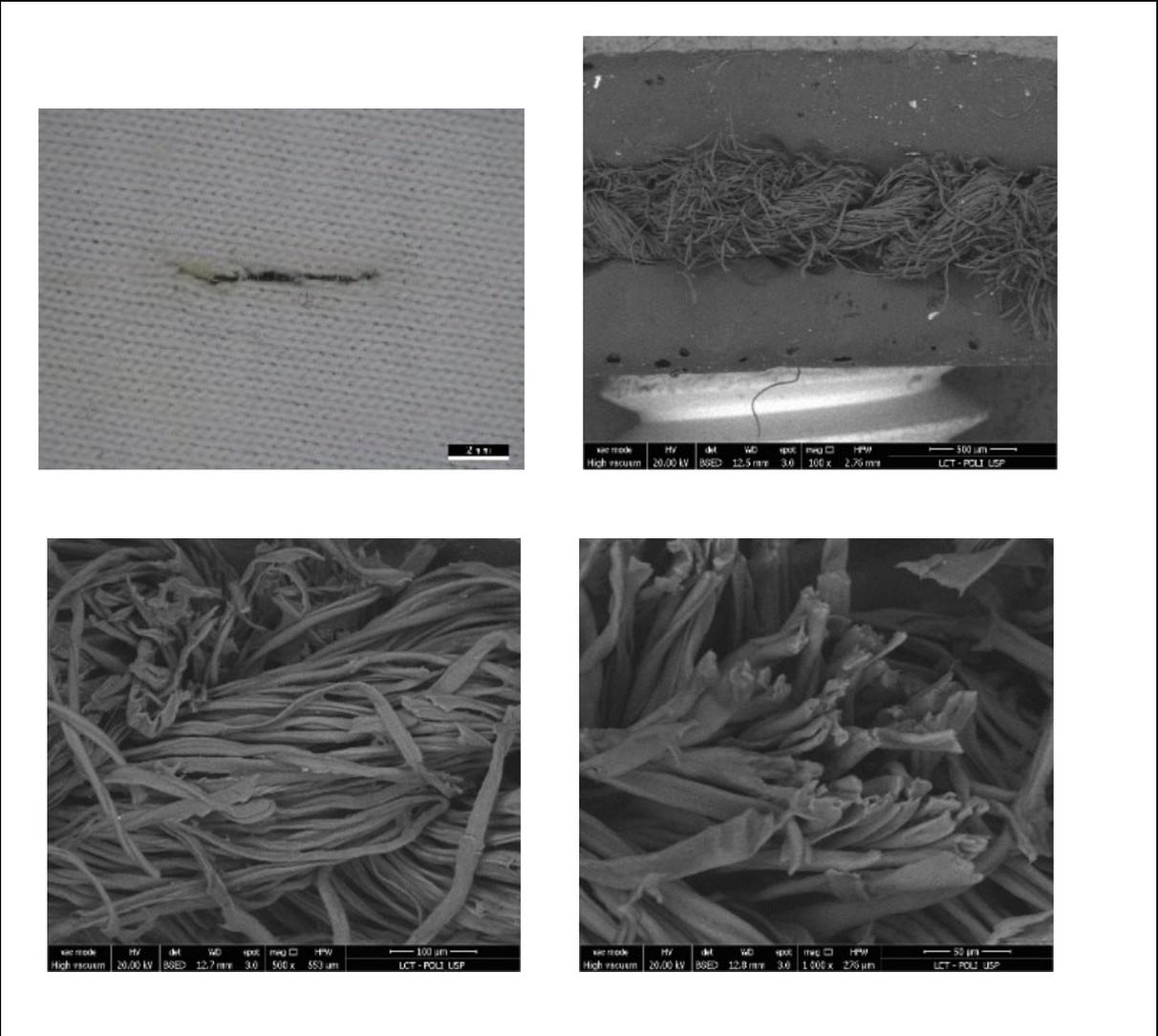


Dano (A3)





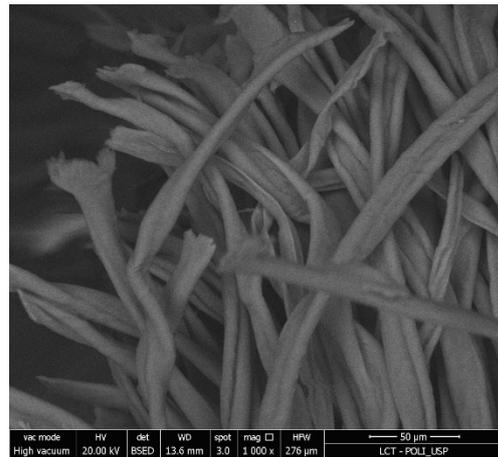
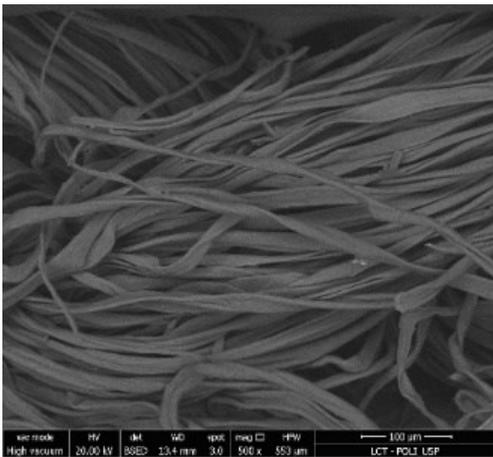
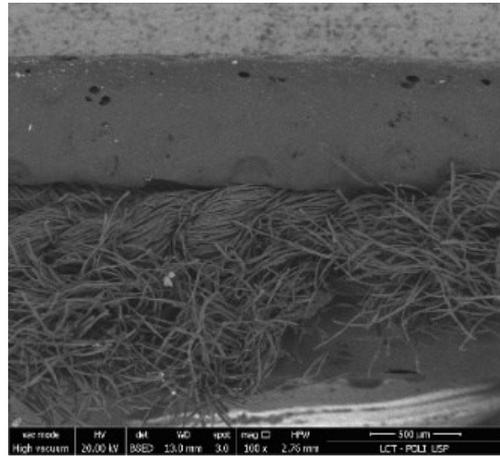
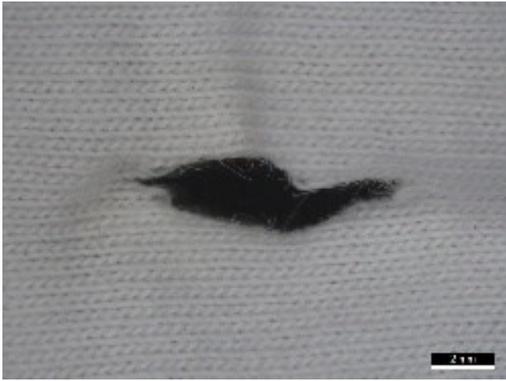
Dano (A4)



