



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal
FACULDADE DE ENGENHARIAS

Aplicação do design funcional para o desenvolvimento de malhas de lã com atividade fotocatalíticas

Sophia Cueto de Rezende

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Design de Moda
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Nuno José Ramos Belino
Co-Orientadora: Prof. Doutora María Angeles Bonet Aracil

Covilhã, Outubro de 2017

Agradecimentos

Para que eu tenha chegado até o momento presente, existe uma lista de pessoas quais eu devo agradecer de antemão por todo o apoio e suporte, seja no nível educacional, emocional ou também que fizeram parte da minha construção de caráter e, principalmente, como a pessoa que eu sou hoje.

Primeiramente, tenho que expor os meus agradecimentos a todos os professores do Departamento de Ciências e Tecnologias Têxteis da Universidade da Beira Interior por todos os ensinamentos que me foram fornecidos ao longo destes dois anos em que estive parte, mas, principalmente, ao meu orientador, o Professor Doutor Nuno José Ramos Belino, que desde o primeiro dia se mostrou disponível e constantemente motivador no meu interesse em desenvolver têxteis funcionais ao longo desta graduação.

Agradeço ainda para as Professoras Doutoradas María Angeles Bonet Aracil e Eva Bou Belda, da Universidade Politécnica de Valência, que me receberam com muito carinho dentro das instalações do campus de Alcoy e durante os três meses em que estive na cidade, me orientaram durante todos os momentos de dúvida e dificuldade, mostrando-me diferentes tipos de tecnologia com as quais eu não tive contato anteriormente, além de me apresentarem um pouco dos elementos culturais da cidade.

Por último, mas nunca menos importante, o maior agradecimento de todos necessita de ir para aquelas pessoas que estiveram ao meu lado desde o primeiro dia da minha existência, que me educaram e ajudaram intensamente na minha formação na pessoa na qual eu me tornei; aos meus pais, Sérgio e Irene de Rezende, o meu muito obrigada! Vocês são pais incríveis, e o apoio de vocês foi muito importante, principalmente no momento da minha decisão de deixar o meu lar e voar para um outro continente, a quase 8.000 quilômetros de distância, para poder correr atrás do meu sonho e daquilo que acredito como profissional.

Resumo

Ao vivermos em uma sociedade pós-moderna e cada vez mais globalizada, existe na indústria da moda uma sensação de urgência em produzir se novos produtos para que eles possam soar com novidade a todo o tempo. Mas, ao mesmo tempo, se deve levar em consideração a necessidade de se criar e se viver de uma forma mais sustentável, o que faz com que o ramo tenha de recorrer também a outros recursos e tecnologias, como a nanotecnologia, a fim de melhor abordar a combinação do fator novidade sem o excesso de degradação dos recursos materiais disponíveis.

A nanotecnologia é capaz de se aliar à indústria da moda é no desenvolvimento de tecidos ou malhas funcionais, como por exemplo, na aplicação de soluções que dão propriedades fotocatalíticas para os materiais.

O objetivo deste trabalho é o estudo, desenvolvimento e criação de uma peça de vestuário, feita com malha de lã, com propriedades fotocatalíticas e, a partir de testes laboratoriais, fazer análises da eficácia do dióxido de titânio como a nanopartícula utilizada para dar esta propriedade e avaliar a sua viabilidade para o comércio e consumo da população.

Palavras-chave:

Design de moda, design funcional, nanotecnologia, malhas, fibras de lã, desenvolvimento de vestuário.

Abstract

As we live in a postmodern and increasingly globalized society, there is a sense of urgency in the fashion industry to produce new products so they can sound new all the time. At the same time, however, the need to create and live in a more sustainable way must be taken into account, which means that the industry must also make use of other resources and technologies, such as nanotechnology, in order to better approach the combination of the novelty factor without the excessive degradation of available material resources.

Nanotechnology is able to ally itself with the fashion industry in the development of functional fabrics or knits, as for example in the application of solutions that give photocatalytic properties to the materials.

The objective of this work is the study, development and creation of a wool garment with photocatalytic properties and, from laboratory tests, to make analyzes of the efficacy of titanium dioxide as the nanoparticle used to give this property and assess their viability for trade and consumption of the population.

Keywords:

Fashion design, functional design, nanotechnology, knitting, wool fibers, clothing development.

Índice geral

Agradecimentos	III
Resumo	V
Abstract	VII
Índice geral.....	VIII
Índice de figuras	XII
Índice de tabelas	XV
Índice de Gráficos.....	XVIII
Capítulo 1.....	1
1. Introdução	1
1.1. Questão De Partida	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo Principal	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Motivação.....	3
1.4. Metodologia	3
1.5. Estrutura Da Dissertação	6
Capítulo 2.....	7
2. Estado Da Arte e Fundamentação Teórica	7
2.1. A sustentabilidade na moda.....	7
2.1.1. O Ciclo de Vida de um Produto	8
2.1.2. Modelo de Economia Circular	9
2.2. Nanotecnologia.....	11
2.3. Aplicações Na Indústria Do Vestuário.....	14
2.4. Nanotecnologia Como Tendência No Mercado De Moda.....	16
2.5. Fundamentação Teórica.....	16
2.6. Tecidos Com Acabamento Self-Cleaning	17
2.7. Aplicação em fibras de lã	23
Capítulo 3.....	24
3. Desenvolvimento experimental	24
3.1. Preparação da Matéria-Prima	24

3.1.1.	Fio e Composição	24
3.1.2.	Estrutura de Malha Utilizada.....	24
3.1.3.	Aplicação a Solução de Nanoacabamento	26
3.2.	Testes Realizados	27
3.2.1.	Teste de Solidez a Lavagem.....	27
3.2.2.	Teste de Auto-Limpeza.....	28
3.3.	Desenvolvimento da peça de vestuário.....	34
Capítulo 4.....	36
4.	Análise e Interpretação de Resultados	36
4.1.	Teste de Solidez de Lavagem	36
4.1.1.	Amostra de malha tratada com reticulante – sem lavagem	36
4.1.2.	Amostra de malha tratada com reticulante – 1 lavagem	37
4.1.3.	Amostra de malha tratada com reticulante – 5 lavagens	38
4.1.4.	Amostra de malha tratada com reticulante – 10 lavagens	39
4.1.5.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio – sem lavagem.....	40
4.1.6.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio – 1 lavagem	41
4.1.7.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio – 5 lavagens.....	42
4.1.8.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio – 10 lavagens.....	43
4.1.9.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante – sem lavagem	44
4.1.10.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e resina – 1 lavagem.....	45
4.1.11.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante – 5 lavagens	46
4.1.12.	Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante – 10 lavagens	47
4.1.13.	Conclusões	48
4.2.	Teste de self-cleaning.....	48
4.2.1.	Amostras sem tratamento	48
4.2.2.	Amostras tratadas com reticulante.....	54
4.2.3.	Amostras tratadas com dióxido de titânio	59
4.2.4.	Amostras tratadas com dióxido de titânio e reticulante	64
4.2.5.	Análise geral	69
4.3.	Peça de vestuário desenvolvida	71
Capítulo 5.....	73
5.	Conclusões.....	73
Capítulo 6.....	73
6.	Perspectivas Futuras	74

Referências Bibliográficas.....	75
Webgrafia	78
ANEXOS.....	80
Anexo 1.....	81
Anexo 2.....	94
Anexo 3.....	95
Anexo 4.....	99
Anexo 5.....	100

Índice de figuras

Figura 1: Modelo de economia linear.	7
Figura 2: Integração dos três sistemas para uma economia sustentável.	8
Figura 3: Ciclo de vida de uma peça de roupa	9
Figura 4: Modelo gráfico da política dos 5Rs	10
Figura 5: Aplicação da nanotecnologia.	12
Figura 6: Processos de síntese de de materiais em nanofase "Top-Down" e "Bottom-Up"	13
Figura 7: Twitter Dress, produzido pela CuteCircuit	15
Figura 8: Vestidos da designer Ying Gao	16
Figura 9: Mancha de vinho em uma peça de vestuário.....	18
Figura 10: Imagem ampliada de um tecido hidrofóbico.	19
Figura 11: Representação gráfica do conceito do efeito lótus.....	19
Figura 12: Representação da tecnologia de self-cleaning em vidros.	20
Figura 13: Demonstração do efeito auto-limpante em camiseta com acabamento auto-limpante..	21
Figura 14: Mancha de café em uma camisa não tratada com nanopartículas de TiO ₂	22
Figura 15: Camisa com efeito auto-limpante.....	22
Figura 16: Fotografia da máquina utilizada para a produção da amostra.....	25
Figura 17: Foulard utilizada na aplicação das soluções nas amostras.	26
Figura 18: Vista do modelo de Linitest utilizado no teste de solidez a lavagem.....	28
Figura 19: Diagrama de tonalidade e saturação usado para medir o L*a*b*	29
Figura 20: Amostras preparadas e submetidas à irradiação solar.	30
Figura 21: Tabela de medidas feminina do tamanho 36 a 46 brasileiro.....	34
Figura 22: Ficha técnica da camisola a ser desenvolvida.....	35
Figura 23: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, sem lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x).....	36
Figura 24: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, com uma lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x).....	37
Figura 25: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, com cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	38
Figura 26: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, com cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	39
Figura 27: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, sem lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	40
Figura 28: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, após uma lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x).....	41

Figura 29: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, após cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	42
Figura 30: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, após dez lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	43
Figura 31: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, sem lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	44
Figura 32: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, após uma lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	45
Figura 33: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, após cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	46
Figura 34: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, após dez lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)	47
Figura 35: Comparação de amostras com tratamento de dióxido de titânio, com e sem resina, manchadas com molho de tomate no dia da aplicação e cinco dias depois.	69
Figura 36: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e manchada com vinho nos dias 0, 5 e 9 de testes.	70
Figura 37: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e manchada com molho de tomate nos dias 0, 5 e 9 de testes.	70
Figura 38: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e manchada com cúrcuma nos dias 0, 5 e 9 de testes.	71

Índice de tabelas

Tabela 1: Dados da amostra de malha produzida.....	25
Tabela 2: Soluções preparadas para os banhos para aplicação de solução.	26
Tabela 3: Taxa de empregação das amostras realizadas em laboratório.....	27
Tabela 4: Solução de banho preparada para o teste de lavagem.	27
Tabela 5: Amostras e proporções utilizadas dos corantes naturais.	29
Tabela 6: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados, antes da exposição solar. .	31
Tabela 7: Amostra dos tecidos tratados apenas com reticulante que foram manchados, antes da exposição solar.	31
Tabela 8: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados, antes da exposição solar.	32
Tabela 9: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio com resina que foram manchados, antes da exposição solar.....	33
Tabela 10: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.	49
Tabela 11: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.....	50
Tabela 12: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.	51
Tabela 13: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.	52
Tabela 14: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.....	53
Tabela 15: Amostra dos tecidos tratados com resina que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.	54
Tabela 16: Amostra dos tecidos tratados com resina que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.	55
Tabela 17: Amostra dos tecidos tratados com resina que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.....	56
Tabela 18: Amostra dos tecidos tratados com resina que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.	57
Tabela 19: Amostra dos tecidos tratados com resina que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.	58
Tabela 20: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.	59

Tabela 21: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.	60
Tabela 22: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.	61
Tabela 23: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.	62
Tabela 24: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.	63
Tabela 25: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e resina que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.	64
Tabela 26: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e resina que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.	65
Tabela 27: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e resina que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.	66
Tabela 28: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e resina que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.	67
Tabela 29: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e resina que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.	68

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra sem tratamento manchada com cúrcuma.	49
Gráfico 2: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra sem tratamento manchada com café.....	50
Gráfico 3: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra sem tratamento manchada com chá vermelho.	51
Gráfico 4: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra sem tratamento manchada com vinho tinto.....	52
Gráfico 5: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra sem tratamento manchada com molho de tomate.	53
Gráfico 6: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com reticulante, manchada com cúrcuma.....	54
Gráfico 7: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com reticulante, manchada com café.....	55
Gráfico 8: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com reticulante, manchada com chá vermelho.	56
Gráfico 9: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com reticulante, manchada com vinho tinto..	57
Gráfico 10: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com reticulante, manchada com molho de tomate.....	58
Gráfico 11: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com cúrcuma.	59
Gráfico 12: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com café. 60	
Gráfico 13: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com chá vermelho.	61
Gráfico 14: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com vinho tinto.....	62
Gráfico 15: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com molho de tomate.	63
Gráfico 16: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com cúrcuma.	64
Gráfico 17: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com café.	65
Gráfico 18: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com chá vermelho.	66
Gráfico 19: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com vinho tinto.	67
Gráfico 20: Progressão do $L^*a^*b^*$ na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com molho de tomate.....	68

Capítulo 1

1. Introdução

Ao vivermos em uma sociedade pós-moderna e cada vez mais globalizada, Jameson (1997, p. 30) diz que a produção estética, na qual a moda se situa, acabou por se integrar com a produção de mercadorias de forma geral, ou seja, existe uma sensação de urgência predente em produzir novos produtos para que eles possam soar com novidade a todo o tempo, mas que ao mesmo tempo eles tenham um atrativo estético para o público.

Segundo Avelar (2011, p. 97), a moda, para sobreviver, busca novas referências históricas e culturais que são filtradas pelos seus criadores a fim de apresentar um novo conceito constantemente, em outras palavras: a moda é difusão e ao mesmo tempo, novidade.

Nesta constante necessidade de se criar novidades, a moda tem sido diretamente afetada pelo o que o World Economic Forum¹ está chamando de Quarta Revolução Industrial: surgimento de novas inovações físicas, digitais e biológicas, a impressão 3D e o estudo da implementação de inteligência artificial nos biomateriais são algumas dos exemplos das capacidades tecnológicas que as indústrias estão a se beneficiar na atualidade. Atualmente, a moda é a indústria que melhor pode beneficiar deste meio, principalmente no nível da ciência dos materiais, já que isto ampliará uma grande gama de possibilidades funcionais e estéticas para o vestuário.

Além disso, deve-se levar em consideração um grande tópico de discussão: a necessidade de se criar e se viver de forma mais sustentável possível, o que acaba por influir diretamente na forma das indústrias de abordarem as questões ambientais.

A indústria da moda, em toda a sua cadeia, tem processos que são considerados como não sustentáveis, desde a produção das fibras até o produto final ir para as lojas. Muito se fala atualmente de questões sociais que envolvem a indústria em filmes como *The True Cost*² e em eventos que acontecem ao redor do globo como o *Fashion Revolution Day*³, além de matérias na mídia

¹ Teoria apresentada por Klaus Schwab, fundador e presidente executivo do World Economic Forum, em seu livro “Fourth Industrial Revolution” que será publicado em Janeiro de 2017. Sua problemática foi primeiramente apresentada em 2015 na conferência anual feita pela WEFForum.

² *The True Cost* é um documentário que foi lançado no ano de 2015 e dirigido pelo director Andrew Morgan, que coloca em discussão o verdadeiro impacto da indústria da moda nos dias atuais, em tópicos como qualidade de vida dos trabalhadores e questões ambientais que também são consequentes da mesma.

³ *Fashion Revolution Day* é um evento que ocorre anualmente no dia 24 de Abril e coloca em pauta as condições de trabalho das pessoas que estão diretamente envolvidas no processos de produções da indústria. O evento tem como principal inspiração a tragédia que ocorreu em nesta mesma data no ano de 2013 em Bangladesh, no qual um prédio que era uma grande confecção desabou e matou certa de 1.134 pessoas e deixou mais de 2.500 feridas.

internacional que mencionam as condições de trabalho de pessoas que trabalham nesta indústria em condições precárias, ao ponto de se sujeitarem a situações de trabalho escravo, ou até mesmo no consumo excessivo que ocorre graças a produção em massa de produtos e ao constante incentivo ao consumo que existe por parte das empresas por meio de campanhas de publicidade e com estratégias de marketing.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é a quantidade de poluentes que esta indústria gera não apenas na sua cadeia produtiva, mas também no desperdício que ocorre dentro das fábricas, como também com os consumidores finais, que descartam de qualquer jeito peças que podem ser reaproveitadas e existe ainda a questão do esgotamento de recursos como por exemplo o grande consumo de água apenas para se lavar algumas peças de vestuário.

Com isto, é necessário que os criadores sejam capazes de procurar em outros campos disciplinares inovações e tecnologias que possam ser capazes de fornecer soluções, não apenas no processo produtivo como também para o consumidor final, que sejam sustentáveis. Assim, deve-se levar ainda mais em consideração pesquisas na área tecnológica e em trabalhos colaborativos com profissionais de diferentes setores para se fazer produtos tecnologicamente mais avançadas e simultaneamente, incentiva um consumo mais consciente nas pessoas.

“Profissionais das diversas áreas precisam usar o conhecimento que possuem a fim de promover uma transformação voltada para a sustentabilidade, de forma que ações ‘pequenas’ em diversas áreas se tornem ações de solução do problema quando somadas umas as outras”. (FERNANDES, 2013)⁴

Também segundo informação recolhida do Stilo Urbano⁵, *“levar estas inovações para fora dos laboratórios e colocá-las nas mãos dos consumidores exigirá a colaboração entre cientistas, designers e produtores em torno daquilo que os consumidores querem”*, ou seja, um trabalho de criação e desenvolvimento multidisciplinar é atualmente um grande desafio para que continue a estimular o aparecimento de novos produtos e novas soluções para problemas que possam vir.

1.1. Questão De Partida

Com base na necessidade atual de indústrias produzirem e criarem produtos mais sustentáveis e inovadores para o mercado consumidor, é possível de se pensar em peças de vestuário com propriedades foto-catalíticas têm um grande potencial para o consumidor como de forma a evitar

⁴ Artigo científico apresentado pela autora Renata Batista Fernandes na nona edição do Colóquio de Moda, que ocorreu na cidade de Fortaleza, no Brasil, no ano de 2013.

⁵ STILO URBANO. Prepare-se para a quarta revolução industrial da moda. Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/prepare-se-para-a-quarta-revolucao-industrial-da-moda/>> Acesso em: 01/11/2016.

aborrecimentos ou imprevistos que podem decorrer durante o seu dia-a-dia quando se trata de manchas inesperadas.

Alguns estudos já foram feitos nessa área usando o algodão como matéria-prima, mas são poucas as pesquisas realizadas com a fibra de lã, que é uma fibra que tem uma grande presença nos tecidos e malhas produzidos em Portugal e utilizada nos países do hemisfério norte durante os dias mais frios como uma forma de aquecer o corpo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é o estudo e o desenvolvimento de peças de vestuário de malha lã com propriedades fotocatalíticas. Procuramos uma indústria têxtil mais sustentável.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Pesquisar em fontes bibliográficas os conceitos e origem de self-cleaning e na indústria têxtil e suas aplicações para a moda;
- Pesquisar as possibilidades de aplicação destas propriedades em peças de malha 100% lã;
- Testar amostras feitas nestes materiais com as propriedades;
- Analisar os resultados obtidos a partir de testes feitos em laboratório;

1.3. Motivação

Tendo em vista as necessidades de um consumidor que se encontra em constante sede por novidades, a motivação para se desenvolver um projecto de uma peça de vestuário com as propriedades fotocatalíticas como solução tecnológica sustentável apresenta a possibilidade de se utilizar uma peça de vestuário que vá além da sua função de vestir para também se tornar um acessório funcional para o dia-a-dia de um consumidor.

1.4. Metodologia

A metodologia adoptada para a elaboração do presente trabalho de investigação compreende as seguintes fases:

1 - Levantamento do estado da arte em sustentabilidade na moda, nanotecnologia têxtil e o conceito do self-cleaning na indústria têxtil. Pesquisa bibliográfica e de artigos disponíveis na Internet sobre os três tópicos com exemplos de suas aplicações;

2 - Desenvolvimento de amostras de malha 100% lã em estrutura jersey;

3 - Aplicação de três diferentes soluções de tratamento;

Aplicação do design funcional para o desenvolvimento de malhas de lã com atividade fotocatalíticas

- 4 - Manchamento das amostras com tingimentos naturais encontrados em um ambiente domiciliar, para assim fazer uma análise qualitativa da propriedade com a exposição direta à luz solar;
- 5 - Submissão de amostras a um teste de solidez a lavagem;
- 6 - Criação e desenvolvimento de uma peça de vestuário com a malha tratada;
- 7 - Análise e interpretação dos resultados;
- 8 - Conclusões sobre o trabalho desenvolvido e definição de alguns complementos possíveis para serem realizados futuramente.

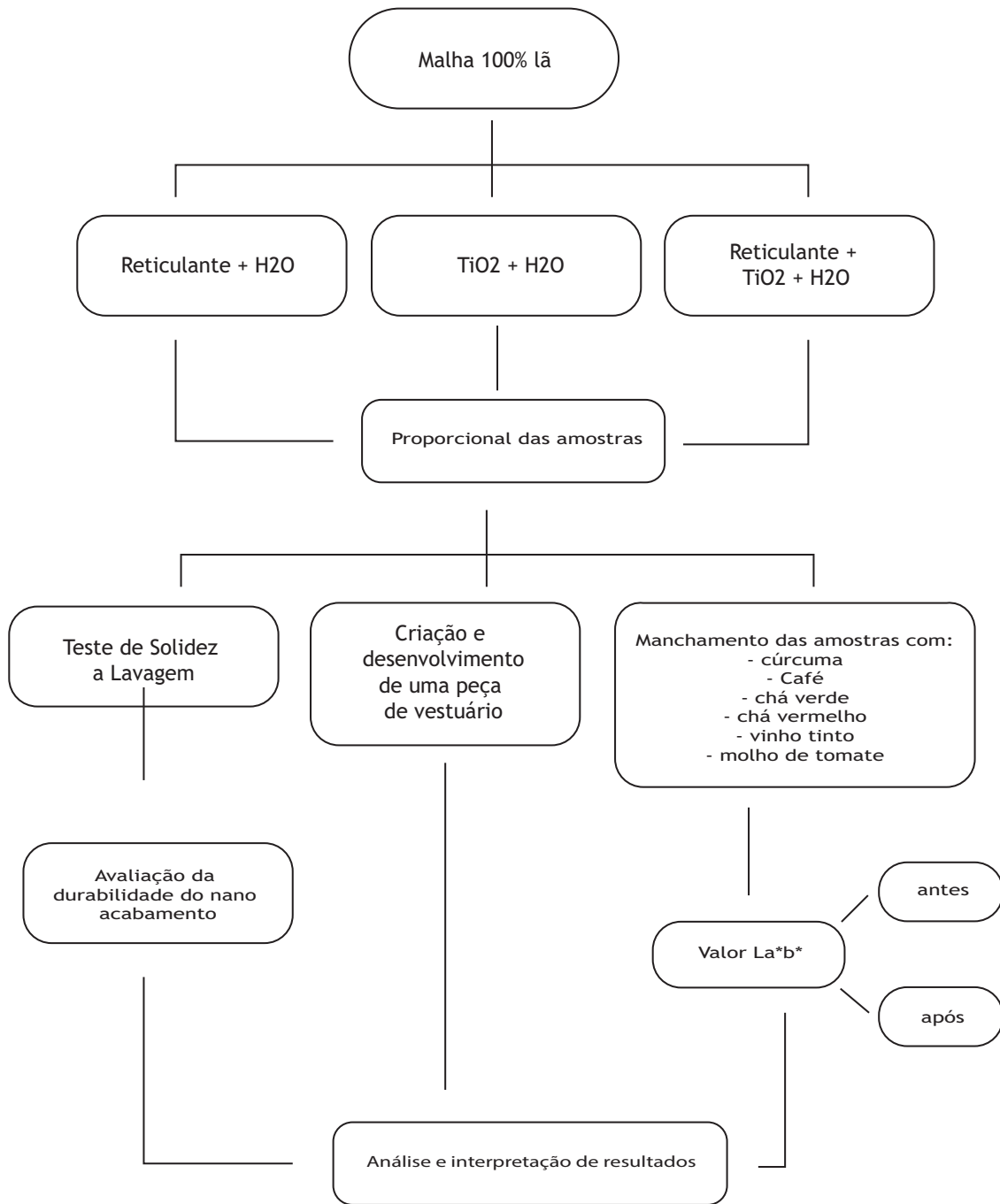


Figura 1: Organograma da metodologia a ser trabalhada.

Fonte: Acervo pessoal.

1.5. Estrutura Da Dissertação

Este estudo encontra-se formalmente estruturado em seis capítulos.

Inicia-se no Capítulo 1, no qual se faz uma breve introdução sobre a sociedade pós-moderna e a sua relação com a indústria da moda. É também apresentado os objetivos, motivações e um breve resumo da metodologia que será utilizada para a realização deste trabalho.

O Capítulo 2 discorre sobre o estado da arte da sustentabilidade na indústria da moda e a nanotecnologia têxtil, referenciando um pouco de sua origem e da sua evolução, referem-se algumas das aplicações desta tecnologia que já podem ser encontradas dentro do setor de moda. Seguidamente, faz-se uma breve introdução sobre o conceito de self-cleaning na indústria têxtil e dão-se exemplos nos quais esta técnica já é utilizada na indústria do vestuário e

A metodologia utilizada e a montagem experimental são abordadas no Capítulo 3, onde é efetuada uma sinopse de todo o planeamento e da parte experimental que foi realizada em termos de equipamentos e de condições laboratoriais de ensaio e recolha de dados. Os resultados alcançados a partir desta metodologia são apresentados e discutidos no Capítulo 4.

No Capítulo 5 apresentamos as conclusões sobre os resultados alcançados e apresentamos algumas pistas para a continuidade do trabalho apresentado e sugestões para futuros desenvolvimentos, enquanto as perspectivas futuras são apresentadas no Capítulo 6.

Após a Bibliografia e a Webgrafia, encontram-se os anexos.

Capítulo 2

2. Estado Da Arte e Fundamentação Teórica

2.1. A sustentabilidade na moda

O conceito de sustentabilidade é discutido em todas as instâncias na sociedade por ter um tema recorrente e muito atual. De acordo com Salcedo, a primeira vez na qual a expressão “desenvolvimento sustentável” foi utilizada foi em 1987 no Relatório de Brundtland⁶ no qual ela aparece definida como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a satisfação das gerações futuras”. É a necessidade do homem de utilizar os recursos naturais que são oferecidos na mesma velocidade na qual eles são renovados de modo a evitar o esgotamento e, assim, trazer o equilíbrio ecológico e a preservação da qualidade de vida da população a nível global.

Até recentemente, a indústria da moda utilizava de um sistema utilizado na economia linear no qual o meio ambiente, a economia e a sociedade como sistemas separados e independentes, quando eles necessitam de ser integrados; e ao pensar em que a espécie humana é superior às demais e que o sistema externo é feito apenas para suprir a demanda. Em informação recolhida do Stylo Urbano, é possível exemplificar a economia linear na moda:

“Na economia linear os recursos são desperdiçados e subvalorizados. A velocidade e escala desse fluxo linear de recursos tem sido sem precedentes, principalmente porque nós acreditamos que a compra de roupas nos faz felizes e é essencial para nossas identidades. Estamos simplesmente atrelando nosso bem-estar ao consumo de recursos materiais na forma de tecidos e fibras.”



Figura 2: Modelo de economia linear.

⁶ Documento de caráter socioeconômico elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) por uma comissão chefiada pela doutora Gro Harlem Brundtland, uma política, diplomata e médica norueguesa que também é uma líder internacional em sustentabilidade e saúde pública.

Fonte: http://www.autossustentavel.com/2017/02/economia-circular-e-cradle-to-cradle_10.html

Salcedo, Maranghi, Corsi e Basosi ainda afirma que existem dois problemas que levaram o mundo a situação na qual nos encontramos atualmente: a forma em que entendemos o funcionamento do mundo e o comportamento que temos com ele. E, por isto, que a economia de forma geral precisa repensar a sua forma de tratar o meio ambiente a ter uma harmonia entre os três *sistemas* “em que o bem-estar econômico depende do bem-estar social, que, por sua vez, depende do bem-estar do meio ambiente.”



Figura 3: Integração dos três sistemas para uma economia sustentável.

Fonte: <http://www.sustentabilidades.com.br/>

A sustentabilidade também tem como conceito a melhora das condições de trabalho das pessoas. De acordo com Lu, Sun, Chen e Gao, a Organização Mundial da Saúde reportou que em 20 a 50% da mão-de-obra nos países industrializados se encontra sujeita a ambientes de trabalho rigorosos, e esta taxa pode ser ainda maior em países que se subdesenvolvidos. Isto pode significar em uma maior taxa de insalubridade e uma menor qualidade de vida dos empregados, o que poderá diminuir o seu desempenho.

2.1.1. O Ciclo de Vida de um Produto

Um dos fatores mais poderosos para a moda é o tempo. A necessidade de lançar novidades para o consumidor o tempo todo a fim de estimular o desejo de compra é um dos principais fatores pelo qual a indústria tem um ciclo de vida que precisa de ser reavaliado a fim de se tornar cada vez mais sustentável.

O ciclo de vida de um produto, ao contrário do que é mostrado no meio empresarial, trata da cadeia de processos que intervêm na vida útil de um produto, desde a extração de sua matéria-prima com o qual será fabricado até a eliminação dos seus resíduos. Mas, antes não se pensava nos impactos que uma simples peça de vestuário pode gerar dentro da cadeia produtiva.



Figura 4: Ciclo de vida de uma peça de roupa

Fonte: <https://www.emaze.com/@ACFIWIW/Presentation-Name>

A obsolescência programada tornou a indústria da moda a segunda mais poluente do mundo, o que atraiu a preocupação dos consumidores, empresas e governos em busca de soluções. Por isso, foram criadas diferentes soluções dentro de um novo modelo de economia.

Uma das abordagens de um novo conceito de um ciclo de vida de um produto é Life Cycle Thinking, que é uma das abordagens que pode oferecer apoio às empresas nos meios de produção, inclusive do têxtil e do vestuário, de forma a se tornar mais sustentável e menos prejudicial ao meio ambiente, ao mesmo tempo que a mantém competitiva. (RESTA; GAIARDELLI; PINTO; DOTI, 2016.)

2.1.2. Modelo de Economia Circular

O modelo de economia circular, ao contrário do linear, dá uma grande valorização dos recursos utilizados, que são projetados desde o início para serem totalmente reciclados ou reutilizados. Existem algumas marcas como a H&M e Houdini Outdoor wear que, inclusive, incentivam os seus

consumidores a levarem as suas peças antigas para serem recicladas nas lojas em troca de um cupom de desconto. E assim, a empresa assume completa responsabilidade sobre as roupas que são lá deixadas, tornando assim a moda cada vez mais circular. A empresa têxtil holandesa, Dutch Textile Company, descreve o termo “moda circular” da seguinte maneira:

“Trezentos anos atrás, a indústria têxtil foi pioneira na mentalidade e tecnologia que desencadeou a revolução industrial. Hoje, a indústria têxtil está presa em um paradigma ultrapassado com consequências ambientais e sociais inaceitáveis. Chegou o momento para a indústria têxtil ser mais uma vez a pioneira no progresso e remodelar a forma como fazemos negócios. A economia circular é o caminho para isso. Se os resíduos podem ser transformados em recursos, viveremos em abundância”.

Um exemplo de modelo de economia circular que encontramos dentro do mercado de moda é o modelo dos 5Rs da sustentabilidade: Reduzir, Repensar, Reaproveitar, Reciclar e Recusar. Estas cinco palavras quando aplicadas de forma correta, implica em uma enorme economia de água, energia, tempo, produtos químicos e matérias primas utilizados na produção de artigos de moda; além do fator ambiental, a implantação dos 5Rs também ajudam na melhora das condições de trabalho, de forma a se tornar cada vez mais justa.



Figura 5: Modelo gráfico da política dos 5Rs

Fonte: <http://www.stylourbano.com.br/conheca-os-5-rs-da-sustentabilidade-para-a-industria-da-moda-circular/>

O modelo de moda circular, quando combinada com a política dos 5Rs, promete uma nova forma de concepção, produção e reutilização da moda, que acaba por se tornar um grande benefício para o planeta e, também, estimula na população uma nova forma de se pensar a moda.

2.2. Nanotecnologia

Atualmente, a aplicação da nanotecnologia em acabamentos para a indústria têxtil tem crescido cada vez mais pela sua capacidade de dar propriedades únicas e muito valiosas para os tecidos e malhas (FARBOD, REZAIAN, 2011; LONG, ZHENG, TAN, SHU, 2016.), que elevam o seu valor agregado no mercado consumidor.

A nanotecnologia, actualmente, é uma ciência que está em desenvolvimento de forma a ser mais eficiente e economicamente viável. Este ramo da ciência trata da manipulação, projeção, caracterização e aplicação de estruturas, dispositivos, materiais e sistemas em escala atômica e molecular. Essas propriedades são exploradas com a finalidade de controlar suas estruturas, aprender a fabricar e a utilizar as mesmas de maneira eficaz e orientada para um produto específico

Ainda não se sabe dizer exatamente o completo alcance da nanotecnologia, mas, por não ser um assunto tratado apenas pela química, física e engenharia, como inicialmente se poderia presumir, acredita-se que ela tenha um grande potencial de alcance, podendo trabalhar desde a reprodução de elementos menores como alguns alimentos até a criação de nanorobôs.

Aplicação da Nanotecnologia



Figura 6: Aplicação da nanotecnologia.

Fonte: <http://www.orientjchem.org/vol29no4/chemical-hazards-of-nanoparticles-to-human-and-environment-a-review/>

Foi em 1959 que o físico Richard Feynman deu uma palestra para a Sociedade Americana de Física⁷ apresentando a possibilidade e o potencial de se construir materiais em nano escala. Historicamente, esse é considerado o marco de origem do surgimento da nanociência e da nanotecnologia. Porém o aumento das pesquisas nesta área só foi notável com o surgimento de métodos de fabricação e caracterização de nanoestruturas na década de 1980. (VILELA NETO; PACHECO, 2012)

⁷ A American Physical Society é a segunda maior sociedade de física do mundo; uma sociedade sem fins lucrativos que tem como principal objetivo discutir e difundir a física por meio de estudos, jornais científicos, eventos internacionais que reúne mais de 53.000 participantes de todo o mundo.

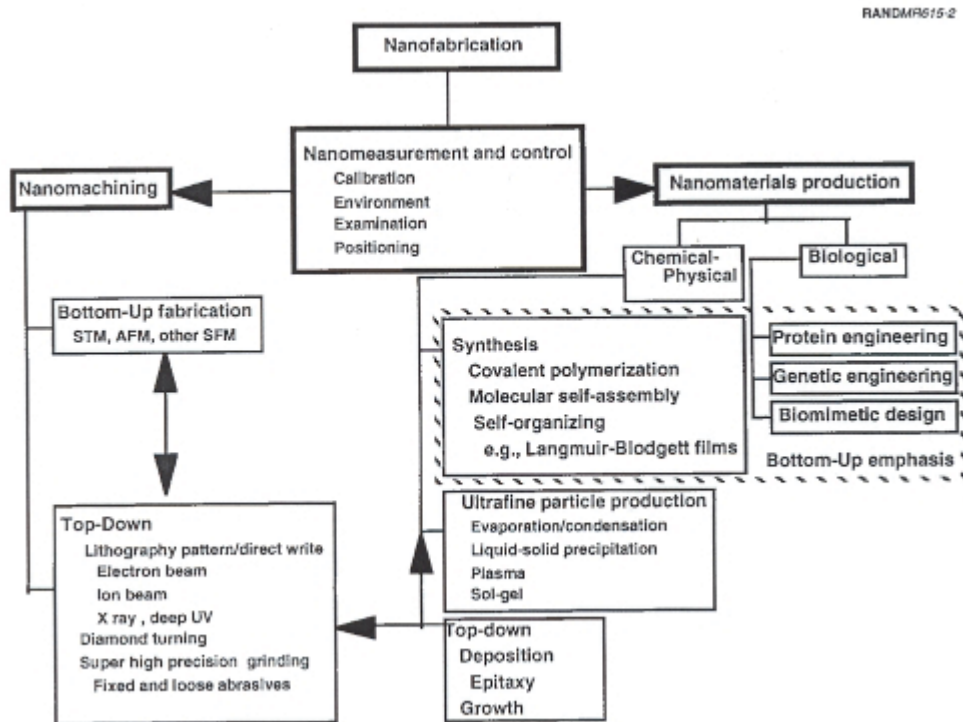


Figura 7: Processos de síntese de de materiais em nanofase "Top-Down" e "Bottom-Up"

Fonte: STM: Scanning Tunneling Microscopy; SFM: Scanning Force Microscopy, AFM: Atomic Force Microscopy.

Atualmente, a nanotecnologia se tornou um campo multidisciplinar. Com pesquisas em andamento nas mais diversas áreas com um grande potencial de gerar uma possível transformação industrial. O impacto da nanotecnologia no mundo já é visto em pequena escala, porém é fundamental que seja feito o desenvolvimento de aplicações que tenham um custo benefício otimizado para que assim possam existir soluções tecnológicas com um grande impacto no nosso futuro.

Infelizmente, os materiais ainda são caros e, conseqüentemente, não estão plenamente disponíveis. No entanto, com o aumento dos investimentos públicos e privados e com o desenvolvimento de novos dispositivos a um custo menor, é possível perspectivar um grande avanço nos bens que serão comercializados com a nanotecnologia. Como afirma Vilela Neto e Pacheco (2012, p. 23):

Os desenvolvimentos futuros e a implantação da Nanotecnologia certamente poderão mudar a natureza de quase tudo aquilo que já foi realizado pelos seres humanos. Especula-se que o impacto social causado pela nanotecnologia poderá ser tão grande quanto a primeira Revolução Industrial e, certamente, maior do que a influência causada pelas pesquisas espaciais, pela energia nuclear, pelo desenvolvimento de transistores e computadores e pelos polímeros, ocorridos nas últimas décadas.

De acordo com Wong, Yuen, Leung, Ku e Lam, a nanotecnologia tem chamado cada vez mais a atenção a um nível mundial por ser amplamente apresentada como tendo uma ampla potencialidade de usos, o que não atrai apenas cientistas e pesquisadores como também os empresários e consumidores.

Uma das novas formas de aplicação da nanotecnologia é na indústria têxtil, com a introdução dessa tecnologia em fibras, fios, tecidos e acabamentos, com a finalidade de oferecer novas características e propriedades para a indústria, aumentando assim a capacidade de criação e a funcionalidade dos de malhas e tecidos.

2.3. Aplicações Na Indústria Do Vestuário

A nanotecnologia foi inicialmente adaptada ao processamento têxtil em 1998 pelo Professor David Soane⁸ e encontra-se centrada em duas grandes áreas: Melhoramento de funções pré-existente e do comportamento dos materiais têxteis, como aumentar a sua resistência e durabilidade; e o desenvolvimento de materiais têxteis inteligentes com características e funções completamente novas.

A nanotecnologia também pode ser usada para dar novas funcionalidades aplicáveis ao ramo da moda como o armazenamento de energias, como por exemplo a solar, e transformá-la em novas formas de comunicação, como por exemplo o Twitter Dress, da empresa inglesa CuteCircuit⁹, que é um vestido com aplicações de tecidos inteligentes no qual as pessoas, ao usarem uma determinada hashtag na mídia social Twitter, pode fazer com que apareça no vestuário uma determinada combinação de cores ou uma mensagem, desde que esteja dentro dos limite dos 140 caracteres que a plataforma permite.

⁸ Professor David Soane é um empresário e inovador na área da nanotecnologia com centenas de artigos e patentes em seu nome, foi professor do departamento de engenharia química da Universidade da Califórnia, em Berkeley. Mais do seu trabalho pode ser encontrado em <http://www.soanelabs.com/>.

⁹ CuteCircuit é uma empresa localizada em Londres que tem como principal ponto de destaque os seus trabalhos com tecidos inteligentes que tem aplicações de luminosos. A empresa faz constantes trabalhos colaborativos com empresas e celebridades como Twitter, sorvetes Magnum, a banda U2, etc.



Figura 8: Twitter Dress, produzido pela CuteCircuit

Fonte: <http://www.cutecircuit.com>

Algumas das primeiras aplicações comerciais da nanotecnologia têxtil são vistos em produtos orientados para o consumidor e focados no seu estilo de vida. Os exemplos de aplicações que podem ser visualizados no dia-a-dia das pessoas são, por exemplo, os coletes a prova de bala, onde fibras de nanotubos são usadas para fazer um material dezessete vezes mais resistente. Os desenvolvimentos futuros devem usar a nanotecnologia para criar tecidos inteligentes, que podem sentir estímulos elétricos, térmicos, químicos ou magnéticos.

As propriedades conferidas aos têxteis que utilizam a nanotecnologia incluem repelência à água, resistência à rugas, anti-bacterianas, anti-estático e protecção UV, retardamento de chama, melhoria da capacidade de corante, tecidos auto-limpantes etc.



Figura 9: Vestidos da designer Ying Gao

Fonte: <http://yinggao.ca>

2.4. Nanotecnologia Como Tendência No Mercado De Moda

Com o constante crescimento da nanotecnologia e a sua cada vez maior aceitação pela indústria e o pelo mercado consumidor, esta e outras tecnologias entram num estado de apuração como uma forma de ganhos de benefícios em escala.

Graças a nanotecnologia, existe a possibilidade da moda e do têxtil não apenas suprir a necessidade básica de se vestir, mas também ela pode contribuir para soluções de problemas, desde aspectos dentro da própria confecção de vestuários dentro de uma fábrica até mesmo de novas soluções para a usabilidade da mesma pelo consumidor final.

2.5. Fundamentação Teórica

Ao longo da história, os seres humanos sempre investigaram e testaram novas aplicações para os materiais que estavam disponíveis em mãos, e este é um procedimento que tem mantido até hoje. Cientistas e pesquisadores trabalham diariamente procurando soluções para problemas cotidianos e melhorando seu estilo de vida. (MONTAZER; PAKDEL, 2011.)

A percepção pela humanidade da necessidade de ter um estilo de vida mais sustentável, principalmente, devido a todos os danos que já foram feitos no ecossistema devido a poluição

ambiental e exaustão de matérias-primas; que as indústrias fizeram no passado obrigam a mudar os padrões de consumo e a trabalhar com base em uma produção mais sustentável. Portanto, a tecnologia e o conceito de melhorias eco-amigáveis e eco-eficientes são necessários para a mudança de paradigma. (BUSI; MARANGHI; CORSI; BASOSI, 2016.)

As fibras naturais e sintéticas podem ser danificadas por causa da degradação natural - devido ao desgaste por uso, lavanderia, manchas, etc. - e pelo crescimento de bactérias. Muitos trabalhos de investigação foram feitos para encontrar um bom método para minimizar esses problemas, a fim de melhorar a qualidade e a durabilidade da roupa. (MONTAZER; SEIFOLLAHZADEH, 2011.)

No acabamento têxtil, a incorporação de nanomateriais é um novo conceito, que foi introduzido nos últimos anos. Os cientistas examinaram variedades distintas de nanopartículas em têxteis, que são categorizadas como semicondutores, como ZnO e TiO₂, que são os mais comuns na aplicação de nanoacabamentos têxteis (MONTAZER; PAKDEL, 2011). Hoje em dia, as nanopartículas de dióxido de titânio (TiO₂) são cada vez mais utilizadas para a descoloração do café e para os pigmentos coloridos na superfície dos tecidos. (MONTAZER; SEIFOLLAHZADEH, 2011).

2.6. Tecidos Com Acabamento Self-Cleaning

Para muitas aplicações, os tecidos têm uma limitação quando se trata da sua absorção ou repelência de água. Para minimizar estes tipos de limitações, existem vários tipos de acabamentos que podem ser feitos tanto na fibra quanto no tecido pronto para melhorar suas propriedades dependendo de sua finalidade. Isto é, aumentando ou diminuindo a hidrofiliabilidade ou o seu reverso, a hidrofobicidade consoante o objetivo específico a atingir.



Figura 10: Mancha de vinho em uma peça de vestuário.

Fonte: <http://www.wikihow.com>

Quando se trata de uma aplicação para o mercado de moda, os tecidos e roupas costumam requerer uma limpeza com produtos químicos tais como um sabão detergente, combinado com água e um processo de abrasão normalmente realizado com uma máquina de lavar para este efeito, que é algo que exige tempo e energia das pessoas. Em alguns casos, existe a possibilidade de surgirem manchas nos tecidos nas quais apenas com um simples processo de limpeza não são possíveis de serem removidos.

Um tecido ou malha ao receber um nanoacabamento funcional, com base em nanopartículas de dióxido de titânio, pode ganhar propriedades que não apenas o deixam com propriedades hidrofóbicas, mas também os deixam com propriedades anti-UV e antibacterianas, o que faz com que o material tenha uma menor necessidade de ser limpo ou seja um processo de lavagem completo.

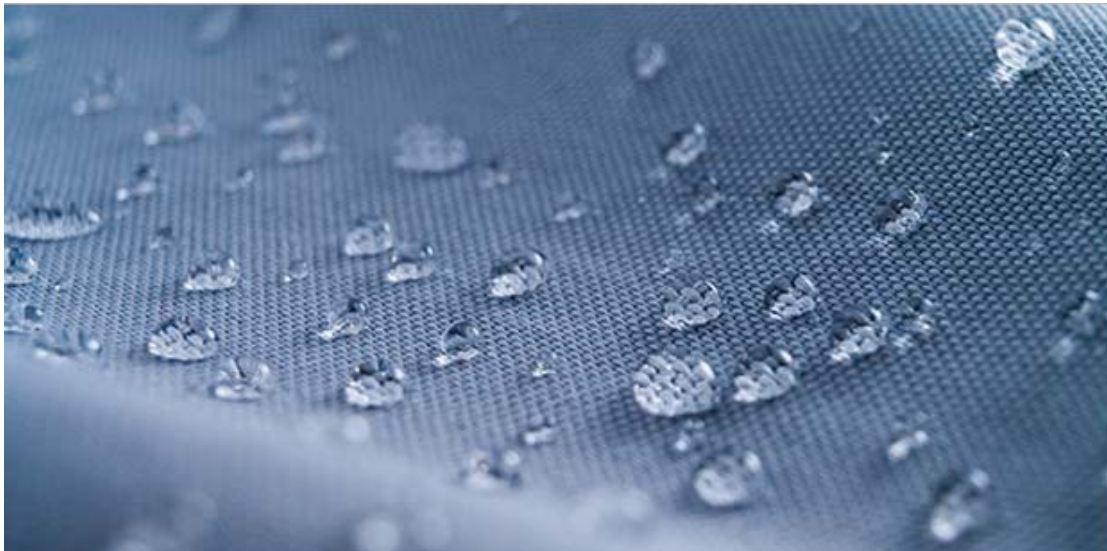


Figura 11: Imagem ampliada de um tecido hidrofóbico.