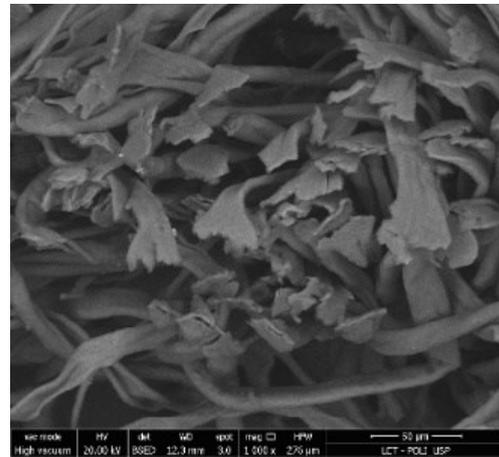
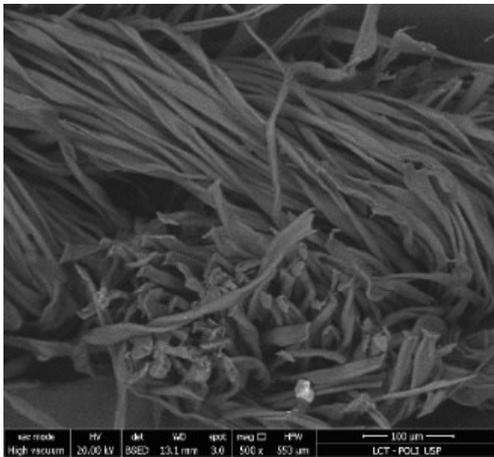
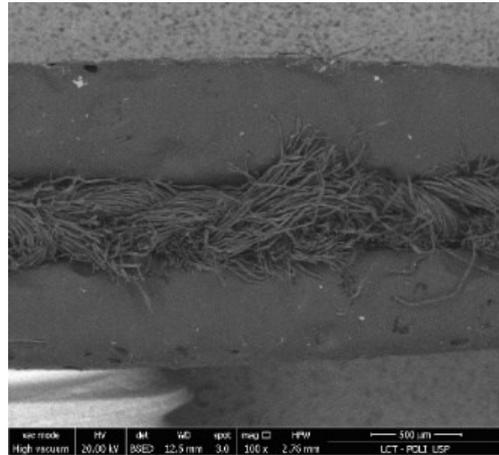
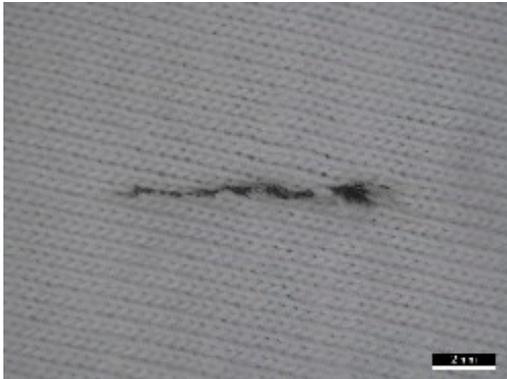
Objeto perfurocortante (B)



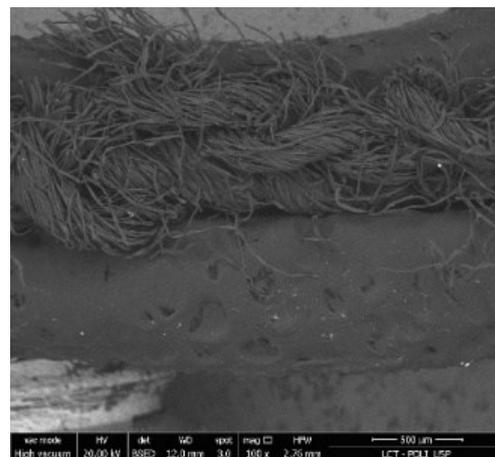
Dano (B1)

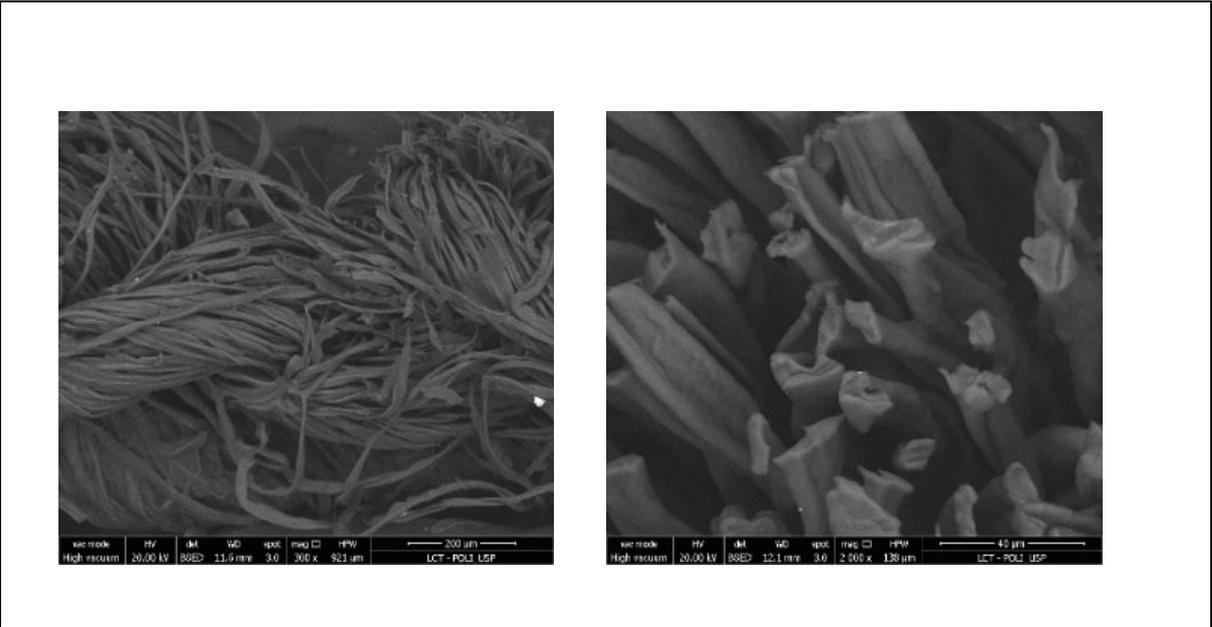


Dano (B2)

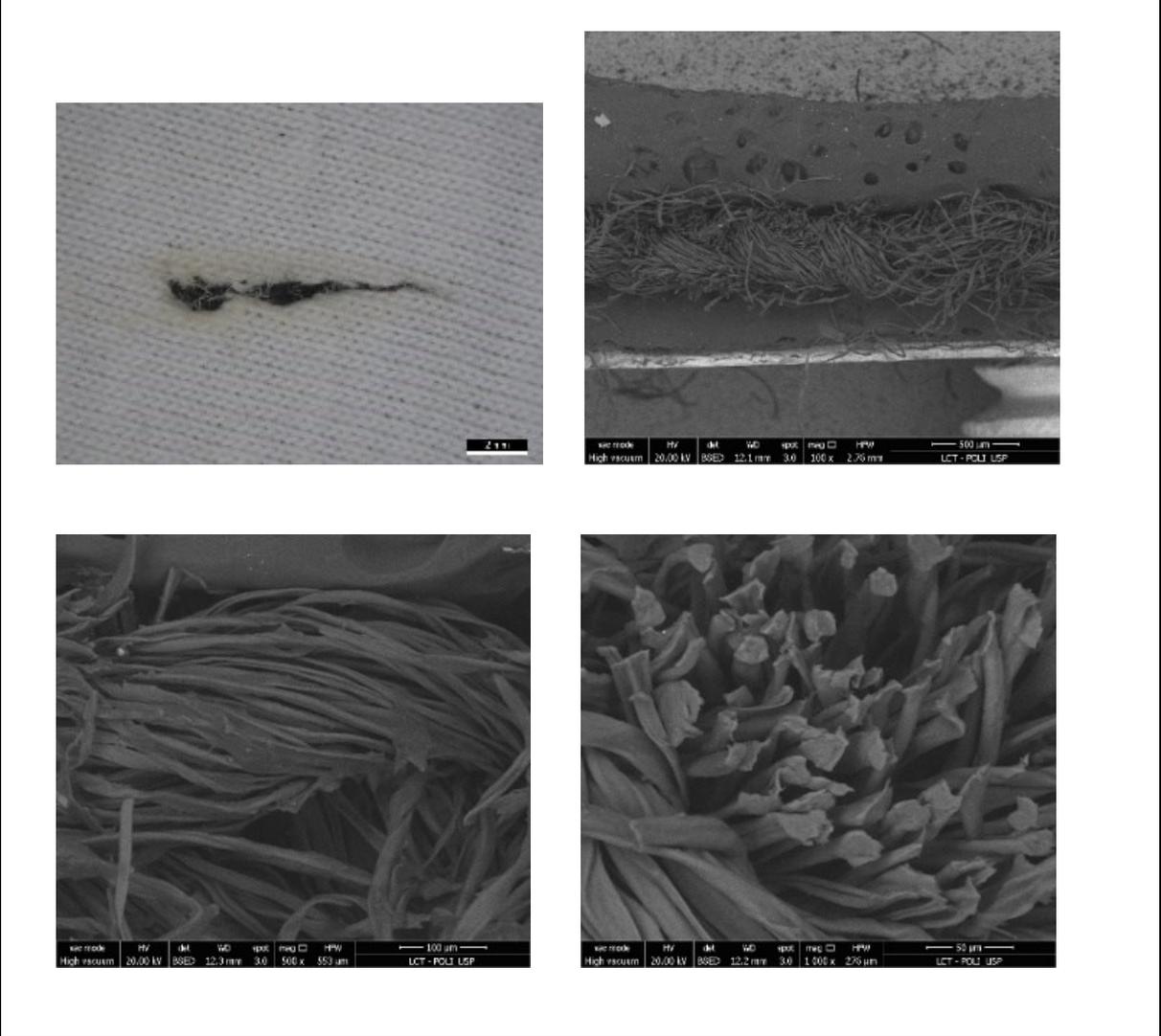


Dano (B3)