Fonte: <http://www.kruss.de/applications/wetting-and-coating-of-textiles/>

Também conhecido como o efeito lótus, a técnica que trata diretamente da propriedade auto-limpante que resulta em um alto nível de repelência de água (ou superhidrofobicidade), como pode ser visualizado em uma flor de lótus (Zhang; Feng; Wang; Zheng, 2015). As partículas de sujeira são eliminadas por gotas de água por causa de sua estrutura nanoscópica, que faz com que seja minimizado a aderência da gotícula naquela determinada superfície. (HOUMARD; BERTHOMÉ; JOUD; LANGLET, 2010)

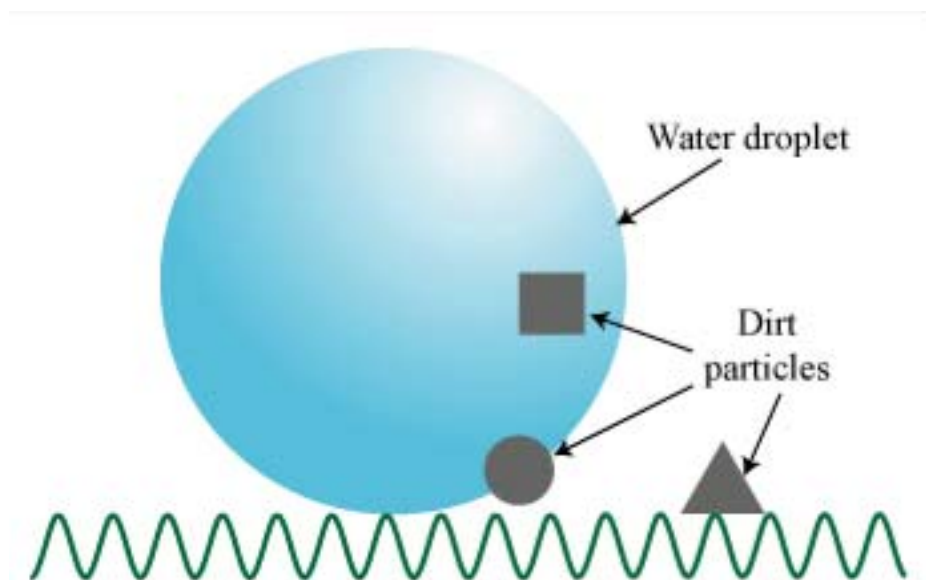


Figura 12: Representação gráfica do conceito do efeito lótus.

Fonte: http://www.hk-phy.org/atomic_world/lotus/lotus01_e.html

Devido à sua alta repelência e, em alguns casos resistência bacteriana, existe uma ampla paleta de usos, em potencial, desta tecnologia para além da indústria têxtil, como por exemplo em

instrumentos cirúrgicos e equipamentos médicos. Quando se trata dos campos das engenharias e da química, este nanoacabamento já é maiormente explorado, principalmente quando se trata nas indústrias de automóvel e em grandes estruturas arquitetônicas.

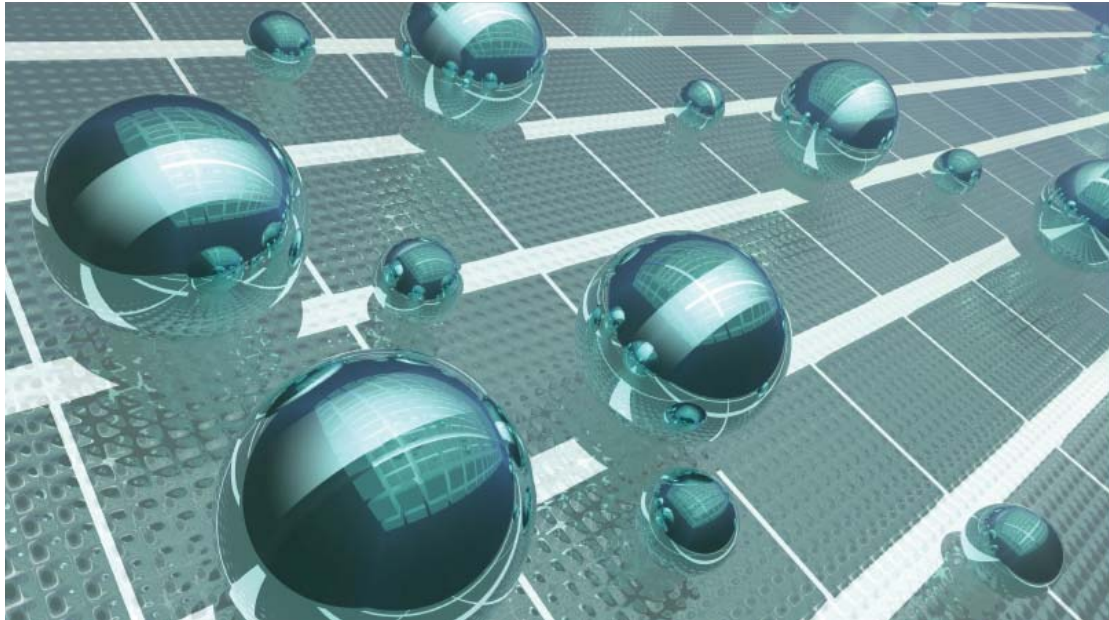


Figura 13: Representação da tecnologia de self-cleaning em vidros.

Fonte: <https://kirhammond.wordpress.com/tag/balustrades/>

No entanto, atualmente esta tecnologia tem uma grande desvantagem que a impede de ser utilizada em maiores proporções que é a sua fraca durabilidade, o que a torna inadequado para a maioria das aplicações. Isto é algo que ainda precisa ser estudado de forma mais profunda a fim de analisar quais são as melhores materiais ou processos que podem aumentar a durabilidade deste acabamento.

Os tecidos ou malhas com propriedade de auto-limpantes são criados a partir de um nanoacabamento aplicado por meio de um coating ou método de impregnação (DONG; BAI; LIU; ZHU, 2006), com base em partículas de dióxido de titânio que faz com eles se tornem super-hidrofóbicas, ou seja, quando entram em contato com algum líquido, o próprio material “repele” o mesmo de forma a parecer pequenas partículas na sua superfície que não são absorvidas pelo tecido e são facilmente removidas.

Várias pesquisas já foram realizadas em relação aos outras propriedades do dióxido de titânio (Wu, Long, Zhou, Cai, Zhu, Chen, Wu, 2009) que, inclusive, ressaltam a sua importância para vários campos de pesquisa e as novas aplicações que podem ser obtidos graças ao mesmo. Devido às propriedades específicas do dióxido de titânio, como uma alta fotoatividade, estabilidade térmica e química, baixo custo e não toxicidade, este semiconductor é amplamente utilizado em aplicações práticas em muitas indústrias. Pesquisas confirmam que o material pode manter as superfícies limpas e esteréis através de sua atividade fotocatalítica. Essas descobertas são pertinentes para o cotidiano da população, e isso implica que novas propriedades podem ser produzidas com peças de vestuário para melhorar sua

qualidade (MONTAZER; PAKDEL, 2011).



Figura 14: Demonstração do efeito auto-limpante em camiseta com acabamento auto-limpante..

Fonte: <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3931>

Este tipo de aplicação foi desenvolvido pensando, principalmente, nos fatos masculinos que, constantemente, são vítimas de manchas de café, chá, vinho ou de outros líquidos que são consumidos ao longo do dia-a-dia.

Atualmente, com todos os problemas ambientais que ocorrem no globo, o tecido ou malha com propriedades auto-limpantes é capaz de se tornar uma grande mais valia em termos competitivos para as empresas de moda por ele ter a possibilidade de se vendido como um material funcional e, também sustentável, podendo assim auxiliar na solução de questões ambientais como a falta de água, degradação química do meio ambiente, bem baixa emissão de dióxido de carbono e reduz gradativamente o gasto anual das empresas e do consumidor final com detergentes para lavar roupas.

Para o consumidor, este tipo de propriedade pode ser de grande utilidade nas mais diversas áreas: desde acabamentos em estofamentos dos carros que utilizam até mesmo ao vestuário que usam no dia-a-dia ter a possibilidade de ser repelente de manchas e odores, que o faz gastar menos tempo, energia e água na lavagem das mesmas.



Figura 15: Mancha de café em uma camisa não tratada com nanopartículas de TiO₂

Fonte: <https://theexoticbean.com/blog/coffee-uses/6-natural-ways-to-clean-coffee-stains/>

A pessoa que decide utilizar um tecido que tenha esta propriedade procura, principalmente, de evitar um pequeno número de desconfortos e preocupações que um indivíduo pode sofrer no seu dia, como por exemplo de ter manchas em sua peça de roupa antes de alguma reunião ou evento importante; é uma espécie de acabamento que pode proporcionar para o usuário não apenas uma segurança, mas também auto-confiança.



Figura 16: Camisa com efeito auto-limpante.

Fonte: <http://www.businessinsider.com/this-tech-startup-created-an-unstainable-shirt-2015-6>

Por causa disto, é possível inferir que esta pode, por vezes, ser o fator decisivo para uma coleção ter um sucesso comercial.

2.7. Aplicação em fibras de lã

A lã é uma fibra protéica de alta qualidade sendo amplamente utilizada como material têxtil é comumente usada como material principal de roupas de inverno em países com clima frio, por causa da leveza, calor e suavidade (MONTAZER; PAKDEL; BEHZADNIA, 2010), bem como possuir boas propriedades de absorção. Mas, o principal problema em relação à lã é que ela tem uma baixa fotoestabilidade em comparação com outros tipos de fibras, como algodão ou poliéster (MONTAZER; SEIFOLLAHZADEH, 2011) e já ocorrem algumas pesquisas a fazer a modificação das características básicas deste material. (PAKDEL, DAOUD, WANG, 2012)

Embora havendo poucos estudos sobre a propriedade de auto-limpeza nesta fibra, uma vez que são mais comuns trabalhos de investigação com base em algodão, existem alguns estudos que mostram que, naturalmente, a lã é uma fibra proporciona uma melhor proteção contra UV em comparação com outros tecidos (WONG, LAM, KAN, POSTLE, 2016;) e, ao mesmo tempo, sua porosidade facilita a obtenção de tratamentos químicos para dar novos acabamentos e as propriedades (MONTAZER; PAKDEL; BEHZADNIA, 2010), como o dióxido de titânio, para lhe dar propriedades como auto-limpeza, anti-bacteriana e melhorar sua proteção UV (MONTAZER; SEIFOLLAHZADEH, 2011).

Capítulo 3

3. Desenvolvimento experimental

3.1. Preparação da Matéria-Prima

A componente experimental iniciou-se com a produção das malhas. Estas foram produzidas no Departamento de Ciências e Tecnologias Têxteis da Universidade da Beira Interior seguindo os parâmetros apresentados a seguir.

3.1.1. Fio e Composição

Para a preparação da malha utilizada nos testes, foram utilizados fios adquiridos da WO NATUR, empresa localizada na Gouveira e que se dedica a produção e comércio de artigos com fios de lã. O fio utilizado nas malhas tem uma composição 100% lã portuguesa com o título de 40Nm.

Posteriormente o fio foi retorcido a quatro cabos e, logo após, vaporizado a 105 °C por 15 minutos, antes de ser parafinado e poder dar início a produção das malhas.

3.1.2. Estrutura de Malha Utilizada

A estrutura de malha que foi utilizada para os testes realizados foi a Jersey, que é comumente utilizada na elaboração de peças de vestuário tais como camisolas, que foi preparado de acordo com as informações da tabela. A mesma foi produzida dentro das dependências da Universidade da Beira Interior utilizando o tear rectilíneo Shima Seiki SES122FF.

3.1.3. Aplicação a Solução de Nanoacabamento

Para a seleção da solução a utilizar, consideramos três tipos de soluções diferentes para que assim, fosse possível comparar a eficiência do dióxido de titânio quando comparado com o tecido sem o recebimento de nenhum tratamento e também a outras composições. Foi utilizado para estes experimentos o dióxido de titânio P-25 da Degussa (KIWI; PULGARIN, 2010) com o tamanho de 21 nm e a resina acrílica STK-100 da Color Center como um reticulante, de acordo com as combinações apresentadas abaixo:

Amostra	Composição da Solução
1	10g/l reticulante + água destilada
2	20g/l TiO ₂ + água destilada
3	10g/l reticulante + 20g/l TiO ₂ + água destilada

Tabela 2: Soluções preparadas para os banhos para aplicação de solução.

O método utilizado para a aplicação das soluções foi o de impregnação, utilizando uma Foulard de impregnação de 400mm da empresa TEPA, operando a 2m/min e com pressão de 2 bar, faz com as soluções entrem nas amostras de forma lenta e o mais uniforme o possível. As amostras foram cortadas para chegarem na dimensão limite da máquina e passaram pela mesma duas vezes com cada solução para que se conseguisse atingir a taxa de impregnação mínima entre 60% a 70% do peso inicial de cada uma das amostras.

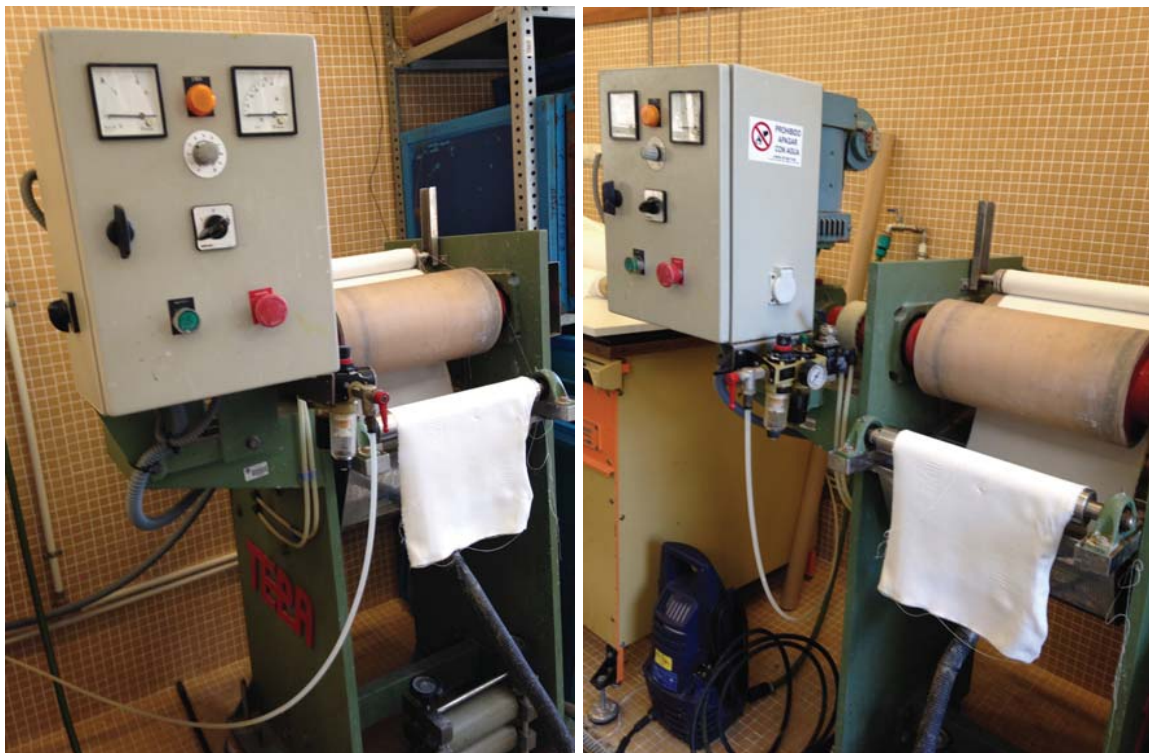


Figura 18: Foulard utilizada na aplicação das soluções nas amostras.

Fonte: Acervo pessoal

Na tabela 3 é possível visualizar a taxa de empregação de todas as amostras que foram realizadas ao comparar o peso da amostra inicial antes e depois do banho.

Tipo de amostra	Peso Inicial	Peso Final	% Pick-up
1 (resina)	470,6g	792,6	68,42%
2 (TiO ₂)	453,4g	794g	75,12%
3 (TiO ₂ + resina)	431,4g	822,7g	67,41%

Tabela 3: Taxa de empregação das amostras realizadas em laboratório.

Após a aplicação, as amostras foram secas e curadas utilizando uma rama secadora contínua a 150°C por aproximadamente 3 minutos.

3.2. Testes Realizados

Após a preparação das amostras, foram realizados dois testes que são, por pesquisas, importantes para se determinar se um tecido tem a propriedade de self-cleaning ou não, além também da possibilidade de se avaliar a durabilidade dos mesmos após agentes abrasivos externos, como a lavagem.

3.2.1. Teste de Solidez a Lavagem

O objetivo principal do teste de solidez é determinar quantas nanopartículas deixam a amostra após a um determinado número de lavagens. Para este teste, foram feitas uma série de amostras que foram lavadas seguindo a solução abaixo:

Banho	Solução	Proporções
1	5g/l de água destilada	50ml de solução para cada grama de amostra

Tabela 4: Solução de banho preparada para o teste de lavagem.

Depois da preparação da solução de banho, foram preparadas 12 amostras, sendo quatro de cada mostrada anteriormente, foram submetidas a um ensaio de solidez à lavagem a 40°C no Linitest modelo 425982-1 da empresa Hanan, de acordo com o estipulado na norma NP EN ISO 105-C06:1999, para serem lavadas 1, 5 e 10 vezes, para posteriormente analisar em microscópio eletrônico de varrimento e assim efetuar uma análise visual da pregnação do nanoacabamento em função ao tempo de lavagem. Cada amostra, após cada lavagem efetuada, foi secada dentro de uma estufa a 60°C até que se secassem completamente, para que não ocorressem interferências no resultado final.



Figura 19: Vista do modelo de Linitest utilizado no teste de solidez a lavagem.

Fonte: https://www.wotol.com/1-hanan-linitest-scale-dyeing-machine/second-hand-machinery/prod_id/428391

3.2.2. Teste de degradação de manchas

Para o teste de auto-limpeza, foram preparadas as amostras cortadas nas dimensões de 8x10cm para serem manchadas com tingimentos naturais - como alguns temperos comumente utilizados na cozinha, café, vinho, chás, molho de tomate, etc. -, itens que são encontrados no dia-a-dia de da maioria dos consumidores que, em uma situação normal, ao entrar em contato com o tecido, geram manchas que não são fáceis de serem removidas (RADETÍC, 2013), como os exemplos mostrados na tabela abaixo:

Amostra	Proporção	Preparação
Cúrcuma	1g/l + 500ml H2O	Amostra ficou completamente submersa na solução por cinco minutos
Café	5g/l + 500ml H2O	Amostra ficou completamente submersa na solução por cinco minutos
Chá Vermelho	10g/l + 500ml H2O	Amostra ficou completamente submersa na solução por cinco minutos

Vinho Tinto	500ml	Amostra ficou completamente submersa na solução por cinco minutos
Molho de Tomate	4g	A amostra foi pintada com o material a fim de cobrir completamente a sua superfície

Tabela 5: Amostras e proporções utilizadas dos corantes naturais.

Após o seu manchamento, as amostras foram deixadas a secar à sombra por aproximadamente 30 minutos, posteriormente foi utilizado um espectrofotômetro modelo CM-3600d da Konika Minolta, para medir os parâmetros de $L^*a^*b^*$ e DE^*ab , onde:

- L^* representa luminosidade;
- a^* representa a variação entre verde e vermelho;
- b^* representa a variação entre azul e amarelo;
- DE^*ab representa a diferença total de cor, quando comparado a uma amostra que não foi machada.

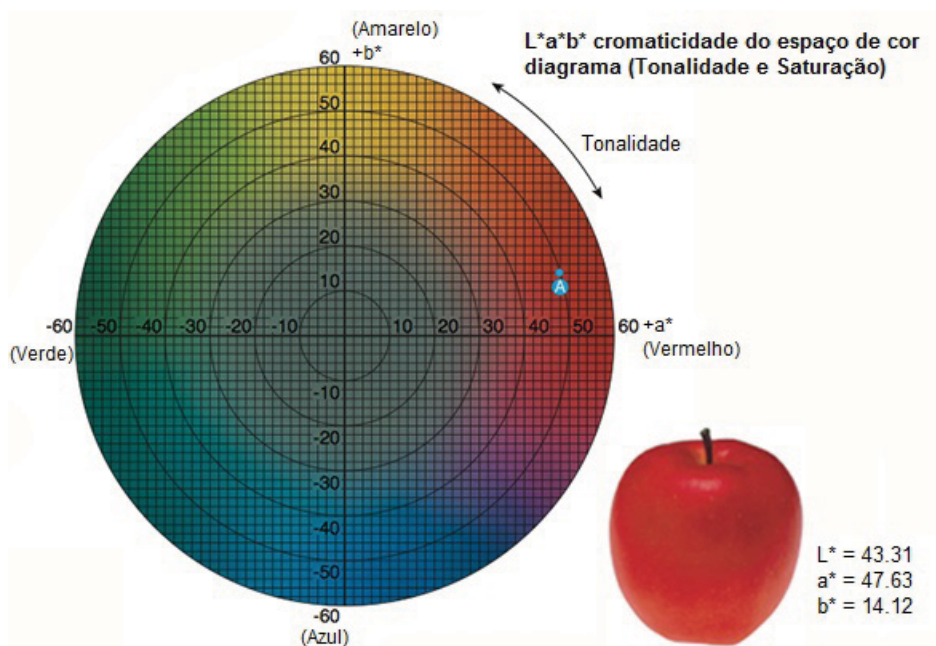


Figura 20: Diagrama de tonalidade e saturação usado para medir o $L^*a^*b^*$

Fonte: <http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>

Assim, os dados obtidos são utilizados de base para comparar a evolução destes valores ao longo dos dias subsequentes, nos quais as amostras foram submetidas a irradiação solar a temperatura ambiente (Bozzi, Yuranova, Kiwi, 2004), por diversos períodos de tempo a fim de analisar o efeito do dióxido de titânio sobre a degradação de manchas (KALE, Bandu Madhukar; WIENER, Jakob; MILITKY,

Jiri; RWAWIIRE, Samson; MISHRA, Rajesh; JACOB, Karl I.; WANG, Youjiang, 2016.).



Figura 21: Amostras preparadas e submetidas à irradiação solar.

Fonte: Acervo pessoal

Aplicação do design funcional para o desenvolvimento de malhas de lã com atividade fotocatalíticas

Amostra	Nome	Estado	L*	a*	b*	C*	h	DE*ab
PADRÃO (S/M)	NO TREAT WOOL KNITTING - SEM MANCHAS	SCI/100	79,3131	0,7487	17,1225	17,1388	87,4964	
1	NO TREAT WOOL KNITTING - CURCUMA	SCI/100	76,8839	-0,1625	36,6875	36,6879	90,2538	19,7364
2	NO TREAT WOOL KNITTING - CAFÉ	SCI/100	75,9318	1,2937	16,8025	16,8522	85,5971	3,4399
3	NO TREAT WOOL KNITTING - VINHO TINTO	SCI/100	61,9522	7,0003	11,5852	13,5359	58,8578	19,2652
4	NO TREAT WOOL KNITTING - CHÁ VERMELHO	SCI/100	68,8531	6,7804	20,6619	21,746	71,8322	12,5826
5	NO TREAT WOOL KNITTING - MOLHO DE TOMATE	SCI/100	60,6273	24,5647	37,9178	45,1795	57,0631	36,7262

Tabela 6: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados, antes da exposição solar.

Amostra	Nome	Estado	L*	a*	b*	C*	h	DE*ab
PADRÃO (S/M)	RESIN WOOL KNITTING - SEM MANCHAS	SCI/100	80,4432	0,5731	15,3205	15,3312	87,8576	
1	RESIN WOOL KNITTING - CURCUMA	SCI/100	77,3309	-0,4466	37,8238	37,8264	90,6766	22,7404
2	RESIN WOOL KNITTING - CAFÉ	SCI/100	77,3688	1,0425	16,8322	16,8644	86,456	3,458
3	RESIN WOOL KNITTING - VINHO TINTO	SCI/100	61,9736	7,346	11,7896	13,891	58,0735	19,9866
4	RESIN WOOL KNITTING - CHÁ VERMELHO	SCI/100	75,3242	2,4873	16,0167	16,2086	81,1729	5,5093
5	RESIN WOOL KNITTING - MOLHO DE TOMATE	SCI/100	61,2756	25,9931	39,8547	47,5819	56,8877	40,1933

Tabela 7: Amostra dos tecidos tratados apenas com reticulante que foram manchados, antes da exposição solar.

Aplicação do design funcional para o desenvolvimento de malhas de lã com atividade fotocatalíticas

Amostra	Nome	Estado	L*	a*	b*	C*	h	DE*ab
PADRÃO (S/M)	TIO2 WOOL KNITTING - SEM MANCHAS	SCI/100	83,4397	0,0783	12,3281	12,3284	89,6363	
1	TIO2 WOOL KNITTING - CURCUMA	SCI/100	79,5996	-0,7571	37,1748	37,1825	91,1667	25,1556
2	TIO2 WOOL KNITTING - CAFÉ	SCI/100	71,0491	5,1451	24,9702	25,4948	78,3572	18,4126
3	TIO2 WOOL KNITTING - VINHO TINTO	SCI/100	65,6169	7,8758	12,3762	14,6696	57,5285	19,454
4	TIO2 WOOL KNITTING - CHÁ VERMELHO	SCI/100	68,5411	7,8862	23,6538	24,9339	71,5615	20,2782
5	TIO2 WOOL KNITTING - MOLHO DE TOMATE	SCI/100	61,8688	25,4945	38,5899	46,2509	56,5491	42,4379

Tabela 8: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados, antes da exposição solar.

Aplicação do design funcional para o desenvolvimento de malhas de lã com atividade fotocatalíticas

Amostra	Nome	Estado	L*	a*	b*	C*	h	DE*ab
PADRÃO (S/M)	TIO2 RESIN WOOL KNITTING - SEM	SCI/100	80,2755	0,6114	15,4701	15,4822	87,7368	
	MANCHAS							
1	TIO2 RESIN WOOL KNITTING - CURCUMA	SCI/100	79,2419	-0,1368	31,0985	31,0988	90,252	15,6804
2	TIO2 RESIN WOOL KNITTING - CAFÉ	SCI/100	74,3422	3,338	21,9252	22,1779	81,3436	9,1818
3	TIO2 RESIN WOOL KNITTING - VINHO TINTO	SCI/100	62,7105	7,6104	11,4195	13,7231	56,3187	19,3371
4	TIO2 RESIN WOOL KNITTING - CHÁ VERMELHO	SCI/100	72,3643	5,3209	20,754	21,4252	75,6203	10,6153
5	TIO2 RESIN WOOL KNITTING - MOLHO DE TOMATE	SCI/100	63,2778	24,8587	39,0099	46,2572	57,4931	37,8282

Tabela 9: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio com resina que foram manchados, antes da exposição solar.

3.3. Desenvolvimento da peça de vestuário

No desenvolvimento deste projeto, foi elaborada uma camisola oversized feminina que teve os seus esboços e moldes desenvolvidos a mão livre seguindo a numeração brasileira tamanho 40, levando em consideração as medidas apresentadas abaixo. Esta numeração corresponde a um equivalente ao tamanho 42 europeu.

Tabela de Medidas										
	Mulheres									
tam	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
busto	78	82	86	90	94	98	104	110	116	122
cintura	64	65	68	72	76	80	86	92	98	104
quadril	84	88	92	96	100	104	110	116	122	128
alt.frente	39	40	41	43,5	45	47	48	49	50	51
ombro	11,5	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5
costas	34	35	36	37	39	40	42	43	44	45
braço	24	25	26	28	30	32	34	35	36	37

Figura 22: Tabela de medidas feminina do tamanho 36 a 46 brasileiro.

Fonte: <http://moldesdicasmoda.com/tabela-de-medidas-34-46/>

Os desenhos técnicos foram feitos utilizando o Illustrator CC 2017, um programa de criação e edição de desenhos e vetores disponível no pacote completo do Creative Cloud desenvolvido pela Adobe. O mesmo foi feito a fim de planificar o desenho da peça que foi desenvolvida e facilitar a comunicação entre o designer e a produção caso o mesmo seja produzido a nível industrial.

S. CUETO	COLEÇÃO: INVERNO 2018	MODELO: CAMISOLA OVERSIZED
	DESCRIÇÃO: CAMISOLA OVERSIZED FEMININA COM MANGAS JUSTAS	
	MATERIAL: MALHA 100% LÃ TI02	AVIAMENTOS: NENHUM

A.O.		
A.C.		
A.Q.		

ACABAMENTOS: UTILIZAR A OVERLOCK E A MÁQUINA DE RECOBRIMENTO.
*OBSERVAÇÕES: FAZER COSTURAS E ACABAMENTOS COM UMA LINHA DA MESMA COR DO TECIDO.

Figura 23: Ficha técnica da camisola a ser desenvolvida

Fonte: Acervo pessoal.

Capítulo 4

4. Análise e Interpretação de Resultados

4.1. Teste de Solidez de Lavagem

As análises das micrografias das amostras submetidas ao teste de solidez de lavagem serão analisadas individualmente e em função da quantidade de lavagens que cada uma recebeu.

4.1.1. Amostra de malha tratada com reticulante - sem lavagem

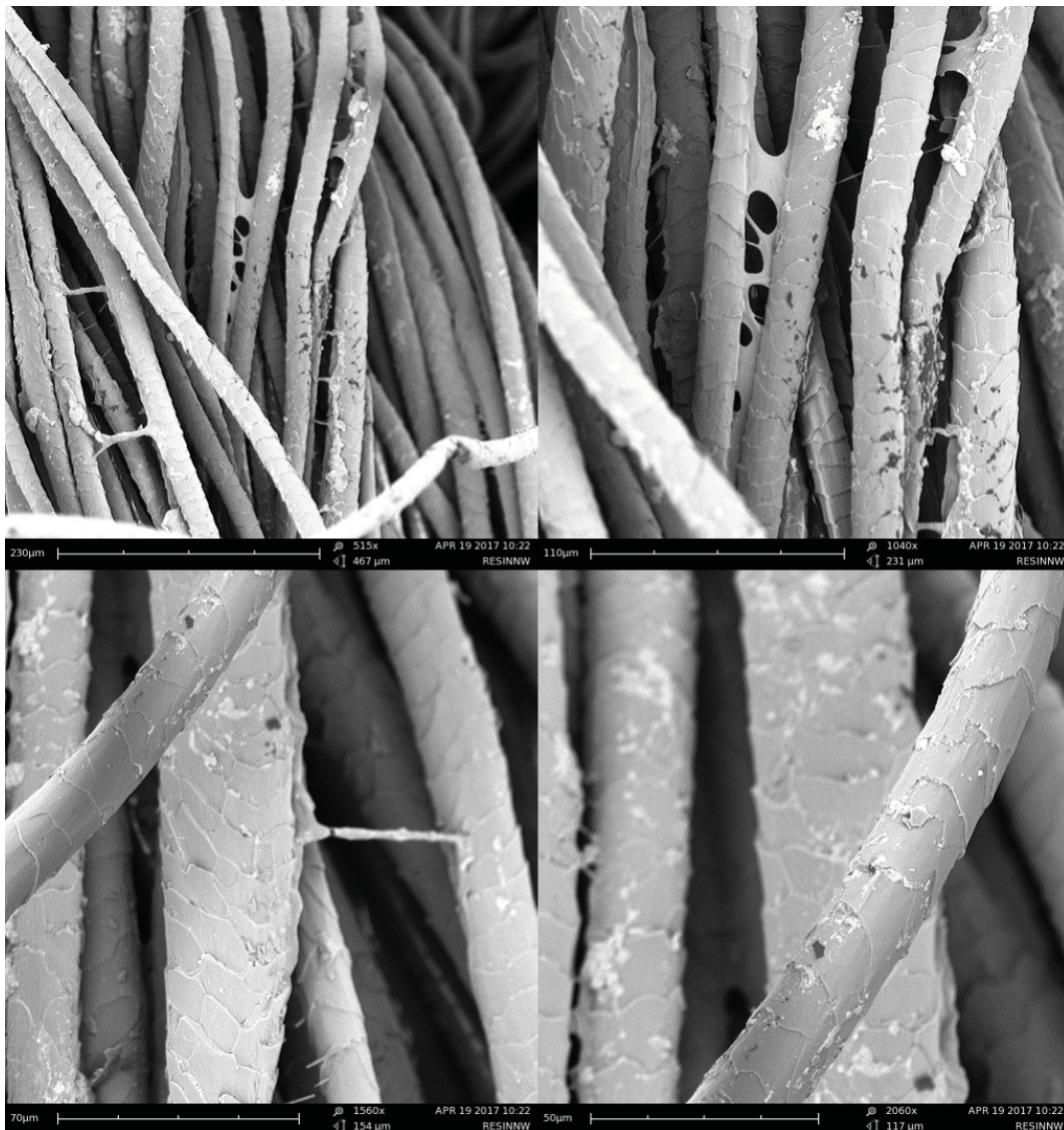


Figura 24: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, sem lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Na amostra sem a lavagem é possível não apenas perceber a distribuição das partículas do reticulante ao longo do seu entorno, com alguns pontos com maior concentração do que outros; mas também algumas partículas de sujeira por causa da exposição da amostra em um ambiente de laboratório durante a sua preparação.

4.1.2. Amostra de malha tratada com reticulante - 1 lavagem

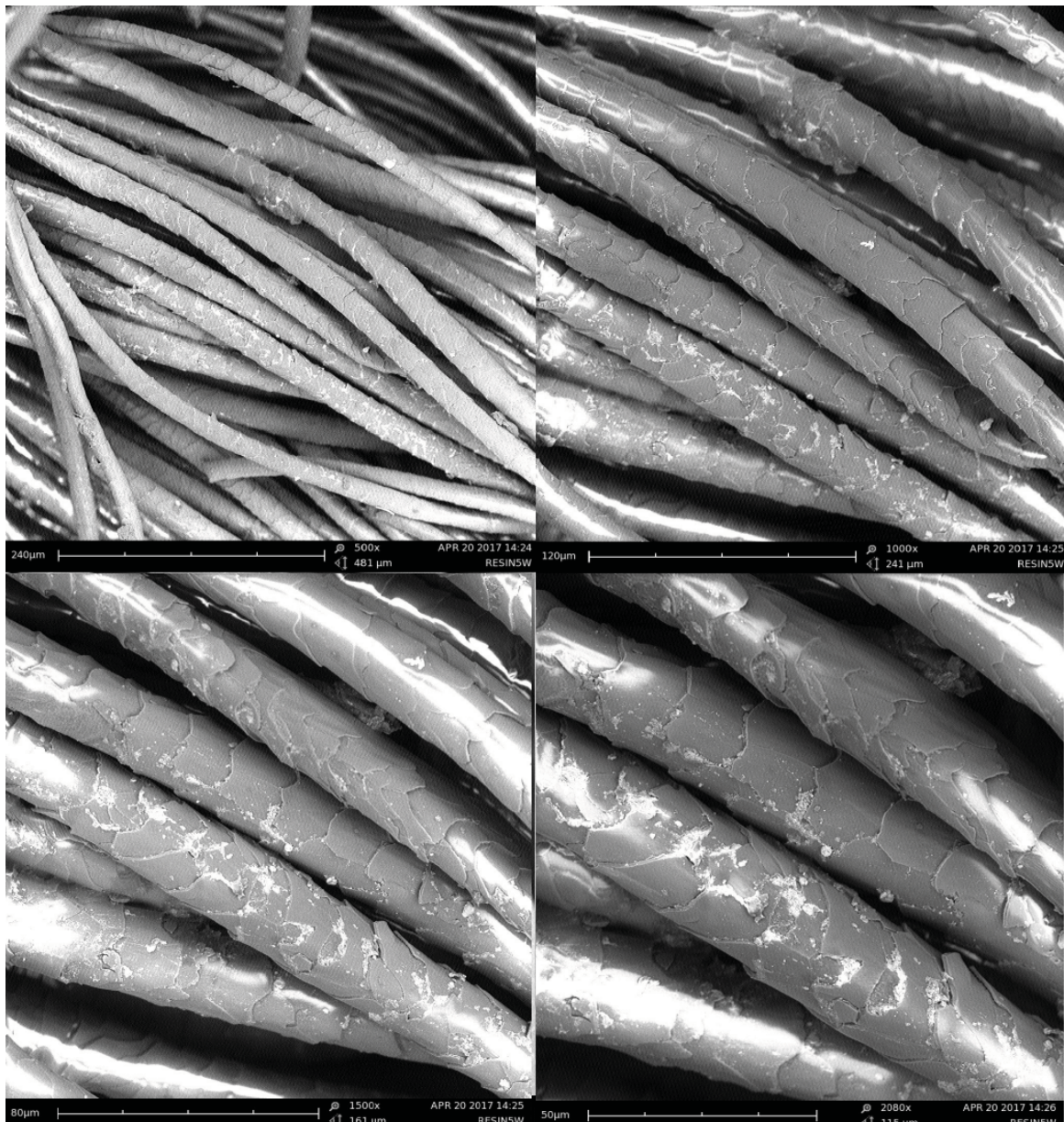


Figura 25: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, com uma lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Já na primeira lavagem já é possível perceber que muito da solução com reticulante foi liberada da amostra de tecido de forma relativamente uniforme, com alguns pontos, que são mais expostos na

estrutura da malha, que tem uma concentração mais uniforme das partículas da solução em suas escamas. Outra coisa que também é possível de se perceber são que as partículas de sujeira que foram encontradas na amostra anterior não se fixaram na matéria, o que descarta uma possibilidade da resina ser uma matéria acumuladora de sujeira.

4.1.3. Amostra de malha tratada com reticulante - 5 lavagens

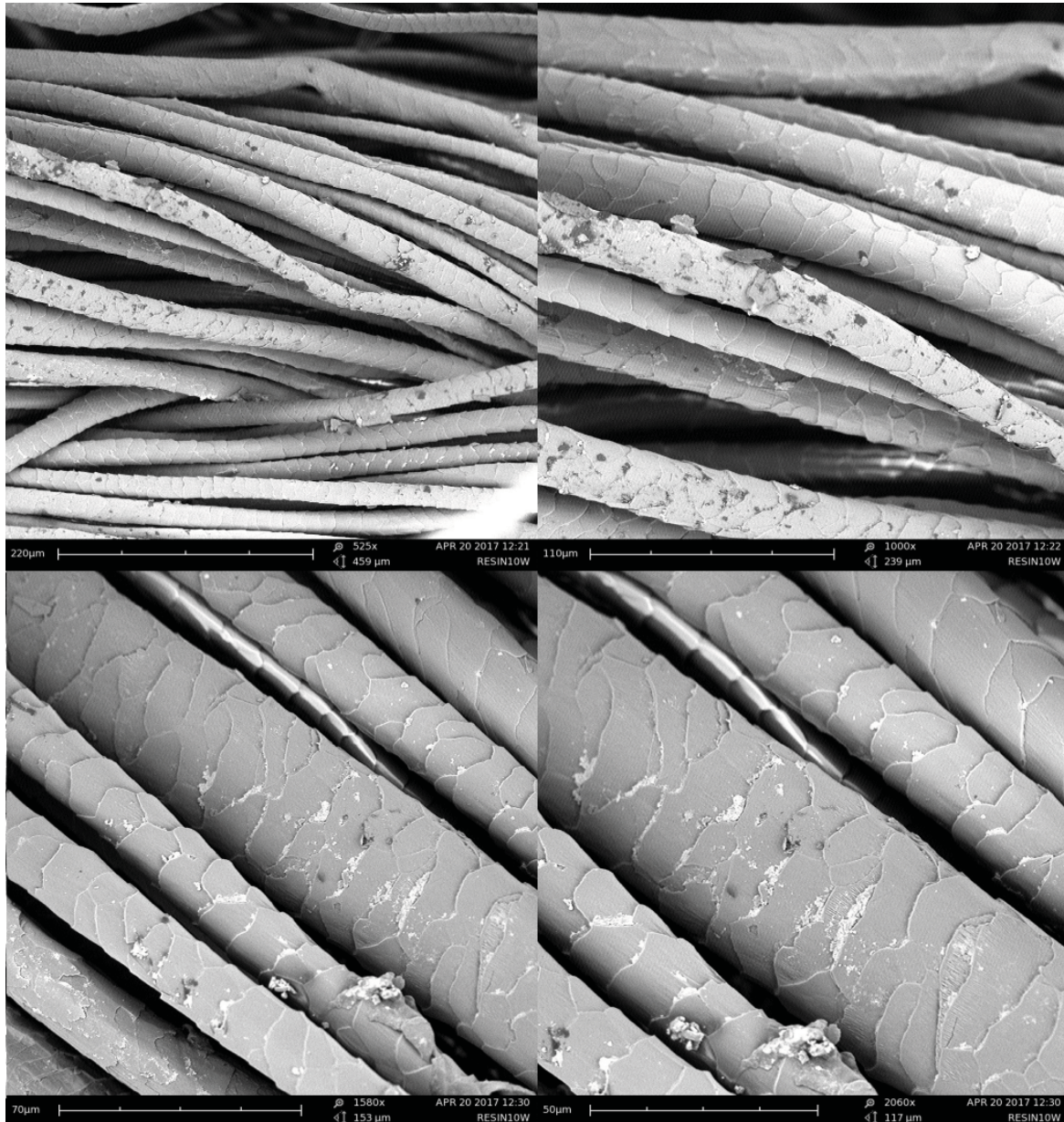


Figura 26: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, com cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Após cinco lavagens já é possível perceber que quase não se há partículas de reticulante nas escamas das fibras, o que indica que a resina sozinha não seria uma solução de matéria auto-limpante e que, ao mesmo tempo, não tem um grande grau de fixação quando aplicada isoladamente sobre a amostra.

4.1.4. Amostra de malha tratada com reticulante - 10 lavagens



Figura 27: Amostra de malha tratada com reticulante vista em microscopia eletrônica, com cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Como na amostra anterior, nas imagens acima é possível se analisar cada vez menos partículas de reticulante nas escamas da fibra de malha, mas, ao contrário da amostra anterior, é possível se analisar que as partículas de resina acabaram por se acumular em quantidades maiores em alguns pontos aleatórios ao longo da fibra.

4.1.5. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio - sem lavagem

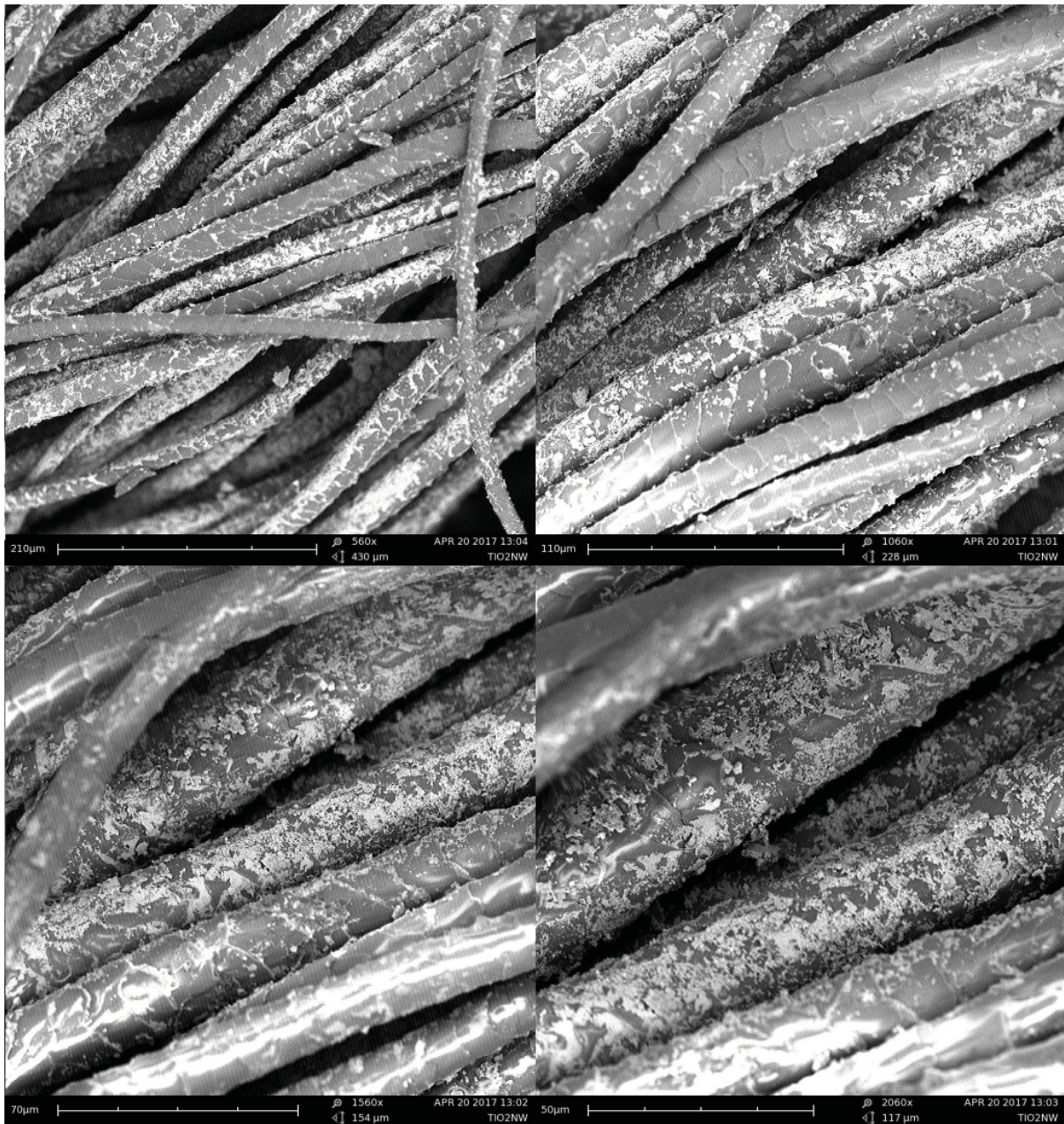


Figura 28: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, sem lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Nestas imagens é possível analisar o quanto das nano partículas de dióxido de titânio foram depositadas às fibras da lã, mesmo que algumas partes tem maiores quantidades do material do que outras. Isso pode ser justificado pela estrutura da malha de Jersey que não é completamente lisa e, mesmo esticando o material para que ele passe pelo método de impregnação da forma mais uniforme o possível, não é possível se ter uma garantia de que a cobertura da amostra será completamente uniforme.

4.1.6. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio - 1 lavagem

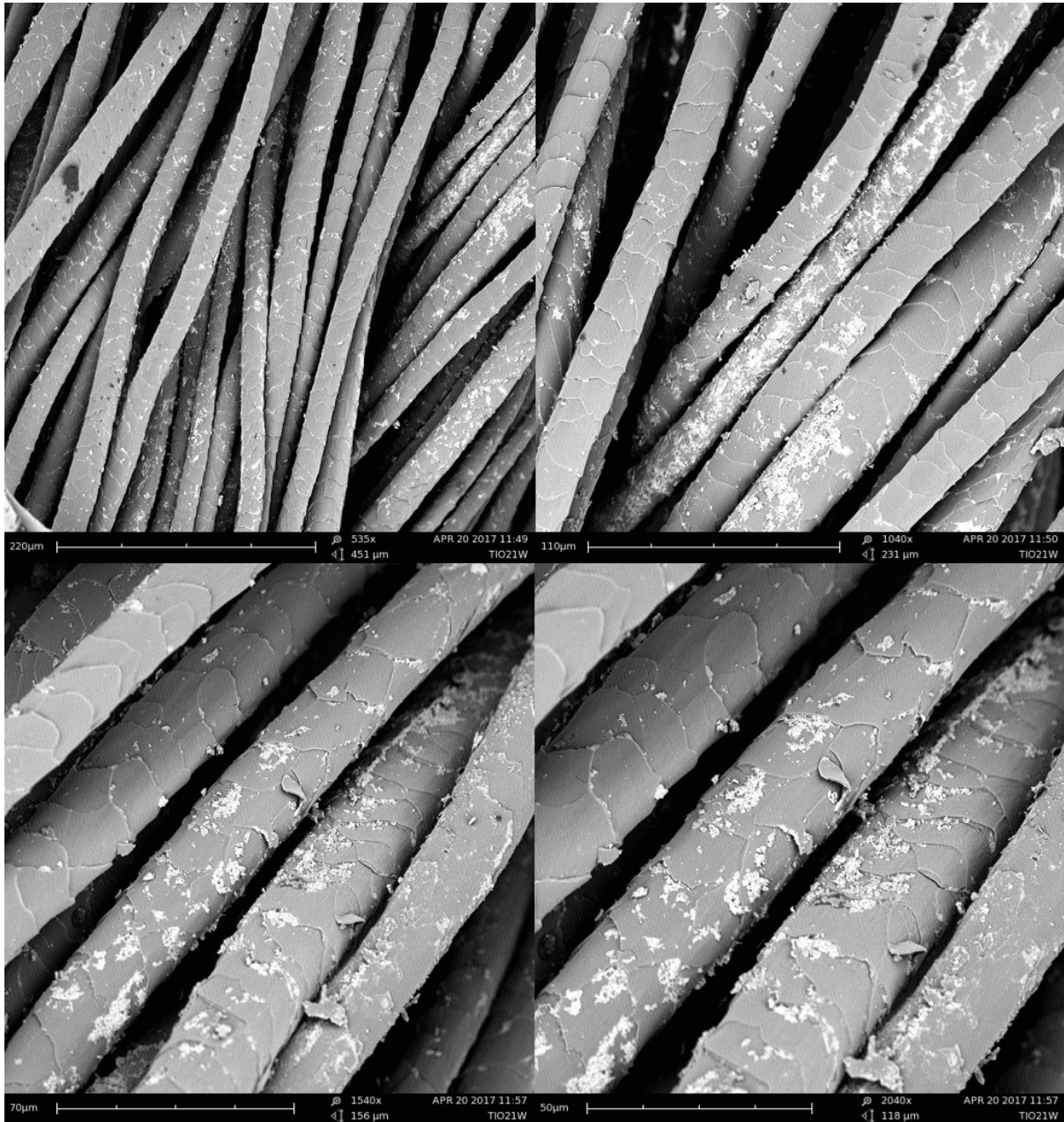


Figura 29: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, após uma lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Após apenas uma lavagem da amostra, é possível visualizar que muitas das nano partículas de dióxido de titânio saíram da fibra de lã quando comparadas com a amostra das imagens anteriores, mas, ao mesmo tempo, consegue-se ver uma grande quantidade da matéria espalhada de forma relativamente uniforme em todo o seu entorno.