Dano (B4)



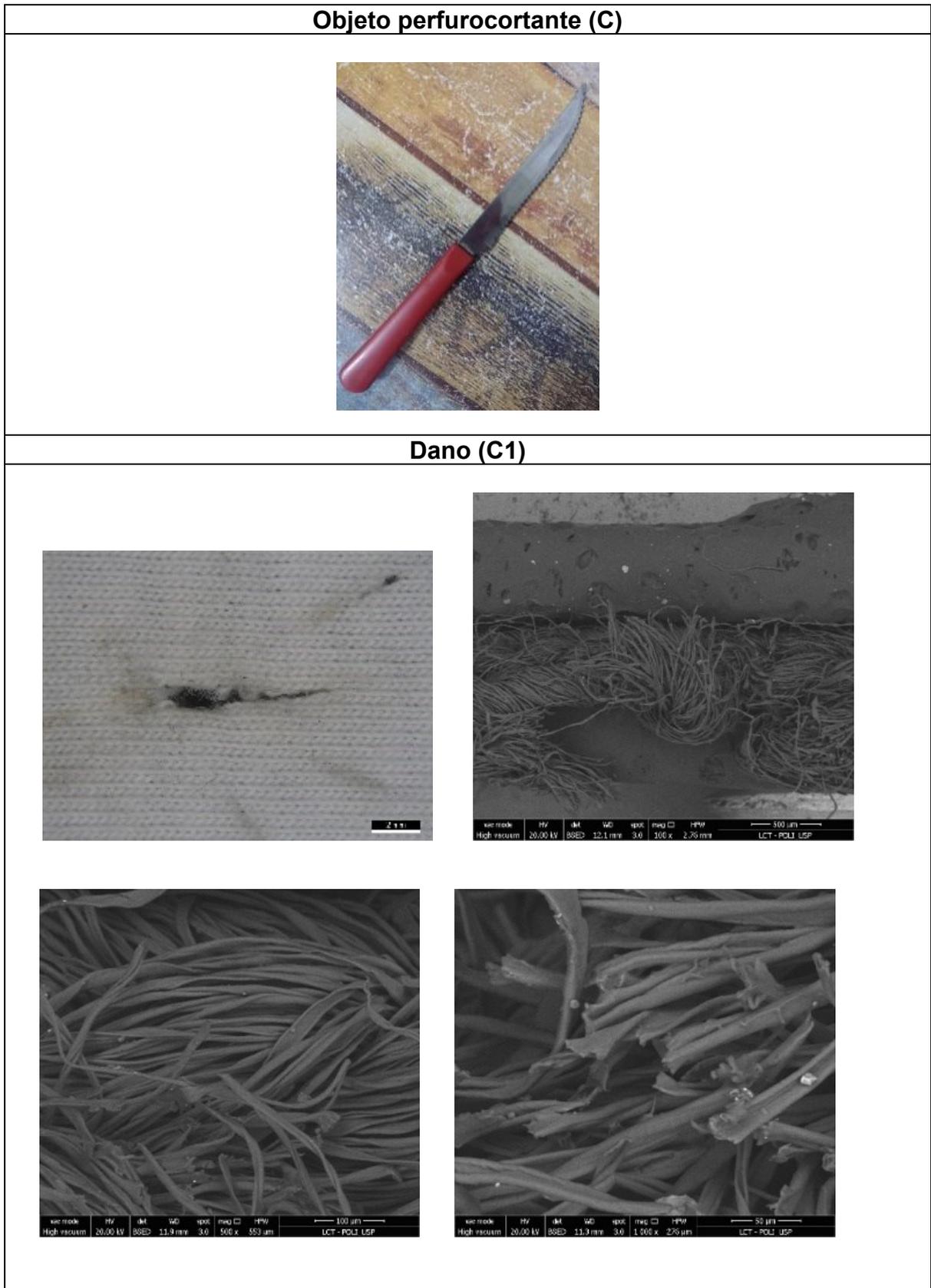
Fonte: Autoria própria (2021)

As fibras apresentam, em sua maioria, cortes lisos em suas extremidades, característica das lâminas utilizadas para desferir os golpes: lisas, afiadas e sem serrilha. Tal diferença é evidenciada ainda mais quando comparadas com as amostras C e D a seguir.

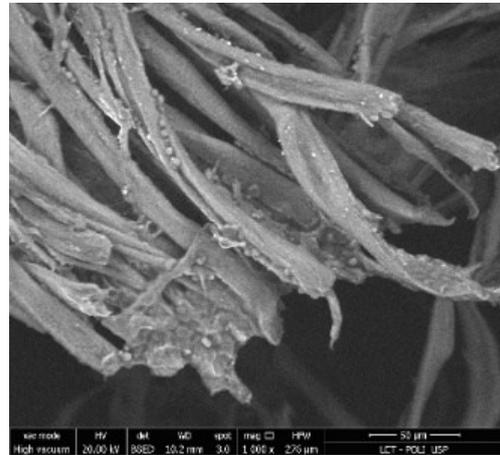
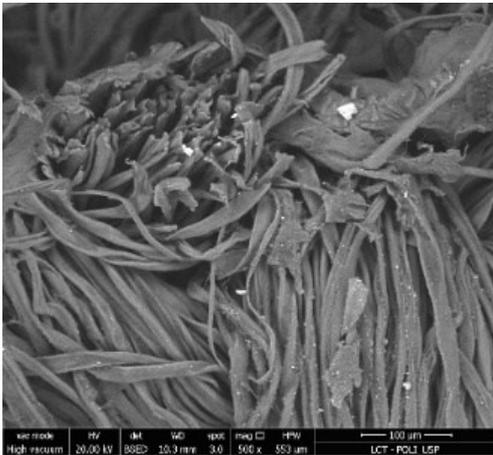
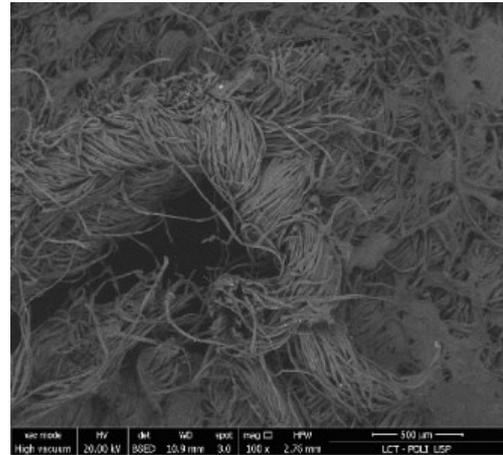
Em uma análise em nível de fios, as amostras C e D apresentam, nos casos onde a amostra foi perfurada, extrema distorção nas extremidades dos cortes, devido às serrilhas da lâmina puxando as fibras e os fios para dentro do corte. Em um nível de fibra, as amostras apresentam rasgos e distorções em suas extremidades, corroborando assim a importância da análise das lâminas no contexto forense.

Nos casos onde a amostra não foi perfurada, as amostras apresentam danos superficiais e algumas fibras rompidas. Tal análise seria, à primeira instância, impossível em uma análise forense, visto que os artigos têxteis em seu uso geral já apresentam gastos esperados do dia a dia, o que dificultaria o isolamento de um dano superficial causado por um ato hostil.

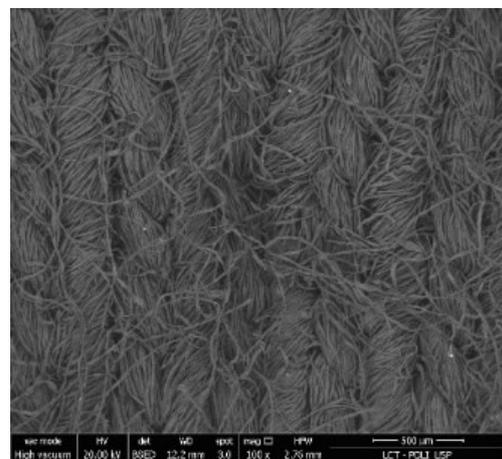
Quadro 3 - Resultados microscópicos das amostras C e D

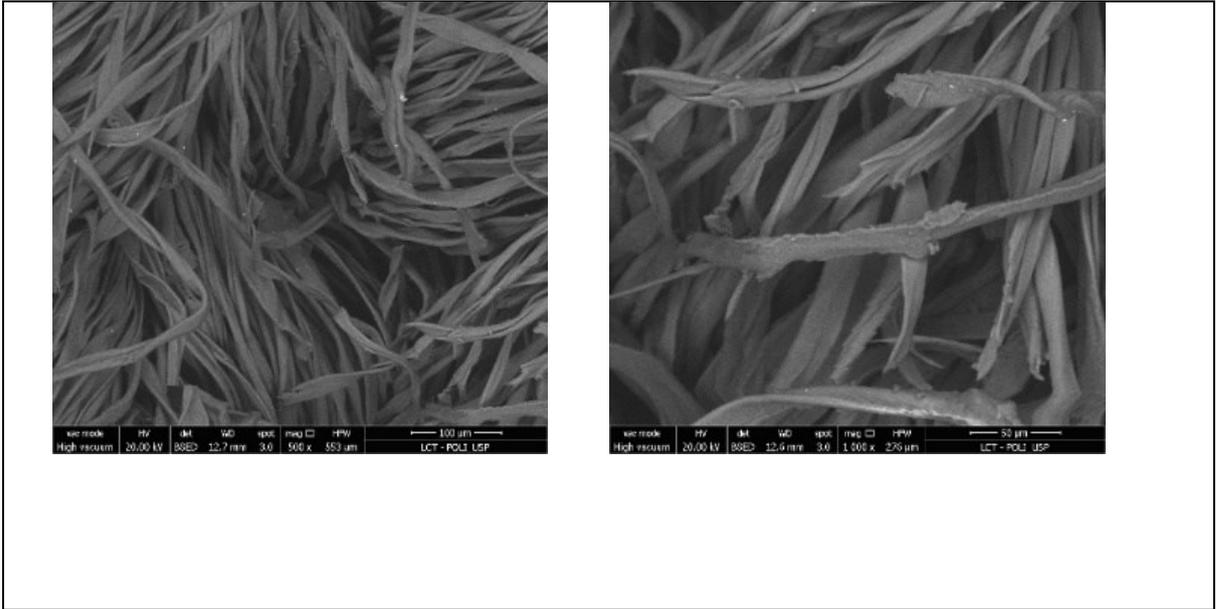


Dano (C3)



Dano (C4)

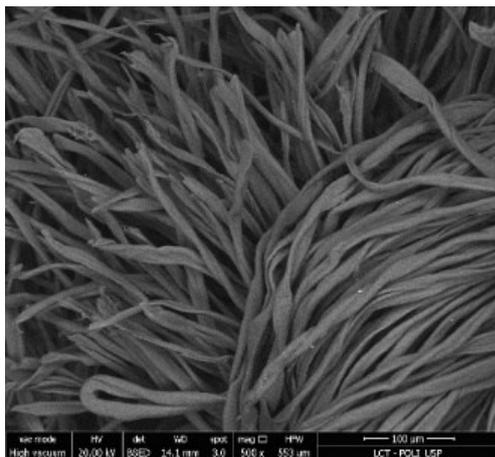
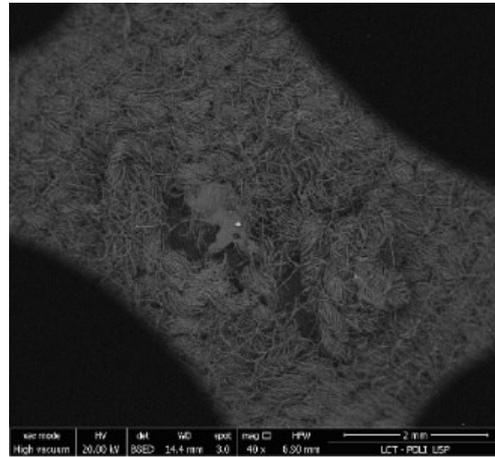
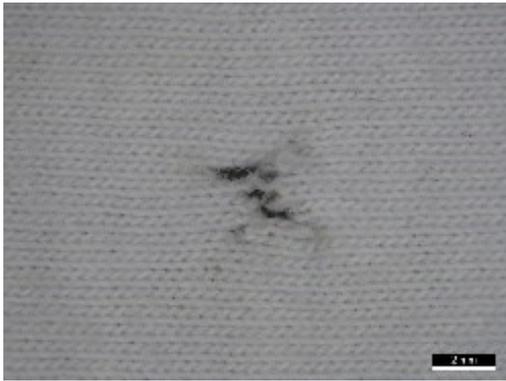




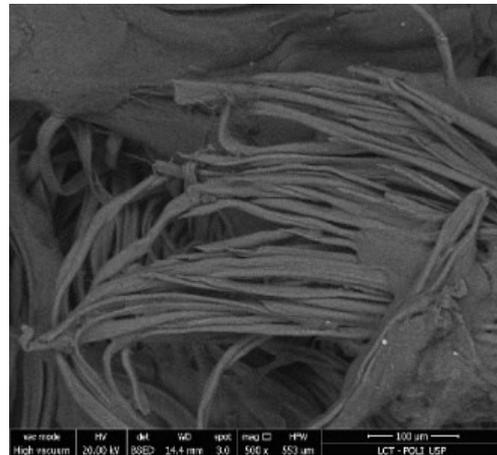
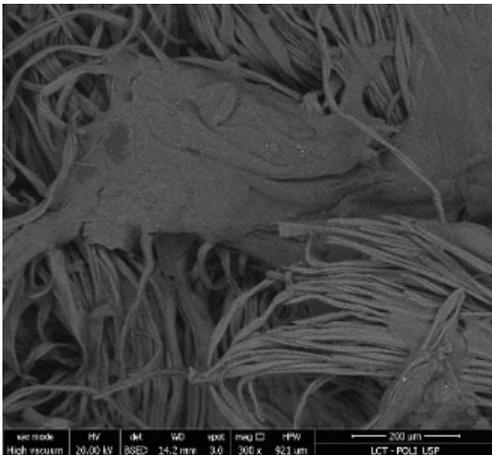
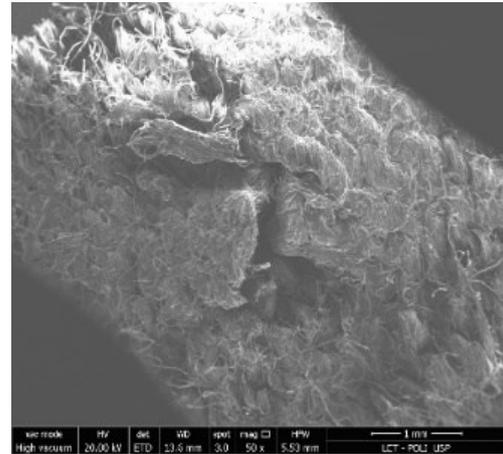
Objeto perfurocortante (D)



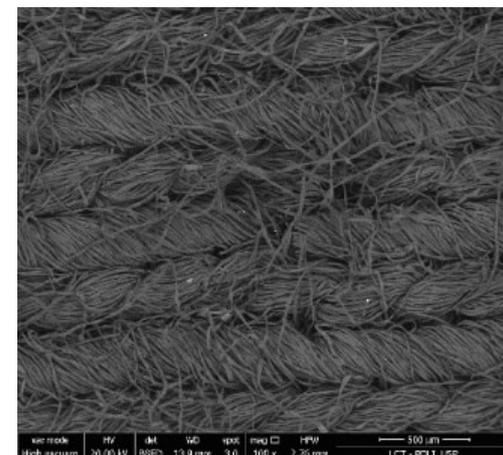
Dano (D1)