4.1.7. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio - 5 lavagens

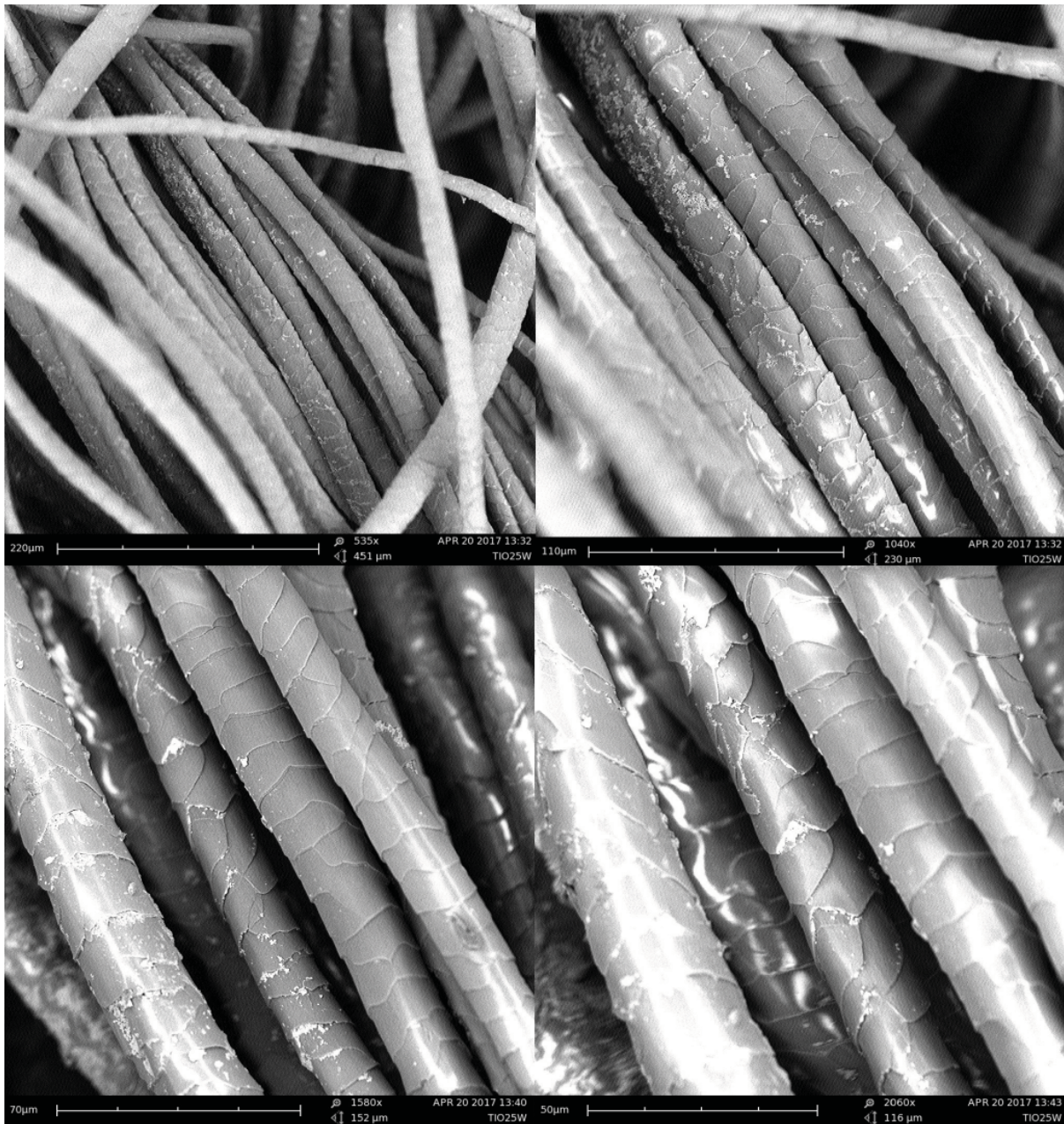


Figura 30: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, após cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Mesmo após cinco lavagens, é possível se visualizar que as nano partículas continuam bem fixadas na amostra, mesmo que aqui se consiga perceber uma não uniformidade na sua concentração em alguns pontos da mesma. Isso pode-se ser justificado pela estrutura da malha em si, que pode deixar alguns pontos menos expostos do que outros aos produtos de limpeza e outros agentes externos.

4.1.8. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio - 10 lavagens

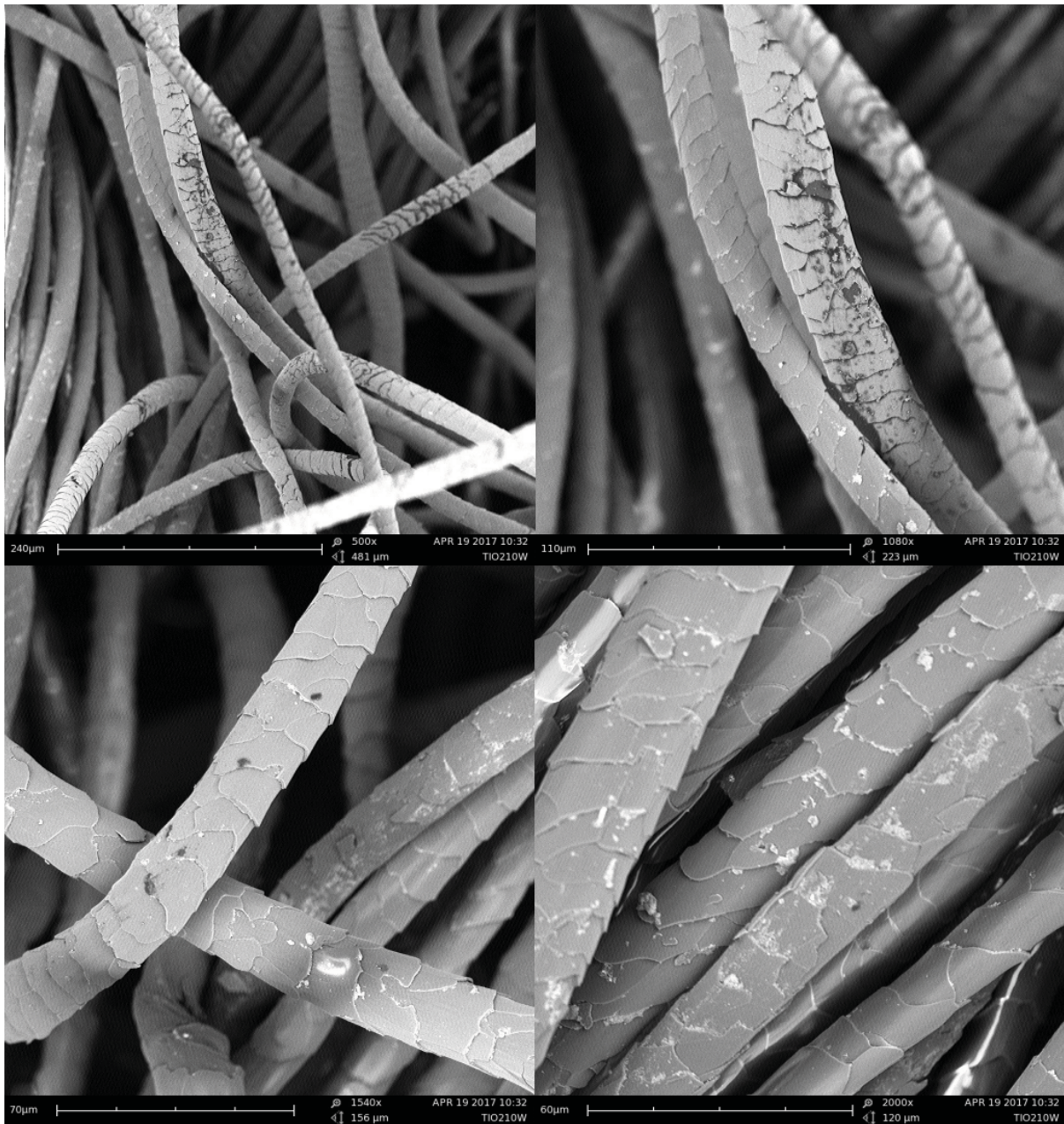


Figura 31: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio vista em microscopia eletrônica, após dez lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Após dez lavagens é possível perceber que a quantidade de nano partículas encontrada nas fibras da amostra são substancialmente menores quando comparadas, principalmente, a primeira amostra na qual não ocorreu nenhuma lavagem. Mas quando observamos imagens com uma maior quantidade de zoom (entre 1500x e 2000x), é possível perceber que, mesmo depois de tantas lavagens, podemos visualizar uma quantidade razoável do material, o que mostra um pouco da sua resistência e seu poder de fixação, mesmo sem um agente a mais.

4.1.9. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante - sem lavagem

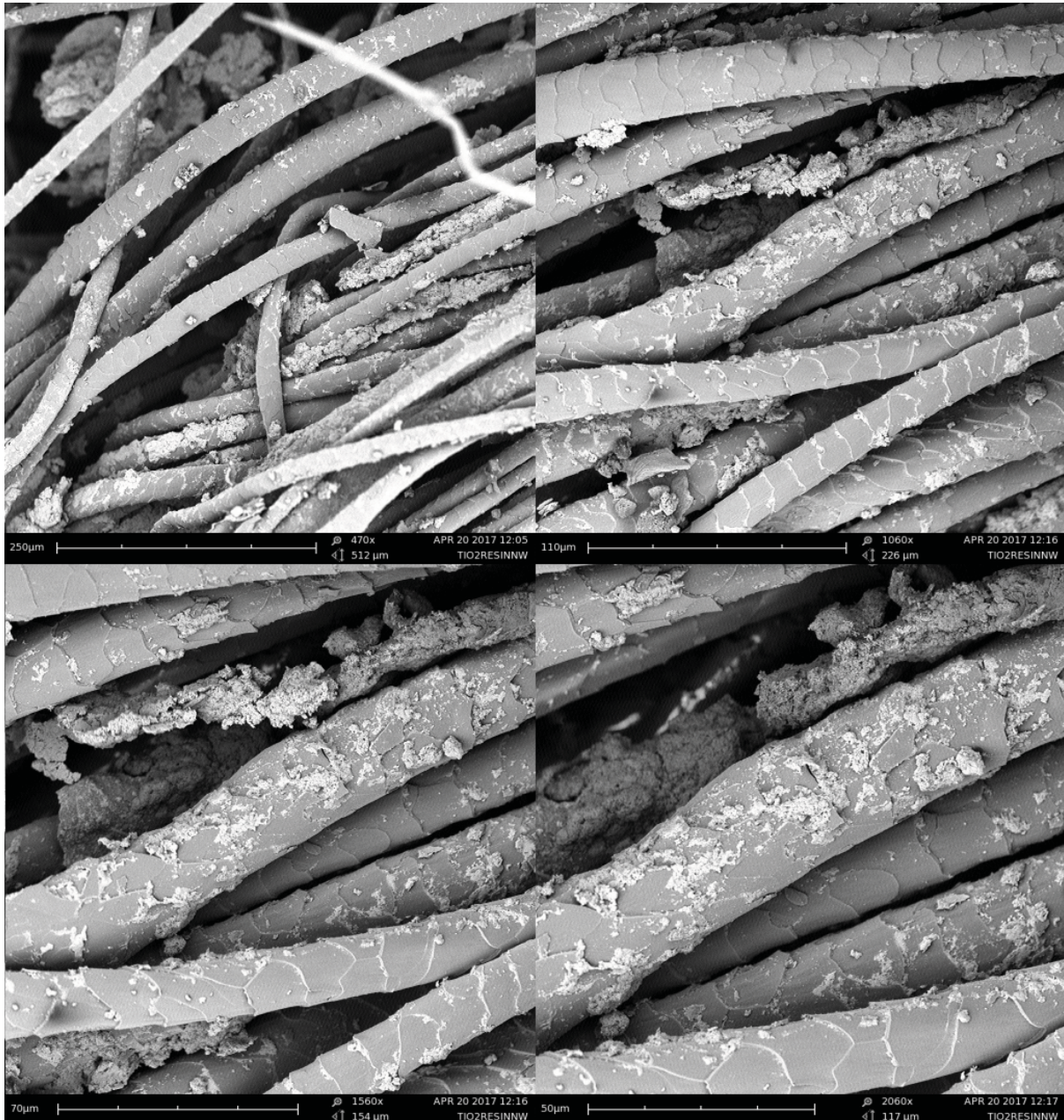


Figura 32: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, sem lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Quando comparado com a amostra que recebeu apenas dióxido de titânio, é possível reparar nas imagens a cima a forma na qual o reticulante fez com que as nanopartículas fossem distribuídas de uma maneira completamente não uniforme, existe uma grande concentração do material em pontos específicos da amostra que não se encontra em outros pontos. Mas, ao mesmo tempo, esta amostra representa que existiu uma grande taxa de deposição da solução por parte da amostra de malha em si.

4.1.10. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e resina - 1 lavagem

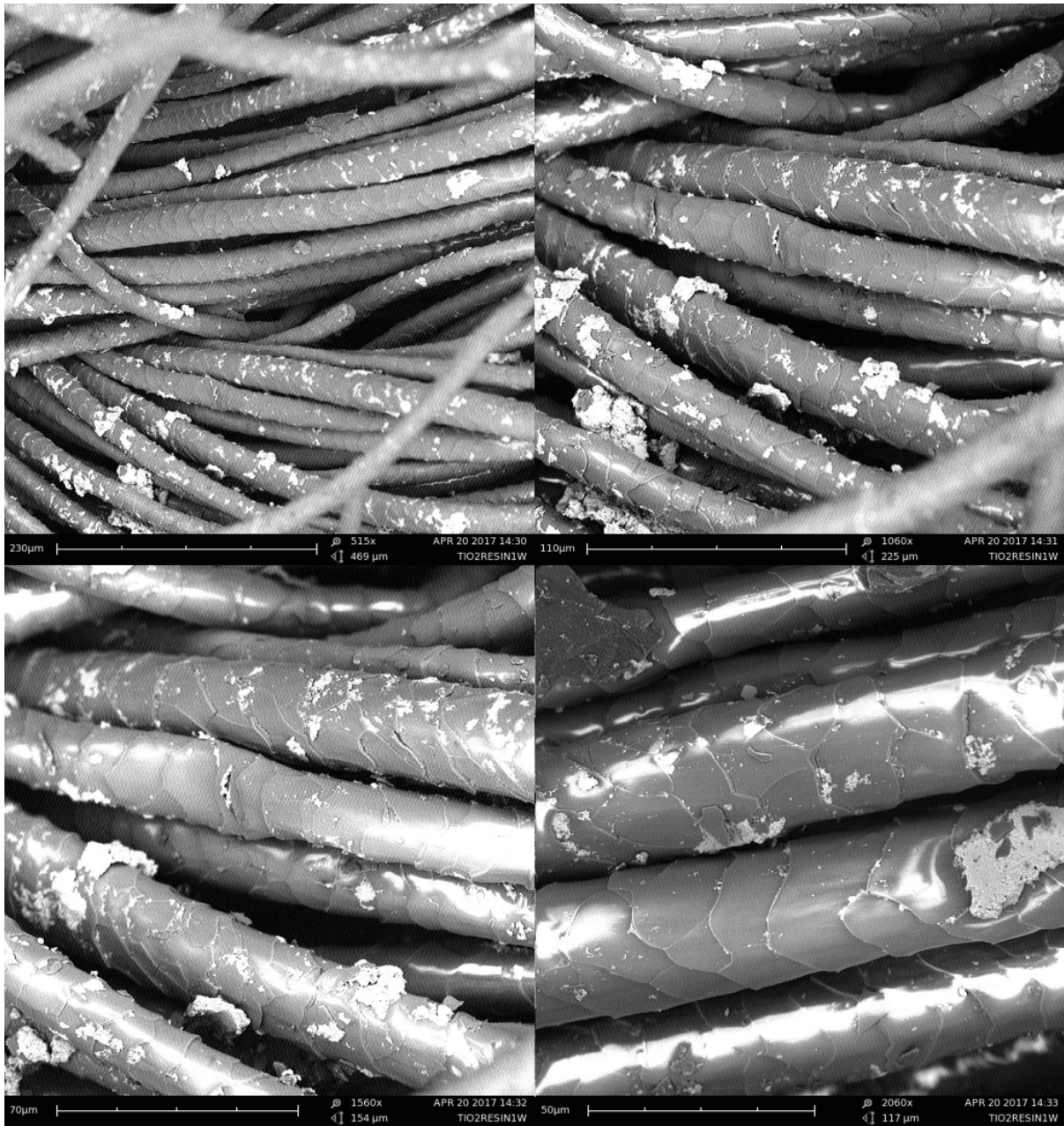


Figura 33: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, após uma lavagem. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Após apenas uma lavagem já é possível se perceber que uma quantidade significativa das partículas da solução produzida não se fixou na amostra, como também pode ser visto na amostra que recebeu apenas o tratamento com dióxido de titânio. Nesta imagem também mostra o fator apresentado na amostra anterior da não uniformidade da distribuição das partículas ao longo da malha.

4.1.11. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante - 5 lavagens

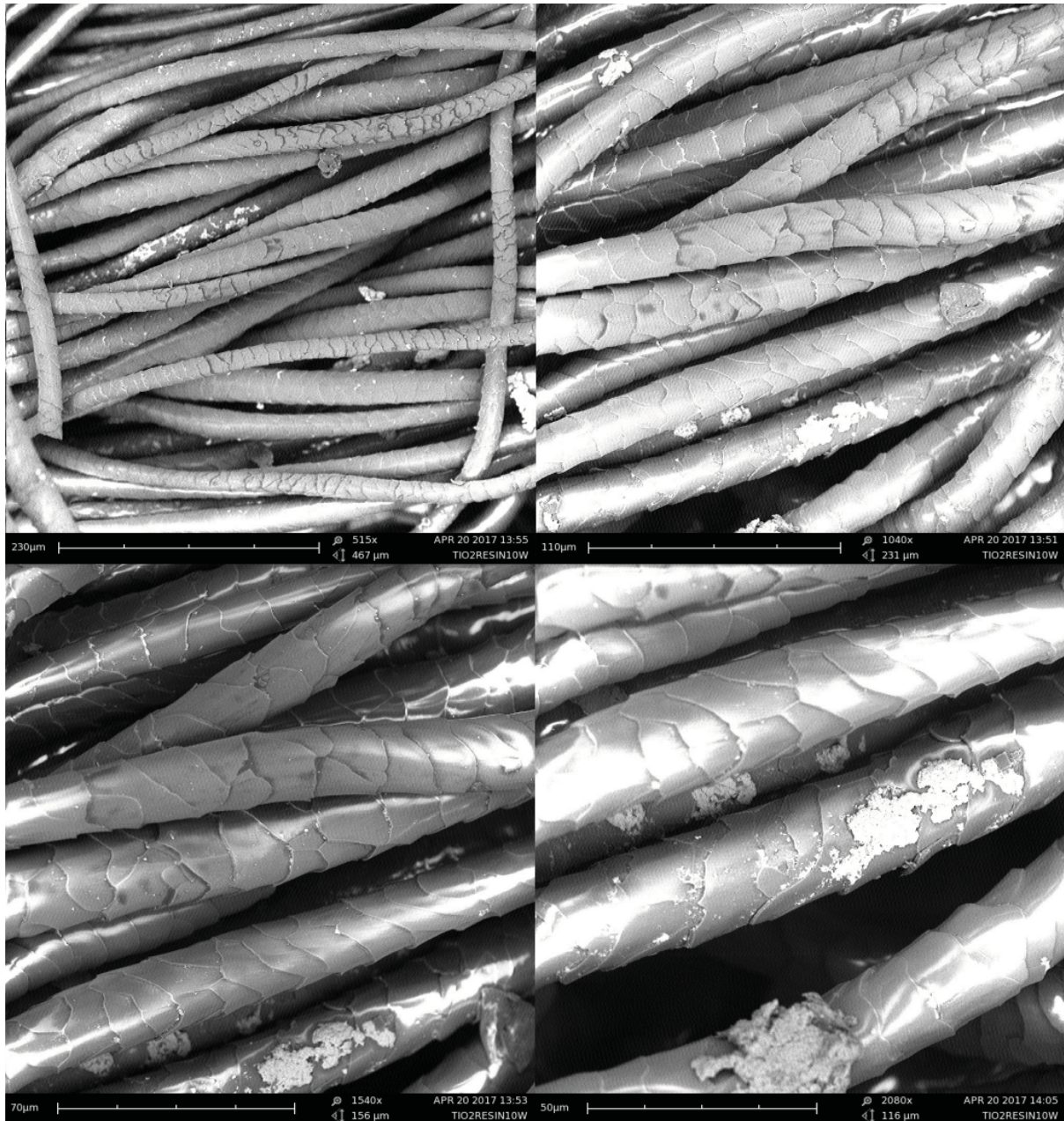


Figura 34: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, após cinco lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Nesta amostra, após apenas cinco lavagens, já se vê uma redução severa na concentração de TiO₂ na amostra quando comparada com a amostra original sem nenhuma lavagem. As partículas continuam concentradas de uma forma não uniforme em alguns pontos, enquanto em outros quase não se vê nada.

4.1.12. Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante - 10 lavagens

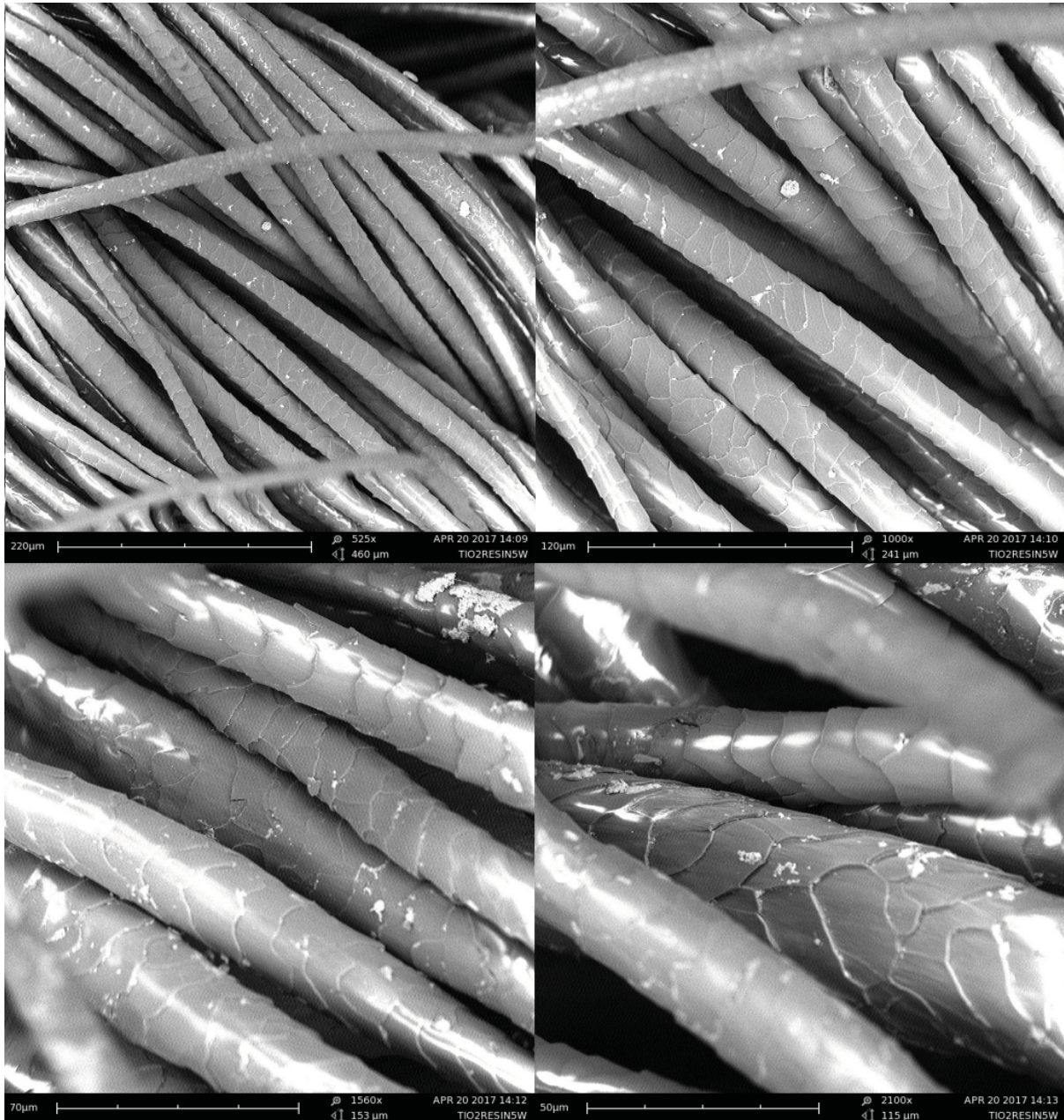


Figura 35: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante vista em microscopia eletrônica, após dez lavagens. (Ampliações: 500x, 1000x, 1500x, 2000x)

Fonte: Acervo pessoal.

Após dez lavagens, quase não se consegue visualizar em vários pontos da amostra a existência da solução de dióxido de titânio com o reticulante. Levando em consideração em que a resina foi aplicada nas amostras como uma espécie de fixador do dióxido de titânio, isso pode mostrar a necessidade de se reavaliar a concentração da resina nesta solução ou de usar outro tipo de material como fixador.

Da mesma forma que nas amostras anteriores, os pontos nos quais ainda se é possível de encontrar as partículas da solução realizada ela se apresenta de forma não uniforme, ou seja, com alguns pontos que existe uma maior concentração do que outros.

4.1.13. Conclusões

Após a análise a fundo destas amostras, é possível se perceber um melhor comportamento de fixação nas amostras que receberam o banho de dióxido de titânio com o reticulante quando comparada com as duas outras soluções apresentadas. Isto pode significar, de certa forma, a maior durabilidade da propriedade de self-cleaning nas amostras de malha de lã, que é o objetivo principal deste estudo.

Vale também levar em consideração os resultados atingidos neste teste de lavagem para poder compará-los também com os resultados do teste a seguir, pois a questão relatada da não uniformidade das partículas nas amostras com resina pode também significar em uma não uniformidade no processo de auto-limpeza dessas mesmas amostras que foram manchadas com os tingimentos naturais que foram apresentados no capítulo anterior.

4.2. Teste de self-cleaning

Abaixo é possível de se analisar, a nível cronológico, as amostras diariamente e, gradativamente, ver a partir dos resultados o quanto que cada tingimento natural respondeu a combinação da solução na amostra em si, combinado ao contato direto com o sol e radiação.

Todas as análises foram feitas dentro de um período de nove dias, de acordo com as condições climáticas do período no qual os testes foram realizados.

4.2.1. Amostras sem tratamento

SEM TRATAMENTO

CÚRCUMA

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	79,3131	76,8839	77,1895	78,7072	79,8856	79,5296	80,6888	79,8617	79,9586
a*	0,7487	-0,1625	0,8527	1,5181	0,9564	0,9675	0,8859	0,8557	0,7855
b*	17,1225	36,6875	29,6343	16,9211	14,8007	15,1426	14,6805	14,6943	14,7795
C*	17,1388	36,6879	29,6466	16,9891	14,8316	15,1734	14,7072	14,7192	14,8004
h*	87,4964	90,2538	88,3519	84,8734	86,3028	86,3440	86,5465	86,6671	86,9577
DE*ab			13,1138	1,1311	2,5440	1,8526	2,5189	2,1965	2,1814

Tabela 10: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.

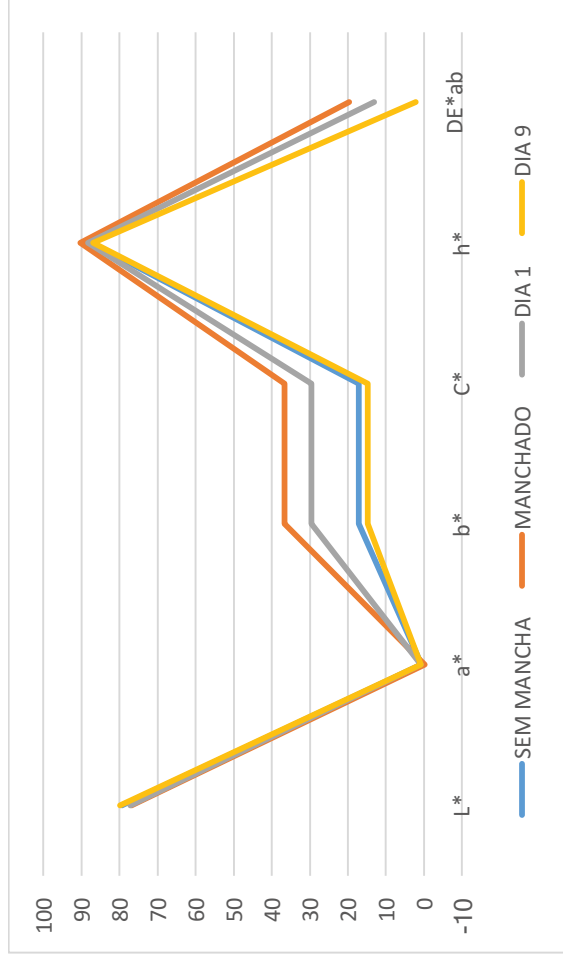


Gráfico 1: Progressão do L*a*b* na amostra sem tratamento manchada com cúrcuma.

SEM TRATAMENTO

CAFÉ

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	79,3131	75,9318	74,3286	76,2693	77,4252	77,8101	77,8621	77,4859	75,6788
a*	0,7487	1,2937	1,5995	1,4067	1,1139	0,9904	1,0028	1,0136	1,4321
b*	17,1225	16,8025	16,7047	14,8378	13,3571	13,2902	13,1002	13,4923	13,9750
C*	17,1388	16,8522	16,7811	14,9044	13,4035	13,3270	13,1386	13,5303	14,0482
h*	87,4964	85,5971	84,5306	84,5844	85,2331	85,7383	85,6227	85,7036	84,1489
DE*ab		3,4399	5,4189	3,9344	3,9193	4,0968	4,0188	3,9571	4,5432

Tabela 11: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar

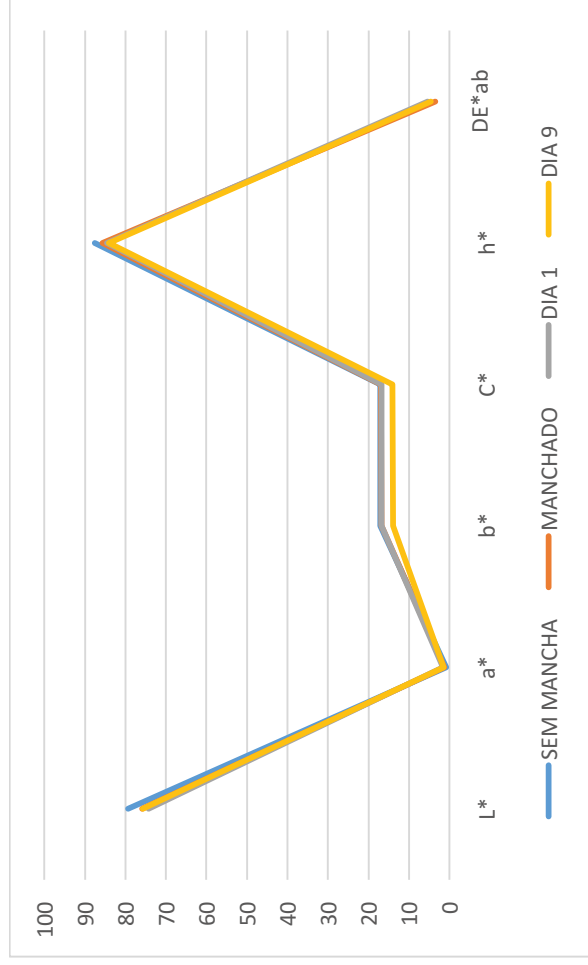


Gráfico 2: Progressão do L*a*b* na amostra sem tratamento manchada com café.

SEM TRATAMENTO										
CHÁ VERMELHO										
	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9	
L*	79,3131	68,8531	69,023	73,4526	74,8891	75,5797	75,2797	76,7177	75,7702	
a*	0,7487	6,7804	6,1158	2,9321	2,7719	2,4142	3,0001	1,8694	1,8783	
b*	17,1225	20,6619	19,9998	16,5463	17,8403	17,3957	17,1452	16,9161	16,9068	
C*	17,1388	21,746	20,914	16,8041	18,0544	17,5624	17,4057	17,0191	17,0108	
h*	87,4964	71,8322	72,9966	79,951	81,1685	82,0989	80,0749	83,6940	83,6607	
DE*ab		12,5826	12,4161	6,4113	4,3961	4,3425	4,7355	3,0813	3,5927	

Tabela 12: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.

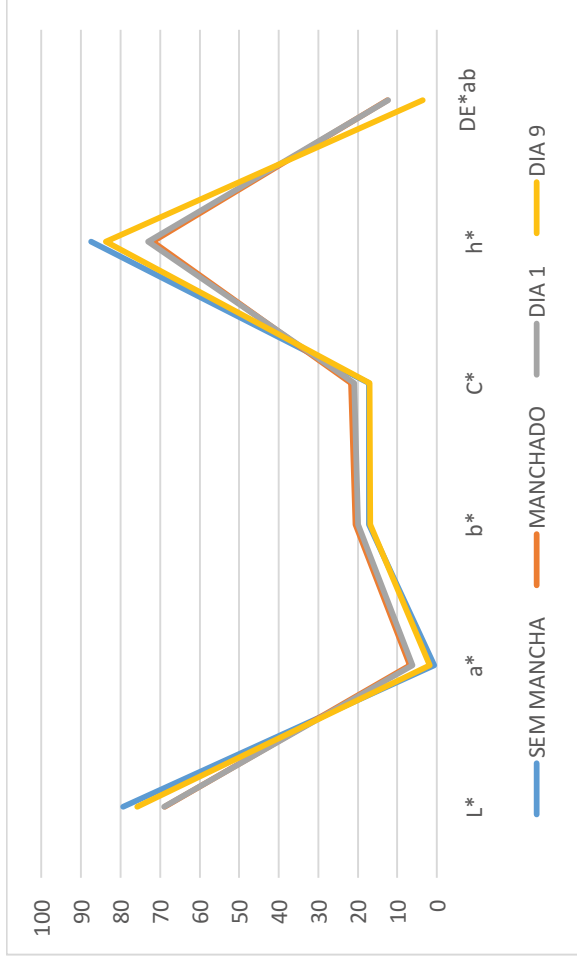


Gráfico 3: Progressão do L*a*b* na amostra sem tratamento manchada com chá vermelho.

SEM TRATAMENTO										
VINHO TINTO										
	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9	
L*	79,3131	61,9522	64,3473	64,8338	67,3976	68,7765	70,2968	71,8856	71,7606	
a*	0,7487	7,0003	6,1908	6,0034	5,6622	5,2895	4,5355	3,7871	4,1171	
b*	17,1225	11,5852	13,4471	13,8526	17,6513	18,0567	17,5253	16,7007	18,0324	
C*	17,1388	13,5359	14,8037	15,0975	18,5372	18,8155	18,1027	17,1248	18,4964	
h*	87,4964	58,8578	65,2797	66,5692	72,2147	73,6726	75,4903	77,2234	77,1388	
DE*ab		19,2652	16,6329	15,8678	12,3470	11,7578	9,9000	8,2794	8,2478	

Tabela 13: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.

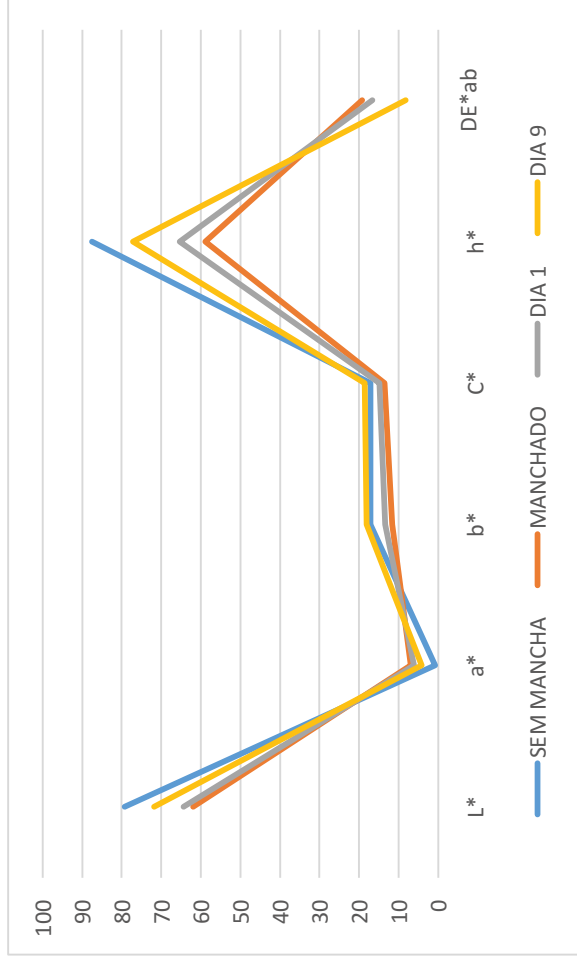


Gráfico 4: Progressão do L*a*b* na amostra sem tratamento manchada com vinho tinto.

SEM TRATAMENTO									
MOLHO DE TOMATE									
PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1-3	DIA 4	DIAS 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 9
RADIAÇÃO		43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9	
L*	79,3131	60,6273	68,2051	70,8610	73,4332	73,5926	73,4200	72,7929	
a*	0,7487	24,5647	9,9529	7,8141	5,6142	5,7864	6,1807	3,7560	
b*	17,1225	37,9178	19,4203	18,3392	20,0794	19,7495	21,8995	19,0620	
C*	17,1388	45,1795	21,8222	19,9663	20,8495	20,5798	22,7550	19,4286	
h*	87,4964	57,0631	62,8649	66,9605	74,3789	73,6701	74,2392	78,8531	
DE*ab		36,7262	12,2423	11,2423	8,5163	8,1098	9,2082	7,0297	

Tabela 14: Amostra dos tecidos sem tratamento que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.

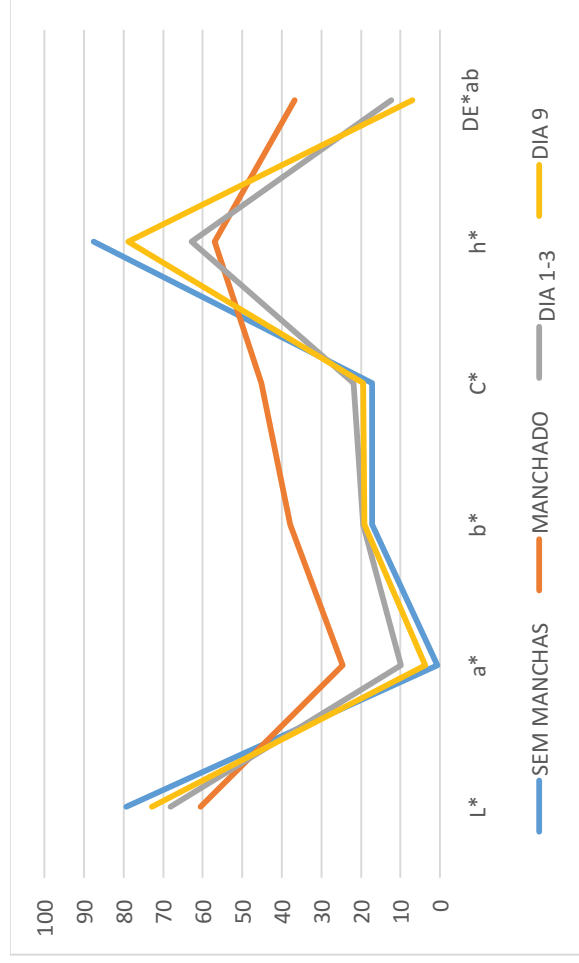


Gráfico 5: Progressão do L*a*b* na amostra sem tratamento manchada com molho de tomate.

4.2.2. Amostras tratadas com reticulante

RADIÇÃO	TRATAMENTO COM RETICULANTE								
	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
L*	80,4432	77,3309	79,0248	79,6601	80,5438	80,4849	80,6214	82,0194	81,0696
a*	0,5731	-0,4466	1,8014	1,4064	0,9064	0,8950	0,8220	0,7830	0,7273
b*	15,3205	37,8238	17,8569	16,4757	14,7404	14,9982	14,5890	12,6149	14,2025
C*	15,3312	37,8264	17,9475	16,5356	14,7682	15,0248	14,6122	12,6392	14,2211
h*	87,8576	90,6766	84,2396	16,5356	86,4811	86,5849	86,7753	86,4483	87,0685
DE*ab		22,7404	1,7564	1,2704	1,3698	1,2056	1,3545	2,4523	2,4798

Tabela 15: Amostra dos tecidos tratados com reticulante que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.

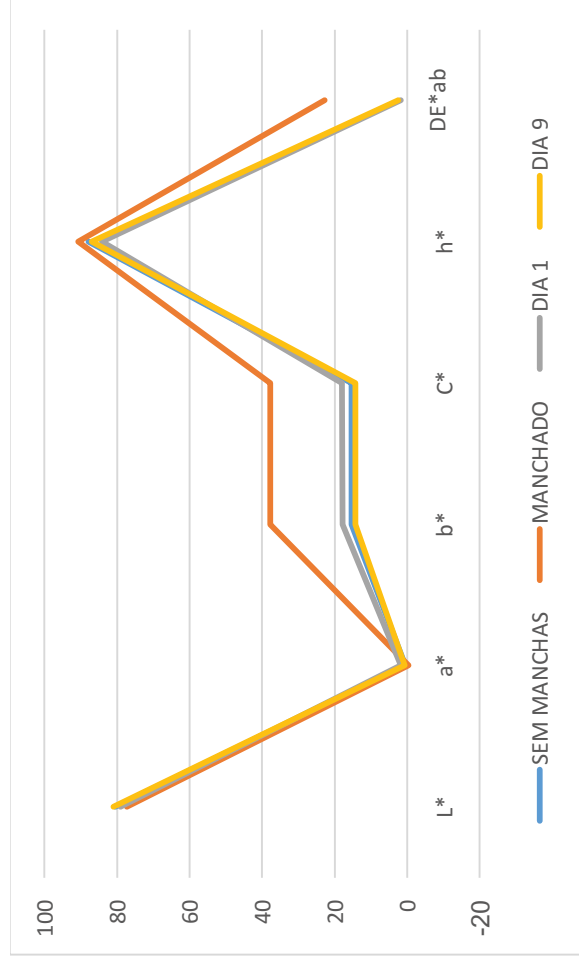


Gráfico 6: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com reticulante, manchada com cúrcuma.

TRATAMENTO COM RETICULANTE									
CAFÉ									
	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	80,4432	77,3688	77,8629	78,2382	78,7837	79,3884	78,8731	81,2664	79,9796
a*	0,5731	1,0425	0,9435	0,8384	0,7393	0,6459	0,7384	0,5421	0,5836
b*	15,3205	16,8322	14,2888	13,6593	12,8621	13,0533	13,3285	11,6737	12,7588
C*	15,3312	16,8644	14,3199	13,685	12,8833	13,0693	13,3489	11,6862	12,7721
h*	87,8576	86,456	86,2222	86,4877	86,7105	87,1673	86,8292	87,3411	87,3809
DE*ab		3,458	2,824	3,328	3,2233	3,1275	2,7409	3,1881	3,7437

Tabela 16: Amostra dos tecidos tratados com reticulante que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.

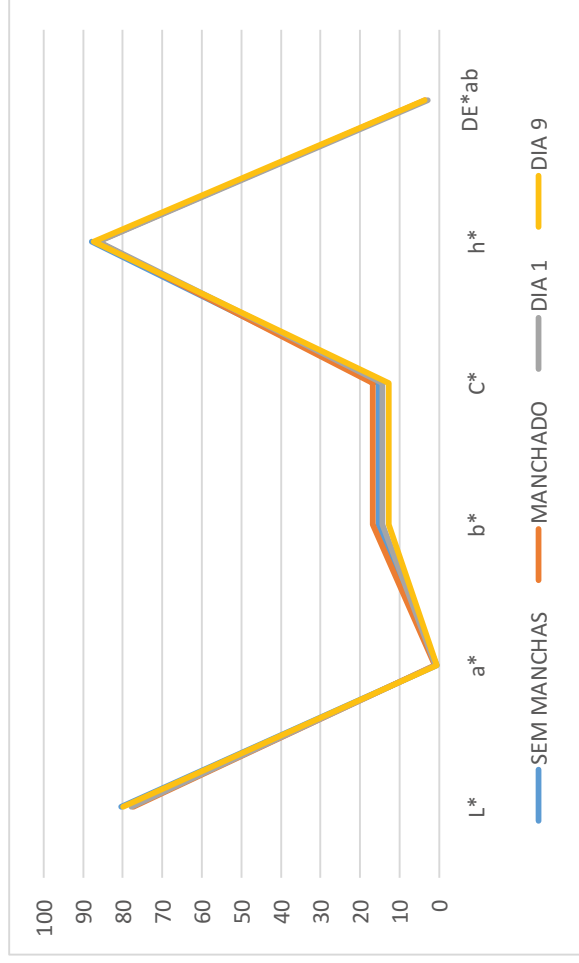


Gráfico 7: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com reticulante, manchada com café.