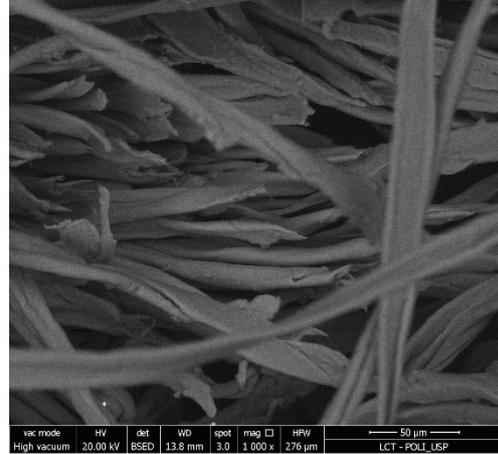
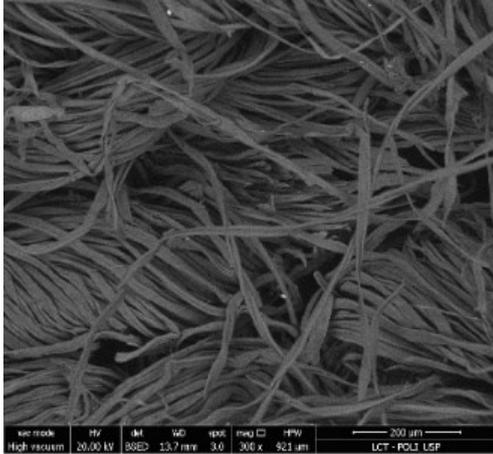


Dano (D2)

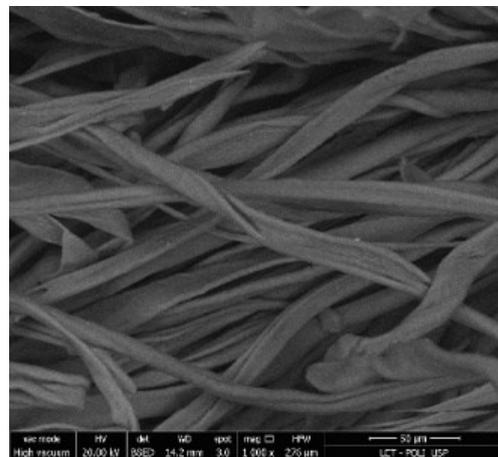
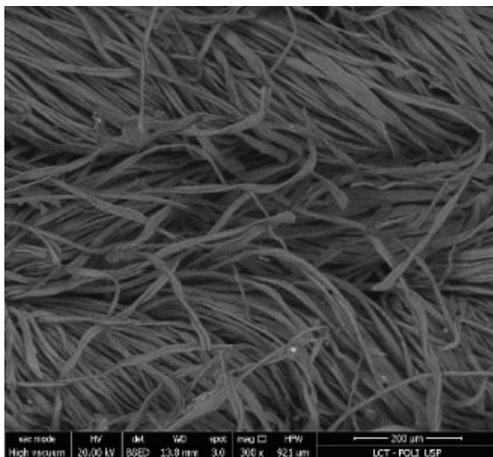
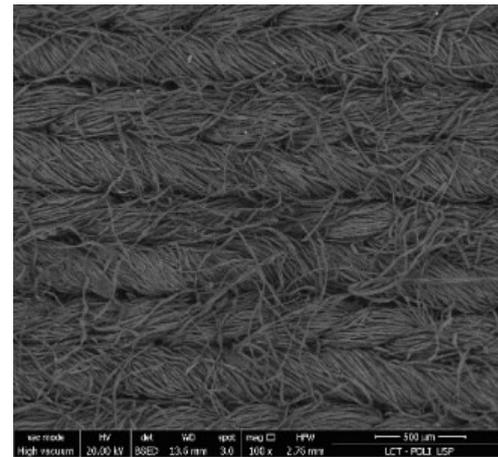


Dano (D3)





Dano (D4)



Fonte: Autoria própria (2021)

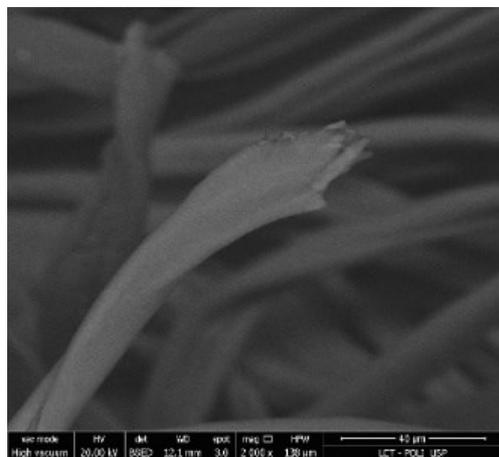
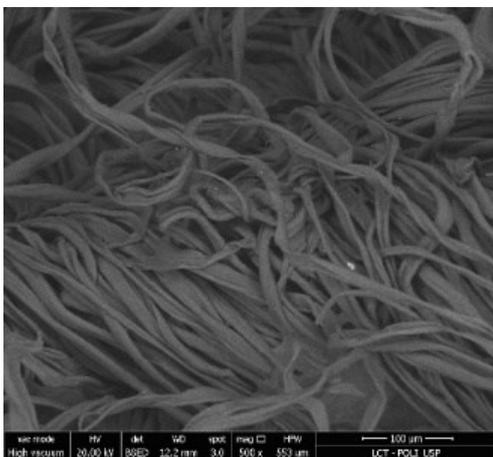
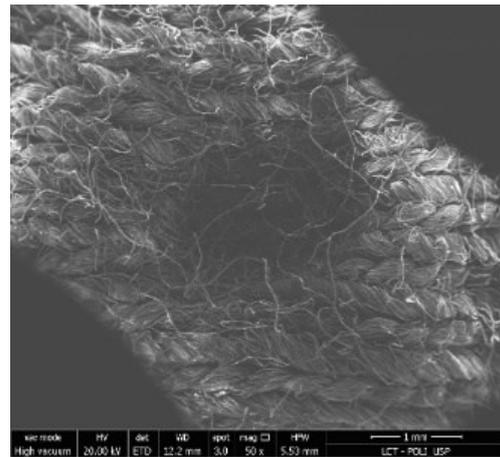
As amostras E e F, em sua grande maioria, não apresentaram penetração suficiente em para ser analisada microscopicamente. A análise é, assim, realizada em torno da sua distorção em um nível macroscópico, através da observação da malha e a forma que ela se distorceu em volta do objeto. Isso leva a crer que os 50kg/f gerados pela máquina não são suficientes para causar penetração com um objeto com tal espessura na ponta. O fato das amostras terem sido penetradas quando sujeitas a golpes realizados com uma pessoa de grande porte demonstra a importância do torque e da distância de curso em um ataque com objetos perfurocortantes.