TRATAMENTO COM RETICULANTE										
CHÁ VERMELHO										
PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9		
RADIAÇÃO		43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9		
L*	80,4432	76,1135	76,3743	77,5140	77,3546	76,9816	80,0468	78,8566		
a*	0,5731	2,4873	1,9871	1,8879	1,4514	1,3736	1,2216	1,0058		
b*	15,3205	16,0167	14,4645	14,147	13,3666	13,7780	14,9435	13,4693		
C*	15,3312	16,2086	14,6004	14,2724	13,4304	13,8463	14,9933	13,5068		
h*	87,8576	81,1729	82,1777	82,3988	84,4141	84,3067	85,3266	85,7293		
DE*ab		5,5093	4,0317	4,7069	3,4783	3,8571	1,3198	3,3361		

Tabela 17: Amostra dos tecidos tratados com reticulante que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.

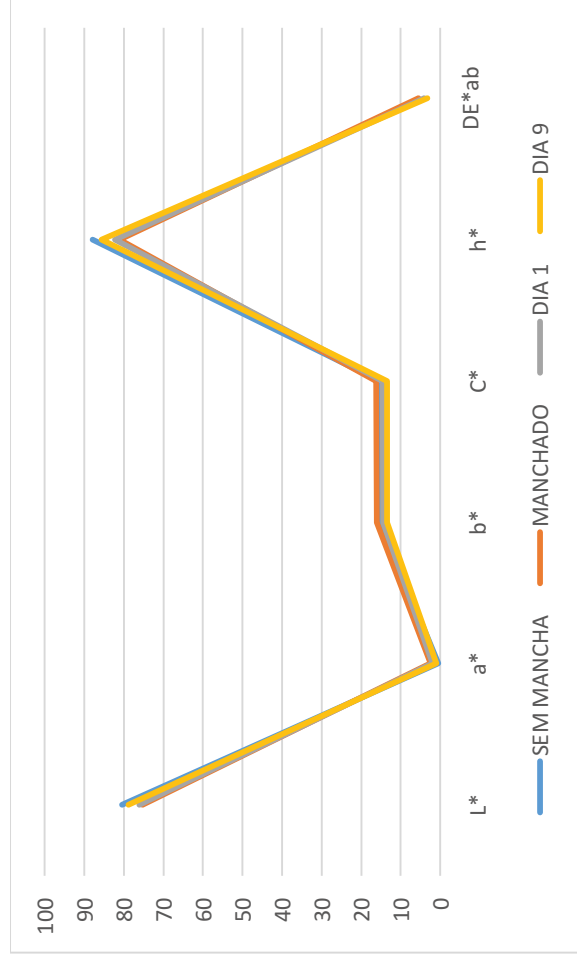


Gráfico 8: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com reticulante, manchada com chá vermelho.

TRATAMENTO COM RETICULANTE										
VINHO TINTO										
PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9		
RADIAÇÃO		43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9		
L*	80,4432	63,6247	63,0504	65,4111	70,0601	70,3746	76,6548	72,4304		
a*	0,5731	7,314	7,3972	6,9338	5,1150	4,8907	2,2795	4,1853		
b*	15,3205	11,7896	14,7789	15,0371	18,9960	18,2708	13,3926	18,5496		
C*	15,3312	13,891	16,4897	16,7581	19,6726	18,9140	13,5852	19,0159		
h*	87,8576	58,0735	63,6693	63,806	74,9297	75,0146	80,3405	77,2855		
DE*ab		19,9866	16,9487	18,6772	15,9294	11,5855	11,0876	5,0271		8,8090

Tabela 18: Amostra dos tecidos tratados com reticulante que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.

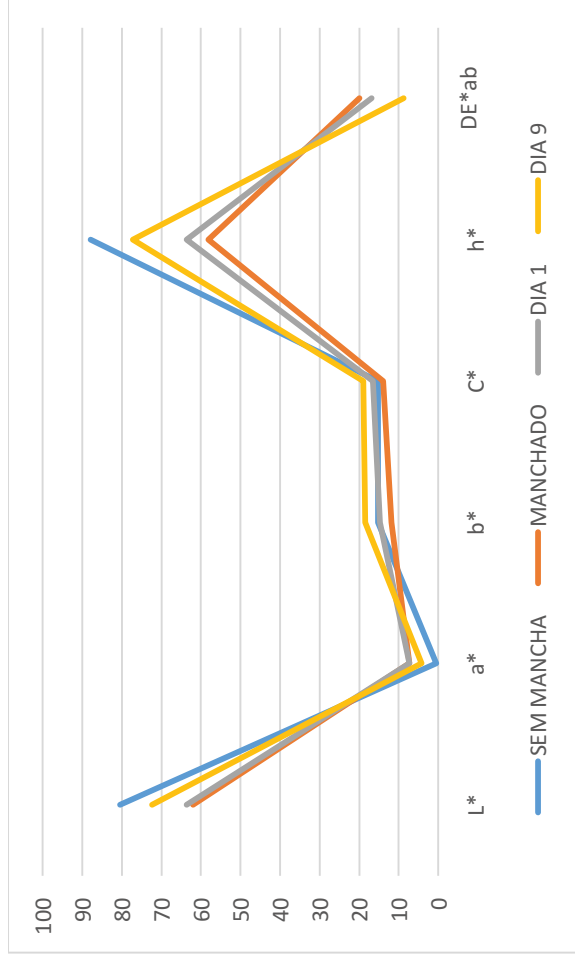


Gráfico 9: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com reticulante, manchada com vinho tinto.

TRATAMENTO COM RETICULANTE									
MOLHO DE TOMATE									
	PADRÃO	MANCHADOS	DIAS 1-3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			100	22,4	42,6	36,6	40,0	49,9	
L*	80,4432	61,2756	69,6825	69,5881	70,1633	72,0125	72,6547	74,6045	
a*	0,5731	25,9931	10,1219	10,2092	9,6089	7,0141	8,3400	7,3397	5,6568
b*	15,3205	39,8547	19,9555	20,2692	19,3424	21,9256	21,9110	22,6952	20,8172
C*	15,3312	47,5819	22,3757	22,6951	21,5977	23,0202	23,4445	23,8525	21,5721
h*	87,8576	56,8877	63,1047	63,2665	63,5828	72,2603	69,1617	72,0787	74,7976
DE*ab		40,1933	14,4692	15,0763	14,0602	14,5911	12,5416	12,1077	9,1516

Tabela 19: Amostra dos tecidos tratados com reticulante que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.

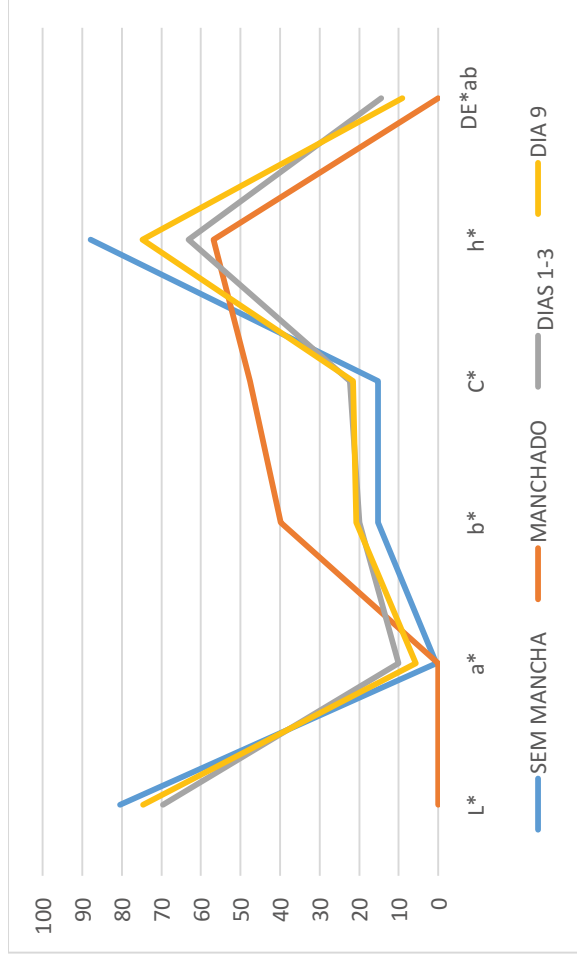


Gráfico 10: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com reticulante, manchada com molho de tomate.

4.2.3. Amostras tratadas com dióxido de titânio

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO									
CÚRCUMA									
RADIAÇÃO	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	83,4397	79,5996	82,8468	83,0785	83,7175	83,9120	83,6056	83,9784	84,3370
a*	0,0783	-0,7571	0,8299	0,6834	0,5810	0,5086	0,6669	0,5511	0,4530
b*	12,3281	37,1748	14,4851	13,633	12,1158	11,4737	11,9413	11,5588	11,2657
C*	12,3284	37,1825	14,5089	13,6501	12,1297	11,4849	11,9599	11,5719	11,2748
h*	89,6363	91,1667	86,7208	87,1302	87,2547	87,4618	86,8036	86,9890	87,6973
DE*ab		25,1556	2,4501	0,9223	1,6210	2,1376	2,0215	2,2345	2,4795

Tabela 20: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.

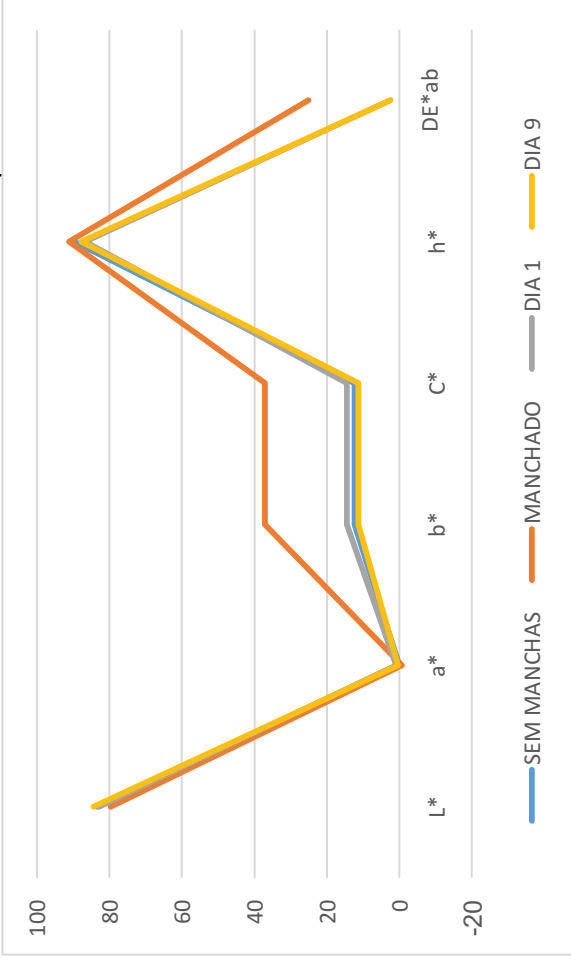


Gráfico 11: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com cúrcuma.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO

CAFÉ

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	83,4397	71,0491	76,0348	76,437	80,8556	81,2491	81,8204	81,7757	82,4530
a*	0,0783	5,1451	2,9018	2,7523	0,9324	0,7260	0,7173	0,7184	0,6353
b*	12,3281	24,9702	21,5115	20,6497	14,8282	13,9868	13,2477	12,2598	12,1374
C*	12,3284	25,4948	21,7063	20,8323	14,8575	14,0056	13,2671	12,2808	12,1541
h*	89,6363	78,3572	82,3176	82,4082	86,4019	87,0288	86,9008	86,6462	87,0037
DE*ab		18,4126	12,267	9,74	2,7480	2,2245	1,0500	1,7481	1,5245

Tabela 21: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.

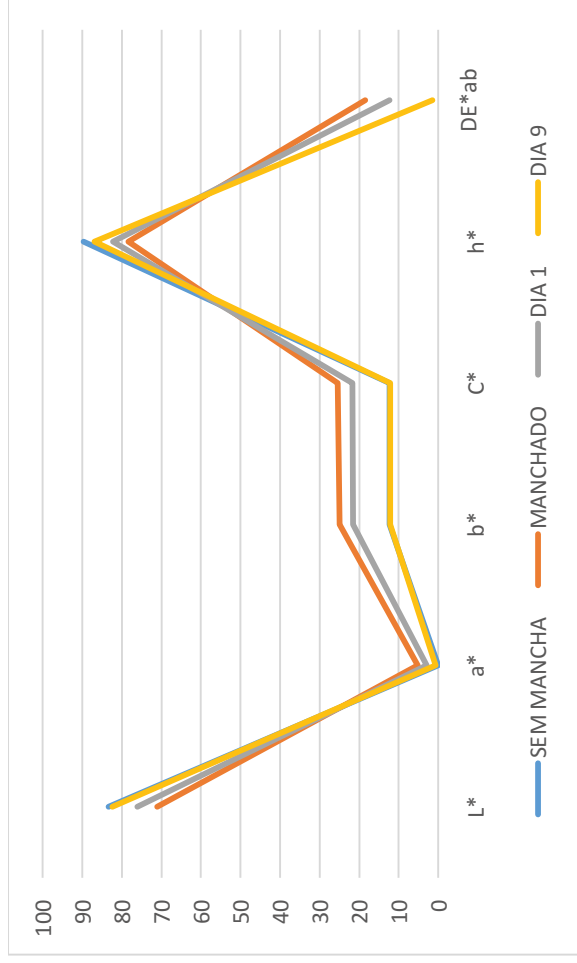


Gráfico 12: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com café.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO

CHÁ VERMELHO

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	83,4397	68,5411	70,6151	73,5054	80,0143	79,9107	80,4257	80,5894	80,8508
a*	0,0783	7,8862	6,0304	4,9955	1,0099	0,9508	0,9143	0,8678	0,7941
b*	12,3281	23,6538	22,0538	21,4338	11,9888	12,1931	11,8591	11,7717	11,4662
C*	12,3284	24,9339	22,8634	22,0083	12,0313	12,2301	11,8943	11,8037	11,4936
h*	89,6363	71,5615	74,7068	76,8804	85,1848	85,5411	85,5913	85,7841	86,0384
DE*ab		20,2782	17,3069	12,8909	3,6542	3,7547	2,9596	3,1401	3,0741

Tabela 22: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.

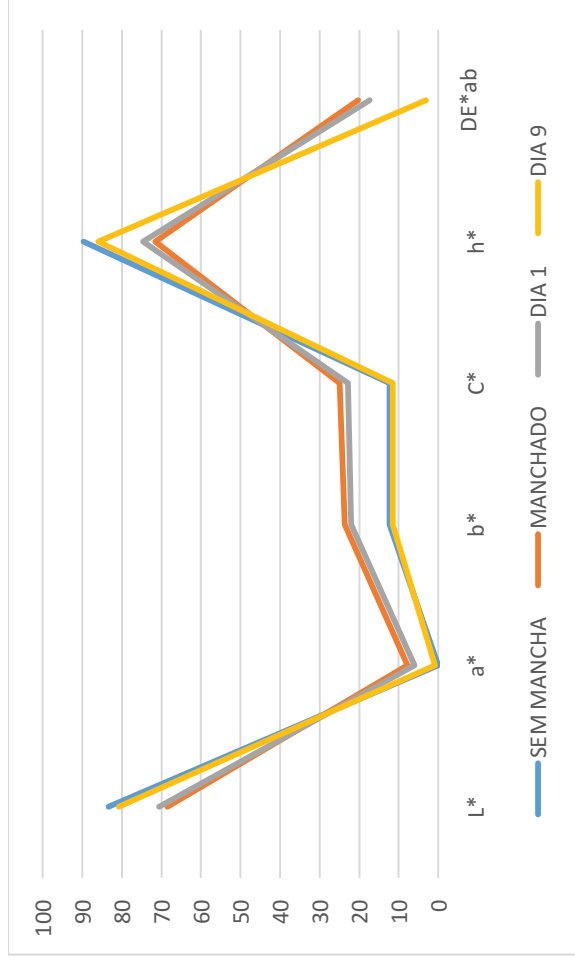


Gráfico 13: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com chá vermelho.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO

VINHO TINTO

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	83,4397	65,6169	67,5266	70,336	75,2368	76,1334	77,2787	76,2068	78,0500
a*	0,0783	7,8758	6,4856	5,5693	2,4263	2,3287	2,4160	2,1080	1,7874
b*	12,3281	12,3762	16,4288	17,1966	13,9411	14,0740	12,3913	13,0197	12,8363
C*	12,3284	14,6696	17,6626	18,0759	14,1506	14,2654	12,6246	13,1893	12,9602
h*	89,6363	57,5285	68,4575	72,055	80,1273	80,6050	78,9673	80,8031	82,0726
DE*ab		19,454	17,7903	13,6644	8,2731	7,5523	5,9394	7,1482	5,3678

Tabela 23: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.

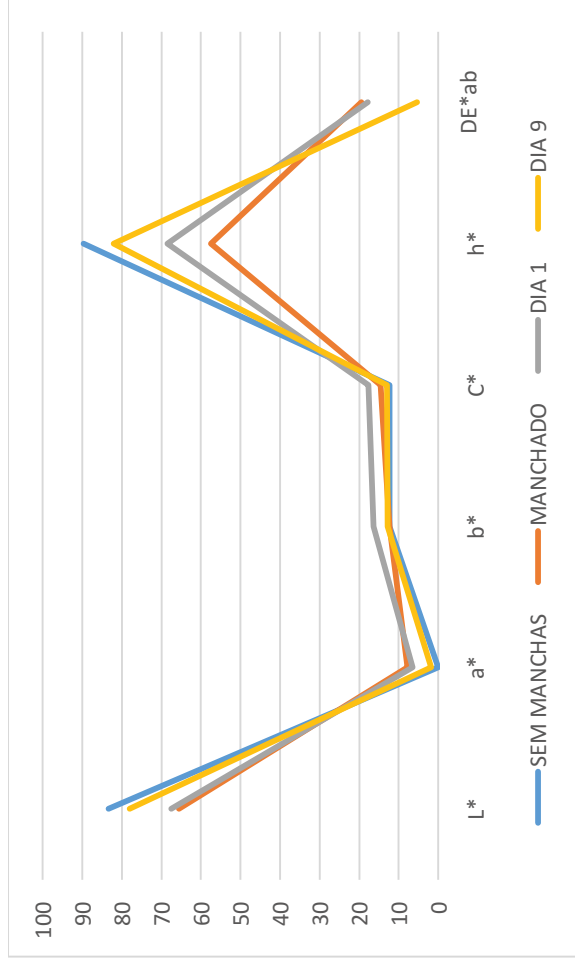


Gráfico 14: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com vinho tinto.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO

MOLHO DE TOMATE

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1-3	DIA 4	DIAS 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			100	42,6	36,6	40,0	49,9	68,9	44,9
L*	83,4397	61,8688	68,3574	68,6537	68,5761	68,4201	69,5963	68,6258	71,2503
a*	0,0783	25,4945	10,0788	9,5362	9,8955	8,8888	8,4463	8,9179	6,2608
b*	12,3281	38,5899	18,8438	19,3370	19,1497	22,3418	21,9149	23,8176	22,3180
C*	12,3284	46,2509	21,3699	21,5606	21,5553	24,0451	23,4862	25,4324	23,1795
h*	89,6363	56,5491	61,8594	63,7495	62,6726	68,3047	68,9226	69,4728	74,3297
DE*ab		42,4379	18,5935	18,3900	17,9153	19,1824	17,9884	18,7400	13,9891

Tabela 24: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.

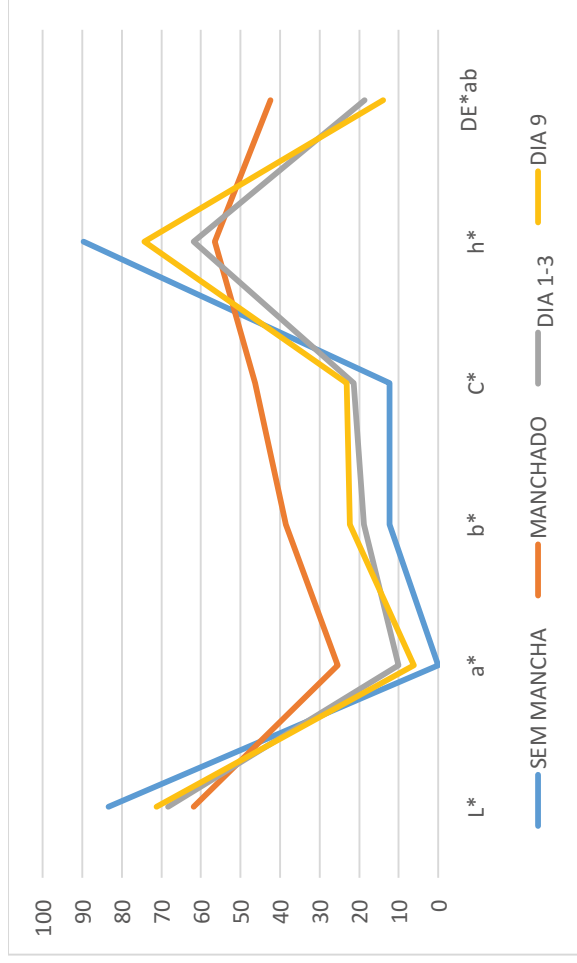


Gráfico 15: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio, manchada com molho de tomate.

4.2.4. Amostras tratadas com dióxido de titânio e reticulante

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO E RETICULANTE									
CÚRCUMA									
RADIAÇÃO	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
L*	80,2755	79,2419	80,9827	80,4793	81,6997	82,2669	82,1285	82,0194	82,0960
a*	0,6114	-0,1368	1,2995	1,5095	0,8392	0,7323	0,7881	0,7830	0,7221
b*	15,4701	31,0985	15,0908	16,506	12,6925	12,6331	12,4964	12,6149	12,4711
C*	15,4822	31,0988	85,0599	16,5749	12,7202	12,6543	12,5212	12,6392	12,4919
h*	87,7368	90,252	85,0599	84,7746	86,2171	86,6826	86,3912	86,4483	86,6864
DE*ab	15,6804	2,2797	3,4871	2,056	1,5901	2,0107	2,4523	3,0695	

Tabela 25: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e reticulante que foram manchados com cúrcuma, após nove dias de exposição solar.

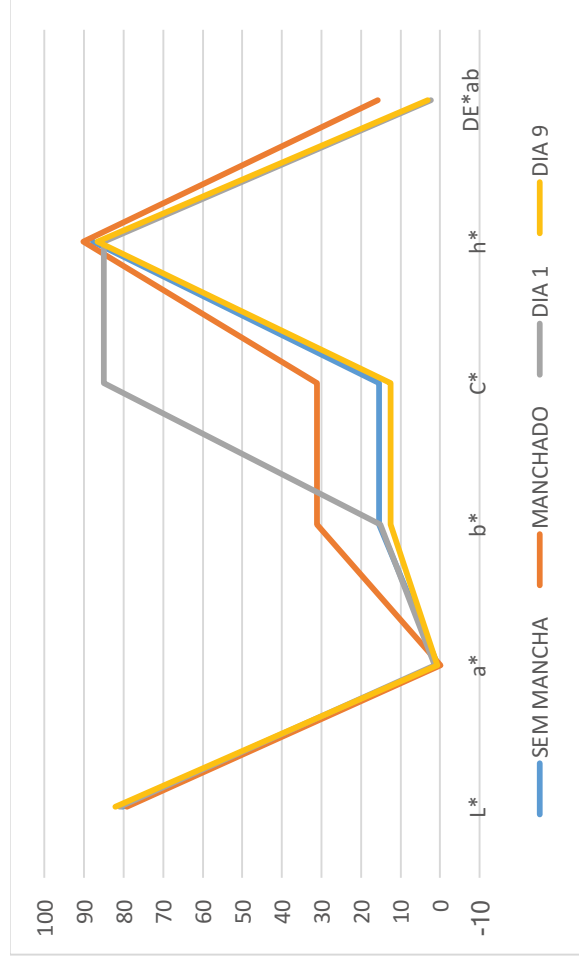


Gráfico 16: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com cúrcuma.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO E RETICULANTE

CAFÉ

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	80,2755	74,3422	79,104	77,959	80,7313	80,5655	80,3539	81,2664	80,7125
a*	0,6114	3,338	0,8525	1,2683	0,5384	0,5479	0,5917	0,5421	0,5124
b*	15,4701	21,9252	14,6067	16,3075	11,6794	11,9328	12,0362	11,6737	11,8567
C*	15,4822	22,1779	14,6316	16,3568	11,6918	11,9454	12,0507	11,6862	11,8678
h*	87,7368	81,3436	86,6598	85,5528	87,3605	87,3711	87,1857	87,3411	87,5256
DE*ab		9,1818	3,2616	4,7898	2,9500	2,5710	2,3934	3,1881	3,4574

Tabela 26: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e reticulante que foram manchados com café, após nove dias de exposição solar.