Quadro 4 - Resultados microscópicos das amostras E e F

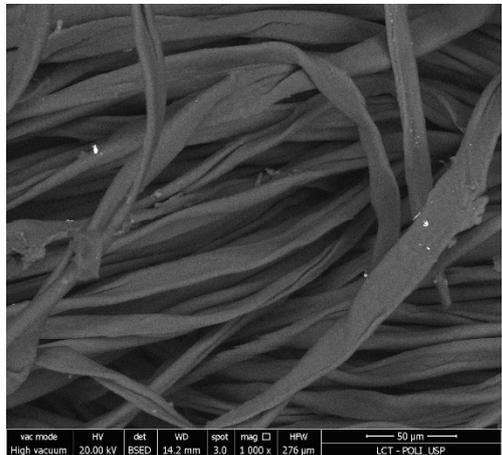
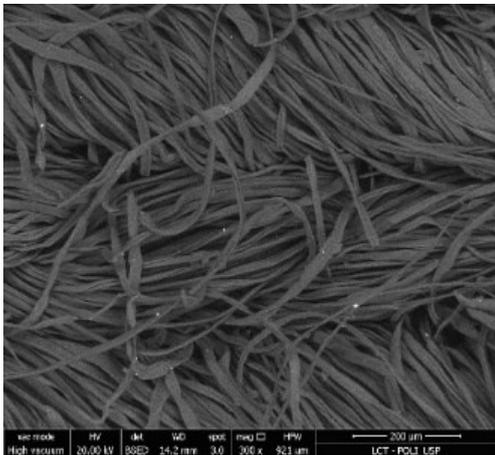
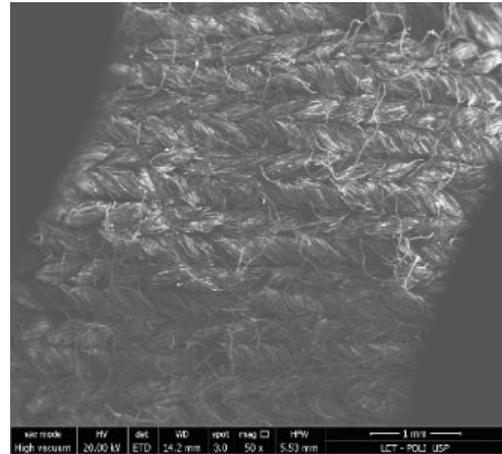
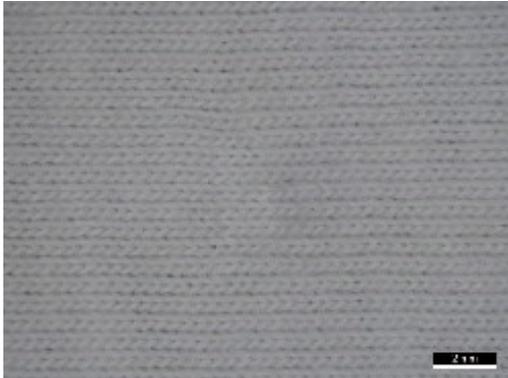
Objeto perfurocortante (E)



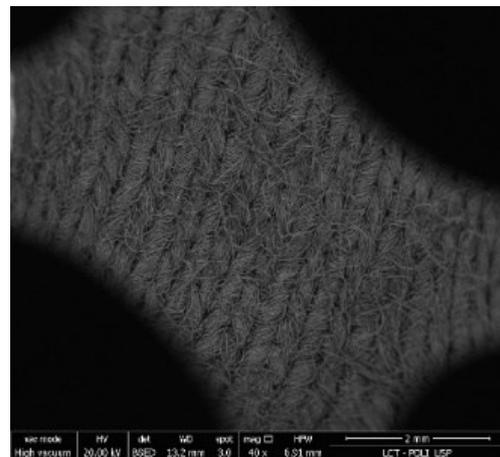
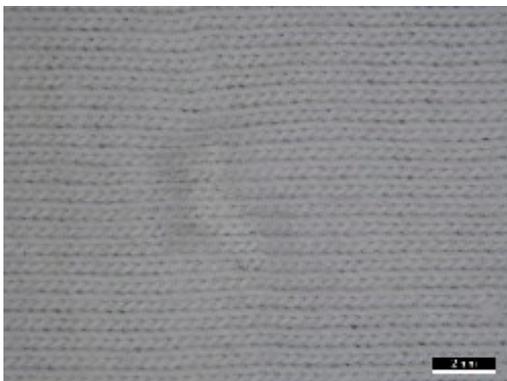
Dano (E1)

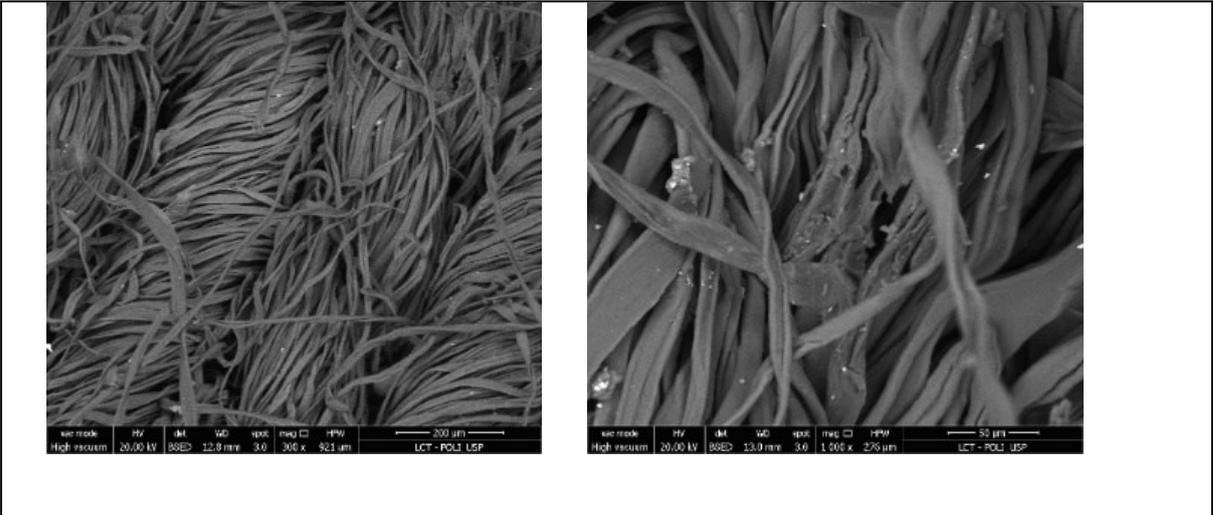


Dano (E2)

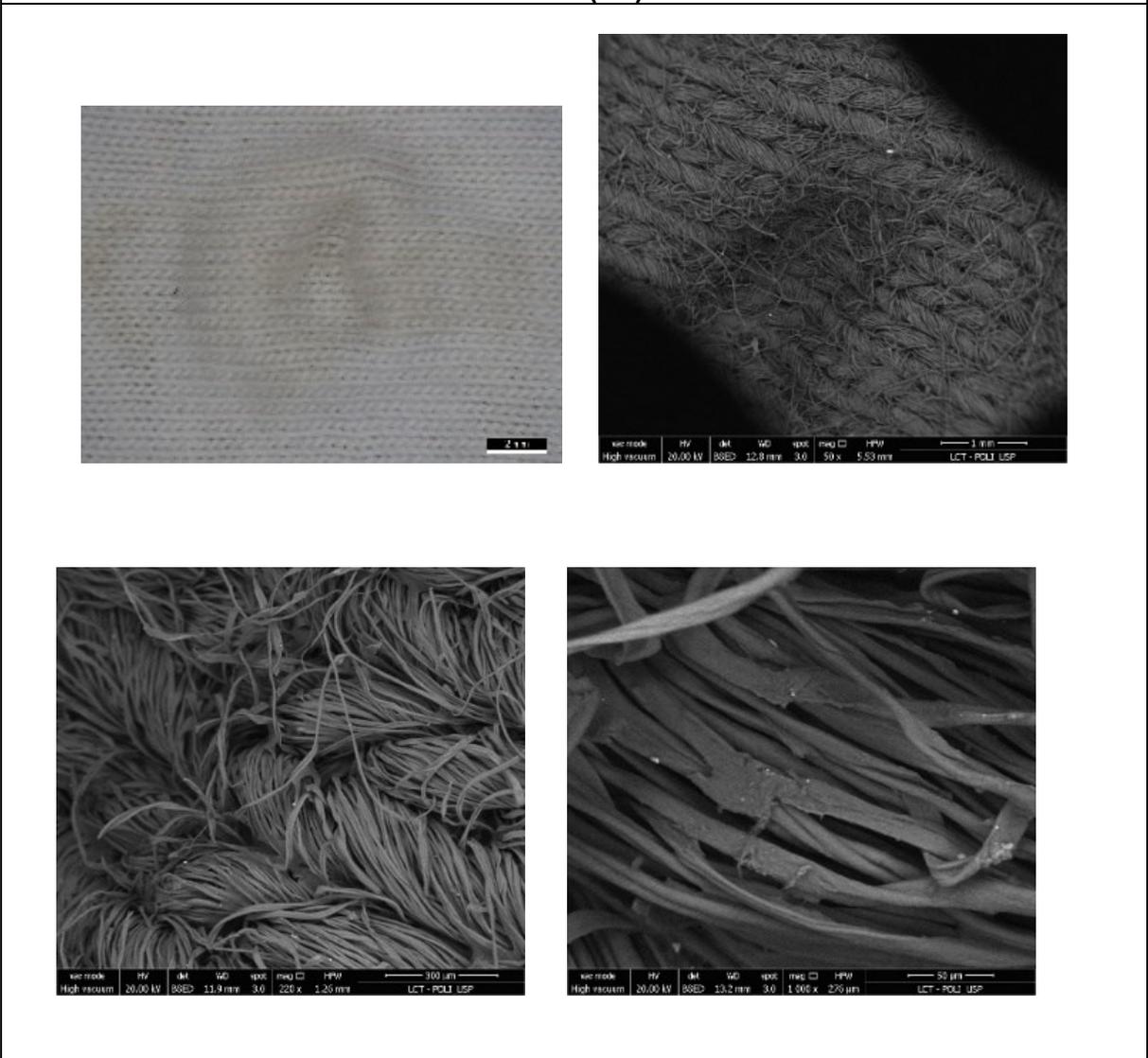


Dano (E3)





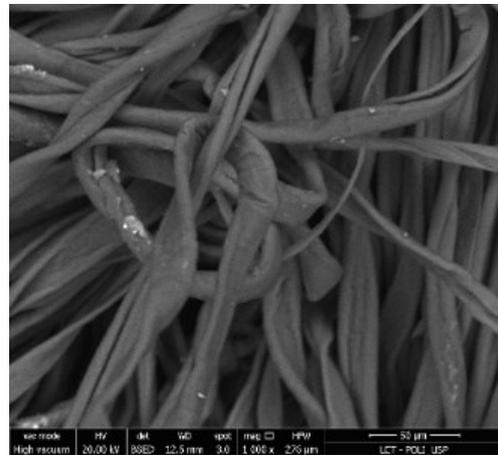
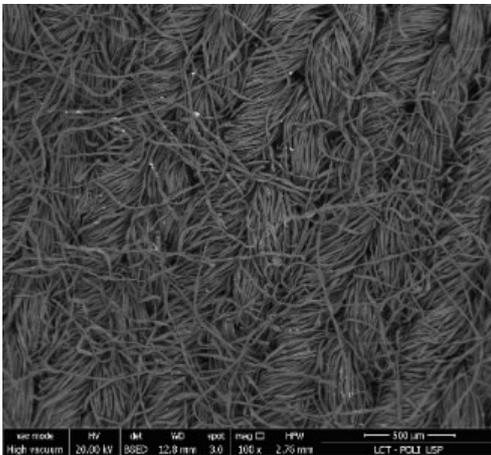
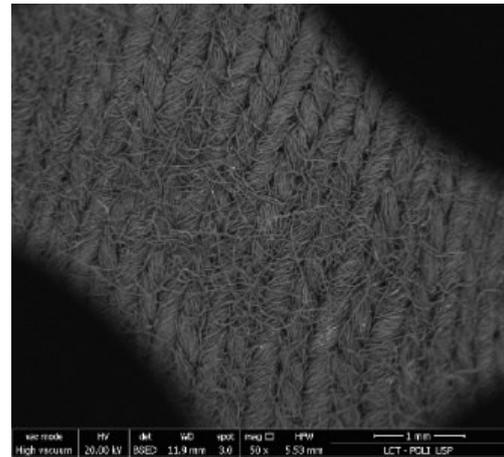
Dano (E4)



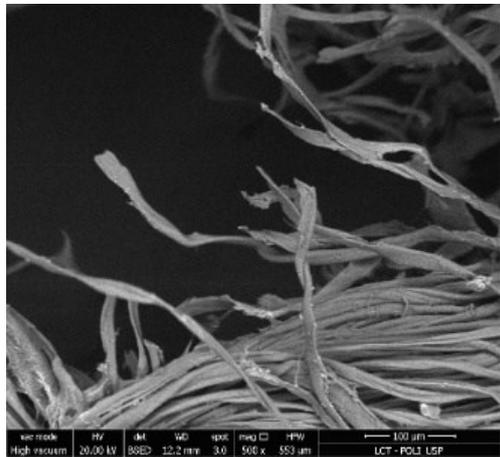
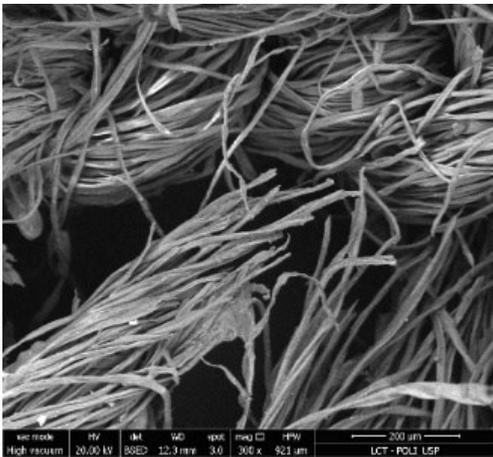
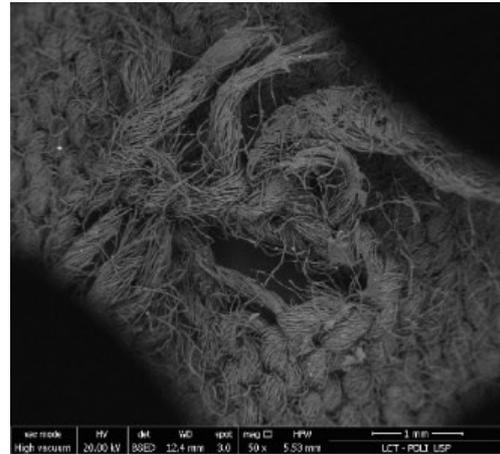
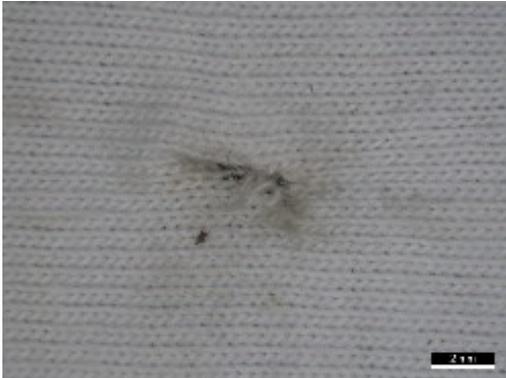
Objeto perfurocortante (F)



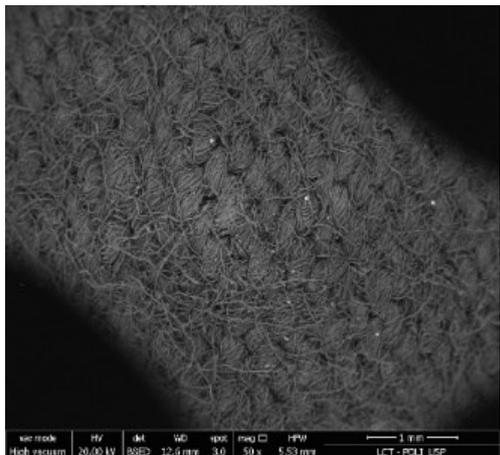
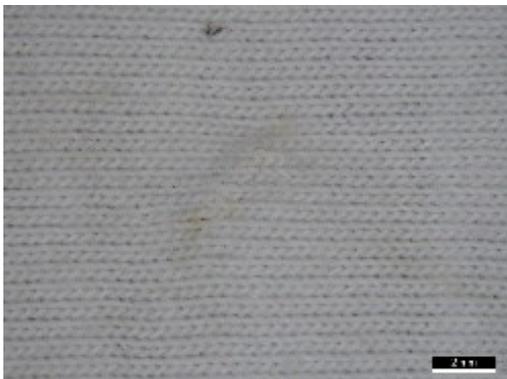
Dano (F2)

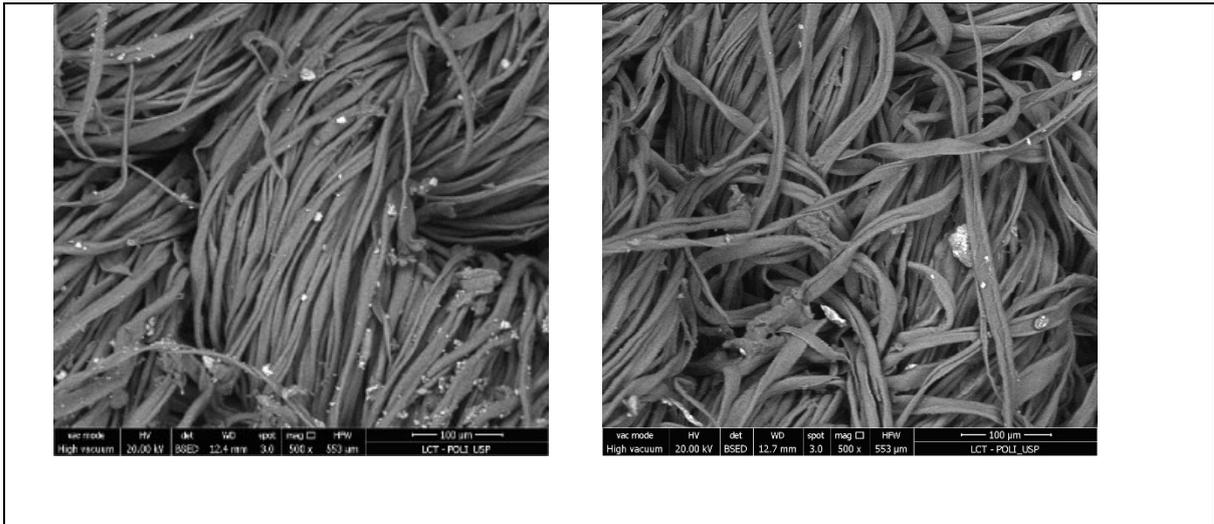


Dano (F3)



Dano (F4)





Fonte: Autoria própria (2021)

As amostras E e F que foram, por sua vez, perfuradas, apresentaram na extremidade das fibras os rasgos semelhantes aos verificados nas amostras C e D.

5 CONCLUSÃO

Amostras têxteis de malha de algodão foram golpeadas por pessoas de características físicas distintas e por um equipamento desenvolvido com o intuito de gerar amostras de tecidos golpeados com precisão e controle sobre as variáveis, para entender os mecanismos físicos dos golpes aos artigos têxteis e suas consequências. Tais amostras foram analisadas entre si, destacando a relação entre as características dos objetos perfurocortantes e os danos causados nos têxteis. Nota-se a correlação entre o tipo de lâmina e o dano microscópico nas extremidades das fibras, firmando a hipótese levantada como tema principal do trabalho, a diferenciação do dano microscópico quando o objeto causador possui características diferentes. Os objetos deixam marcas significativas e características identificáveis. Embora a pesquisa tenha sido realizada em um nível introdutório, espera-se ter a base para uma visão mais aprofundada sobre os danos causados aos tecidos pelos objetos perfurocortantes e ser uma referência para a análise de amostras no contexto da ciência têxtil forense, criando ramificações que podem ser expandidas em trabalhos e pesquisas acadêmicas.

REFERÊNCIAS

ABRAHART, E. N. Textile - knitting. **Britannica**. 1999. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/knitting>. Acesso em: 16 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 10591**: materiais têxteis – determinação da gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro, 2015.

ADANUR, S. **Handbook of weaving**. 1. ed. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2020.

ALBRECHT, W.; FUCHS, H.; KITTELMANN, W. **Nonwoven fabrics**: raw materials, manufacture, applications, characteristics, testing processes. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.

BENSON, N. *et al.* **The development of a stabbing machine for forensic textile damage analysis**. Forensic Science International, Elsevier. 2017.

CARR, D. **Forensic textile science**. Sawston: Woodhead Publishing, 2017.

COOK, J. G. **Handbook of textile fibres - vol 1, natural fibers**. 5. ed. Sawston: Woodhead Publishing, 2001.

COLLIER, A. M. **A handbook of textiles**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1975.

DEEDRICK, D. W. **Forensic science communications volume 2 - hairs, fibers, crime and evidence part 2: fiber evidence**. 2000. Disponível em: <https://archives.fbi.gov/archives/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/july2000/deedric3.htm>. Acesso em: 4 out. 2020.

FUJITA, A. K. L., *et al.* **Correlation between porcine and human skin models by optical methods**. Human Skin Cancers - Pathways, Mechanisms, Targets and Treatments. IntechOpen. 2018.

GIRARD, J. E. **Criminalistics**: forensic science, crime and terrorism. 4 ed. Washington DC: American University Department of Chemistry; Jones and Bartlett Learning, 2018.

GLOD, M. Slain girls' cases closed. **The Washington Post**, 2002. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/archive/local/2002/08/14/slain-girls-cases-closed/d3a1d1ac-76dc-447d-ba08-5c4c5f269172/>. Acesso em: 4 out. 2020.

HARLE, J. W. S.; LOMAS, B.; COOKE, W. D. **Atlas of fibre fracture and damage to textiles**. 2. ed. Boca Raton: Woodhead Publishing; CRC Press LLC, 1998.

HARRIS, A. H.; LEE, H. C. **Introduction to forensic science and criminalistics**. 2. ed. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2019.

HORROCKS, A. R., ANAND, S. C. **Handbook of technical textiles**. Duxford: Woodhead Publishing; CRC Press, 2000.

HORROCKS, A. R.; ANAND, S. C. **Handbook of technical textiles**: technical textile applications – vol 2. 2 ed. Duxford: Woodhead Publishing, 2016.

HOUCK, M. M. **Identification of textile fibers**. Duxford: Woodhead Publishing; CRC Press, 2009.

HOUCK, M. M.; SIEGEL, J. A. **Fundamentals of forensic science**. 2. ed. Elsevier, 2010.

JOHNSON, N. **Physical damage to textiles**. Asia Pacific Police Technology Conference, Department of Textile Technology, University of New South Wales. Inglaterra, 1991.

KATZ, E.; HALÁMEK, J. **Forensic science**: a multidisciplinary approach. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2016.

KOZLOWSKI, R. M. **Handbook of natural fibres – vol. 1**: types, properties and factors affecting breeding and cultivation. Duxford: Woodhead Publishing, 2012.

LORD, P.; LORD, P. R. **Handbook of yarn production**: technology, science and economics. Duxford: Woodhead Publishing; CRC Press, 2003.

MORGAN, R. M. **Forensic science**: the importance of identity in theory and practice. Forensic Science International: Synergy, vol. 1. 2019.

MORLING, T. R. **Royal comission of inquiry into chamberlain convictions**. Parliamentary Paper nº 192/1987, The Parliament of the Commonwealth of Australia, 1987.

NETO, P. P. A. **Fibras têxteis - vol 1**. Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1996.

RAWTANI, D.; HUSSAIN C. M. **Technology in forensic science**: sampling, analysis, data and regulations. Weinheim: Wiley VCH GmbH. & Co., 2020.

ROBERSON, J.; ROUX, C.; WIGGINS, K. G. **Forensic examination of fibres**. 3. ed. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2018.

SEBASTIANY, A. P. *et al.* **A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos**. Educación Química. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. 2012.

SLOAN, K.; FERGUSON, M.; ROBERTSON, J. **Australian forensic damage examinations**: finding a way forward since PCAST. Scijus, 2018.

STAINES, M.; ROBINSON, W. H.; HOOD, J. A. A. Spherical indentation of tooth enamel. **Journal of Material Science**, 1981.

SWINDLE, M. M. *et al.* Swine as models in biomedical research and toxicology testing. **Veterinary Pathology**, vol. 49, 2012.

TINY fibers helped fbi nab serial killer. **ABC News**. 21 maio 2003. Disponível em: <https://abcnews.go.com/GMA/story?id=125152>. Acesso em: 4 out. 2020.