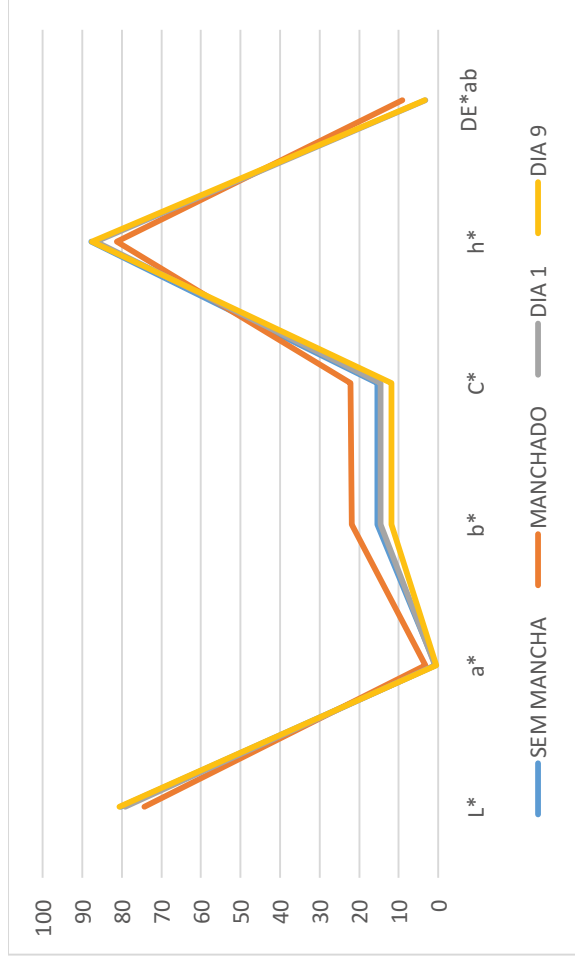


Gráfico 17: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com café.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO E RETICULANTE

CHÁ VERMELHO

	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	80,2755	72,3643	77,5787	76,2352	78,8200	79,6916	79,6935	80,0468	80,3301
a*	0,6114	5,3209	2,1045	2,739	1,7519	1,1941	1,3592	1,2216	1,2006
b*	15,4701	20,754	15,9457	17,2589	16,2377	15,4988	15,7082	14,9435	15,7388
C*	15,4822	21,4252	16,0839	17,4749	16,3319	15,5447	15,7668	14,9933	15,7845
h*	87,7368	75,6203	82,4816	80,9824	83,8422	85,5943	85,0547	85,3266	85,6376
DE*ab			10,6153	7,0487	3,0541	2,7339	2,3055	1,3198	1,0376

Tabela 27: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e reticulante que foram manchados com chá vermelho, após nove dias de exposição solar.

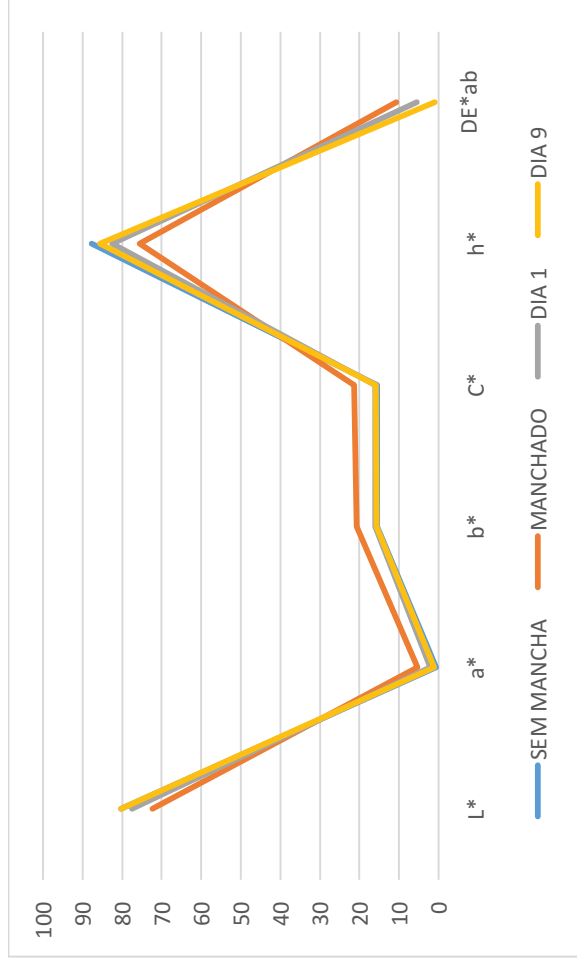


Gráfico 18: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com chá vermelho.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO E RETICULANTE									
VINHO TINTO									
	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1	DIA 2	DIAS 3-5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9
RADIAÇÃO			43,4	22,4	100	42,6	36,6	40,0	49,9
L*	80,2755	62,7105	69,4523	68,1277	74,0256	74,8457	75,4644	76,6548	76,5809
a*	0,6114	7,6104	5,5574	68,1277	2,8973	2,7142	2,5563	2,2795	2,1849
b*	15,4701	11,4195	15,9968	15,9536	15,1405	15,1609	14,5421	13,3926	14,1852
C*	15,4822	13,7231	16,9347	17,103	15,4152	15,4019	14,7650	13,5852	14,3525
h*	87,7368	56,3187	70,8425	68,8751	79,1669	79,8502	80,0302	80,3405	81,2436
DE*ab		19,2652	13,8413	14,9203	7,4625	7,5101	6,1491	5,0271	4,8151

Tabela 28: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e reticulante que foram manchados com vinho tinto, após nove dias de exposição solar.

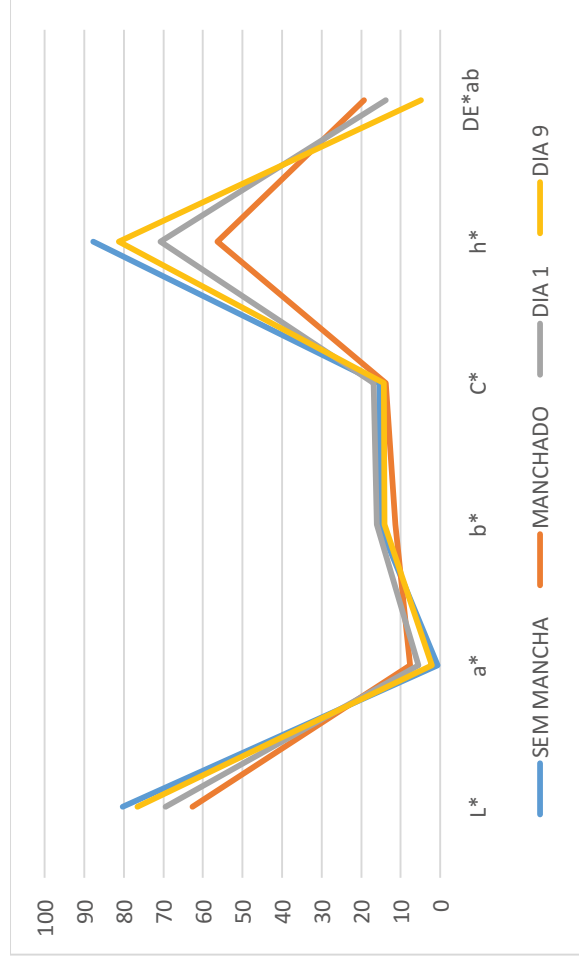


Gráfico 19: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com vinho tinto.

TRATAMENTO COM DIÓXIDO DE TITÂNIO E RETICULANTE										
MOLHO DE TOMATE										
	PADRÃO	MANCHADOS	DIA 1-3	DIA 4	DIAS 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	
RADIAÇÃO			100	42,6	36,6	40,0	49,9	68,9	44,9	
L*	80,2755	63,2778	70,9080	70,6995	70,9927	70,1633	71,0218	70,8587	71,2503	
a*	0,6114	24,8587	7,6942	7,8265	7,1520	7,0141	7,2056	7,3999	6,2608	
b*	15,4701	39,0099	18,8376	19,5117	19,0242	21,9256	21,8395	24,1880	22,3180	
C*	15,4822	46,2572	20,3484	21,0229	20,3242	23,0202	22,9975	25,2946	23,1795	
h*	87,7368	57,4931	67,7825	68,1433	69,3966	72,2603	71,7406	72,9894	74,3297	
DE*ab		37,8282	13,1614	14,5080	13,1388	14,5911	13,6494	16,0463	13,9891	

Tabela 29: Amostra dos tecidos tratados com dióxido de titânio e reticulante que foram manchados com molho de tomate, após nove dias de exposição solar.

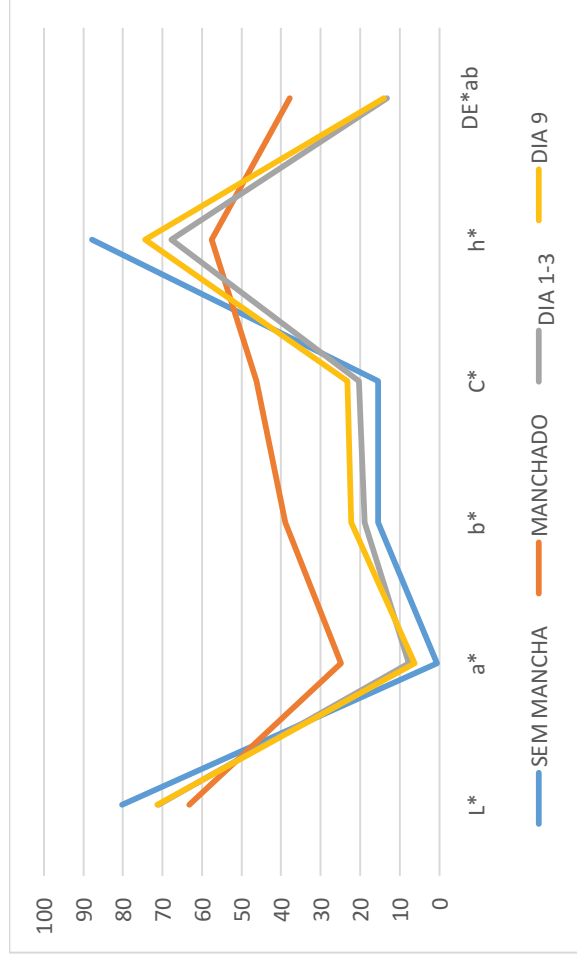


Gráfico 20: Progressão do L*a*b* na amostra tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com molho de tomate.

4.2.5. Análise geral

A análise comparativa das diferentes amostras, com os diferentes tipos de tratamento efectuados, ao longo do tempo permite verificar que há uma melhora significativa na colocação das manchas das malhas tratadas, principalmente naquelas que receberam os tratamentos com dióxido de titânio quando combinado com o reticulante.

Através de uma observação visual é possível constatar que as amostras com o tratamento de dióxido de titânio com reticulante existe uma uniformidade no processo de clareamento das manchas, enquanto que nas que não tem a resina combinada, encontra-se uma menor uniformidade das mesmas.



Figura 36: Comparação de amostras com tratamento de dióxido de titânio, com e sem reticulante, manchadas com molho de tomate no dia da aplicação e cinco dias depois.

Fonte: Acervo pessoal.

Em alguns dos tingimentos naturais, como o do vinho tinto e do molho de tomate, é possível comprovar tanto através das leituras espectrofotométricas quanto através de uma observação visual que, com apenas o período no qual este teste foi realizado, não é possível se remover completamente os as manchas, contudo, estas se tornariam muito menos evidentes ao longo dos dias. Para se comprovar se esta solução é completamente eficaz ou não para estes produtos, seria necessário realizar o mesmo teste ao longo de um período maior de tempo para assim se ver resultados mais satisfatórios ou através do auxílio de uma fonte de irradiação alternativa.

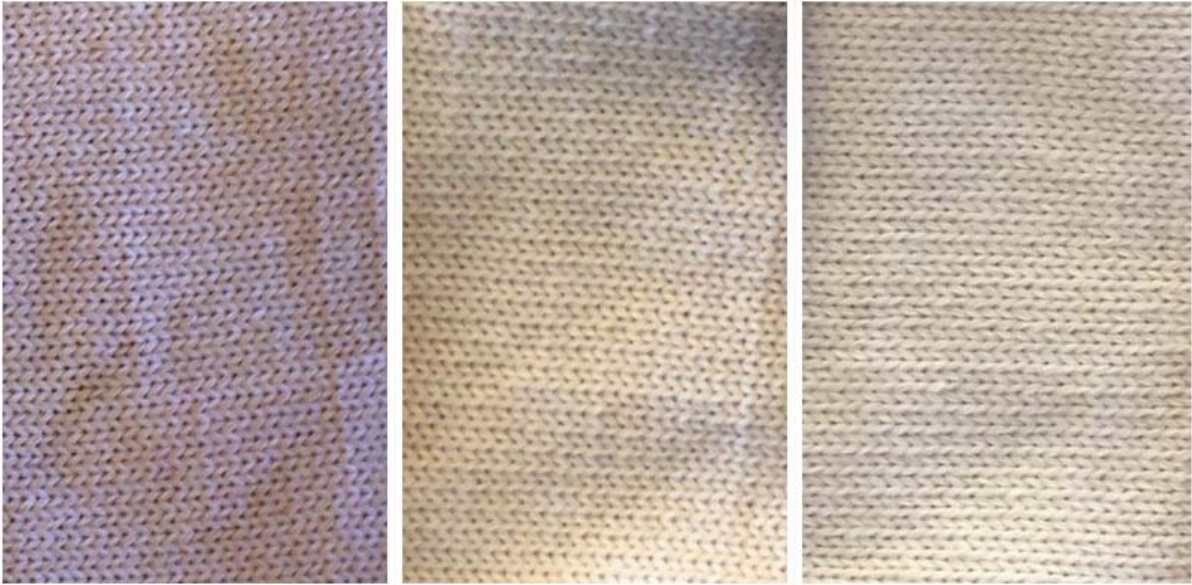


Figura 37: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com vinho nos dias 0, 5 e 9 de testes.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 38: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com molho de tomate nos dias 0, 5 e 9 de testes.

Fonte: Acervo pessoal.

Já em outras, como por exemplo a de cúrcuma e na de café, por possuírem corantes que não possuem uma adesão com tanta substantividade para nas amostras, verifica-se que elas foram clareadas quase que completamente, enquanto em algumas delas, inclusive, aparentam ser até mais claras do que as amostras originais, vulgo aquelas que não foram utilizadas neste teste.



Figura 39: Amostra de malha tratada com dióxido de titânio e reticulante, manchada com cúrcuma nos dias 0, 5 e 9 de testes.

Fonte: Acervo pessoal.

Nas figuras apresentadas, é possível determinar que a combinação utilizada demonstra, inequivocamente, que existe uma boa eficácia na utilização do nanoacabamento de dióxido de titânio para a remoção de manchas e como tal pode ser utilizado com a função de auto-limpante em peças de vestuário feitos em malha 100% lã.

4.3. Peça de vestuário desenvolvida

A camisola desenvolvida foi pensada para o público-alvo feminino que, quando expostas à baixas de temperatura, precisa de utilizar de sobreposições para se manter aquecida, mas ao mesmo tempo sem perder a sua identidade na hora de se vestir. As mangas foram projetadas para serem mais justas, pensando em jaquetas ou casacos que podem ser utilizadas como sobreposição, para poder facilitar o usuário a se vestir graças a diminuição do volume nos braços. A figura abaixo representa a peça produzida.



Figura 40: Vista da camisola desenvolvida.

Fonte: Acervo pessoal.

Capítulo 5

5. Conclusões

Com a realização dos testes, foi possível analisar sim a viabilidade da produção de peças de malha de lã com a propriedade auto-limpantes, mas, ao mesmo tempo, é necessário se fazer outros testes a fim de se estudar se, de fato, as proporções de materiais utilizadas são as ideais, a partir do momento que, ao mesmo tempo que foram atingidos os resultados desejados, em algumas das amostras tratadas de dióxido de titânio com o reticulante é possível, ao tato, que algumas das partículas não foram completamente absorvidas pela malha, o que acaba por deixar rastros nas mãos do usuário que estiver contato com o material, que pode gerar ao consumidor a sensação de um produto mal-acabado.

De maneira geral, o material que foi desenvolvido para os testes realizados nessa dissertação poderá sim ser apresentado para o público geral como uma solução de tendência para peças de vestuário mais sustentáveis.

Capítulo 6

6. Perspectivas Futuras

O trabalho apresentado possui uma matriz inicial no desenvolvimento de vestuários em malhas de lã com a aplicação do dióxido de titânio para fins de se ter uma propriedade fotocatalítica, mas, existem uma série de outros testes que precisam de ser realizados a fim de se estudar a fundo se as amostras feitas se encontram em suas ideais proporções. Alguns dos testes que necessitam de serem feitos são os a seguir:

- Hidrofilicidade, a partir da medição do seu ângulo de contacto;
- Reflexão de raios ultravioleta (anti-UV);
- Proteção contra amarelamento;
- Propriedades anti-bacterianas;

Para a realização destes testes, de antemão, encontra-se necessário uma maior pesquisa na área de engenharia têxtil para assim apurar com maior profundidade no conhecimento e nas fórmulas que são utilizadas na área para poder analisar, de forma mais autônoma, os resultados que seriam obtidos.

Além disto é necessário que, em parceria com profissionais no âmbito industrial, calcular e analisar as reais viabilidades e o custo de produção deste material em larga escala para que possa ser feito a fim de avaliar a sua rentabilidade e, conseqüentemente, viabilidade de comercialização.

Referências Bibliográficas

1. ABBOTT, A.; ELLISON, M.; **Biologically Inspired Textiles**. Woodhead Publishing, 2008.
2. AVELAR, Suzana. **Moda: globalização e novas tecnologias**. São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora, 2011, Rio de Janeiro: Editora Senac Rio.
3. BOZZI, A.; YURANOVA, T.; KIWI, J. **Self-cleaning of wool-polyamide and polyester textiles by TiO₂-rutile modification under daylight irradiation at ambient temperature**. Suíça, 2004.
4. BUSI, Elena; MARANGHI, Simone; CORSI, Leopoldo; BASOSI, Riccardo. **Environmental sustainability evaluation of innovative self-cleaning textiles**. Itália, 2016.
5. DAS, Apurba; ALAGIRUSAMY, R. **Science in Clothing Comfort**. Woodhead Publishing, 2010.
6. DONG, Yongchun; BAI, Zhipeng, LIU, Ruihua; ZHUB, Tan. **Decomposition of indoor ammonia with TiO₂-loaded cotton woven fabrics prepared by different textile finishing methods**. China, 2006.
7. DURAN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli; MORAIS, Paulo Cezar; **Nanotecnologia: Introdução, Preparação e Caracterização de Nanomateriais e Exemplos de Aplicação**. São Paulo: Artliber, 2006.
8. HOUMARD, M.; BERTHOMÉ, G.; JOUD, J.C.; LANGLET, M. **Enhanced cleanability of super-hydrophilic TiO₂-SiO₂ composite surfaces prepared via a sol-gel route**. França, 2010.
9. FARBOD, Mansoor; REZAIAN, Saide. **An investigation of super-hydrophilic properties of TiO₂/SnO₂ nano composite thin films**. Iran, 2011.
10. FERNANDES, Renata Batista. **Sustentabilidade na moda: de quem é essa responsabilidade?** Brasil, 2013.
11. JAMESON, Frederic. **Pós-modernismo: A lógica cultural do capitalismo tardio**. São Paulo: Editora Ática, 1997.

12. KALE, Bandu Madhukar; WIENER, Jakub; MILITKY, Jiri; RWAWIIRE, Samson; MISHRA, Rajesh; JACOB, Karl I.; WANG, Youjiang. **Coating of cellulose-TiO₂ nanoparticles on cotton fabric for durable photocatalytic self-cleaning and stiffness.** 2016.
13. KIWI, J.; PULGARIN, C. **Innovative self-cleaning and bactericide textiles.** Suíça, 2010.
14. LONG, Mingce; ZHENG, Longhui; TANA, Beihui; SHU, Heping. **Photocatalytic self-cleaning cotton fabrics with platinum (IV) chloride modified TiO₂ and N-TiO₂ coatings.** China, 2016.
15. LU, Xiaoma; SUN, Yiting; CHEN, Zhang; GAO, Yanfeng. **A multi-functional textile that combines self-cleaning, water-proofing and VO₂-based temperature-responsive thermoregulating.** China, 2016.
16. MONTAZER, Majid; PAKDEL, Esfandiar. **Functionality of nano titanium dioxide on textiles with future aspects: Focus on wool.** Iran, 2011.
17. MONTAZER, Majid; SEIFOLLAHZADEH, Samira. **Enhanced Self-cleaning, Antibacterial and UV Protection Properties of Nano TiO₂ Treated Textile through Enzymatic Pretreatment.** Iran, 2011.
18. MONTAZER, Majid; SEIFOLLAHZADEH, Samira. **Pretreatment of wool/polyester blended fabrics to enhance titanium dioxide nanoparticle adsorption and self-cleaning properties.** Iran, 2011.
19. MONTAZER, Majid; PAKDEL, Esfandiar; BEHZADNIA, Amir. **Novel Feature of Nano-Titanium Dioxide on Textiles: Antifelting and Antibacterial Wool.** Iran, 2010.
20. PAKDEL, Esfandiar; DAOUD, Walid A.; WANG, Xungai. **Self-cleaning and superhydrophilic wool by TiO₂/SiO₂ nanocomposite.** Austrália, China, 2012.
21. RADETIĆ, Maja. **Functionalization of textile materials with TiO₂ nanoparticles.** Serbia, 2013.
22. RESTA, Barbara; GAIARDELLI, Paolo; PINTO, Roberto; DOTTI, Stefano. **Enhancing environmental management in the textile sector: An Organisational-Life Cycle Assessment approach.** Itália, 2016.
23. SALCEDO, Elena. **Moda ética para um futuro sustentável.** Barcelona: GG Moda, 2014.
24. SONG, Guowen. **Improving Comfort In Clothing.** Woodhead Publishing, 2011.

25. VILELA NETO, Omar Paranaíba; PACHECO, Marco Aurélio Cavalcanti; **Nanotecnologia Computacional Inteligente: Concebendo a Engenharia em nanotecnologia.** PUC Rio: Interciência, 2012.
26. VERONOVSKI, Nika; RUDOLF, Andreja; SMOLE, Majda Sfiligoj; GERŠAK, KREŽE, Tatjana. **Self-cleaning and Handle Properties for TiO₂-modified Textiles.** Slovenia, 2009.
27. WONG, Wai-Yin Wong; LAM, Jimmy Kwok-Cheong; KAN, Chi-Wai; POSTLE, Ronald. **Ultraviolet protection of weft-knitted fabrics.** Hong Kong, 2016.
28. WONG, Y. W. H.; YUEN, C. W. M.; LEUNG, M. Y. S.; KU, S. K. A., LAM, H. L. I. **Selected applications of nanotechnology in textiles.** Hong Kong, 2006.
29. WU, Deyong; LONG, Mingce; ZHOU, Jiangya; CAI, Weimin; ZHU, Xiehao; CHEN, Chao; WU, Yahui. **Synthesis and characterization of self-cleaning cotton fabrics modified by TiO₂ through a facile approach.** China, 2009.
30. ZHANG, Mingqian; FENG, Shile; WANG, Lei; ZHENG, Yongmei. **Lotus effect in wetting and self-cleaning.** China, 2015.

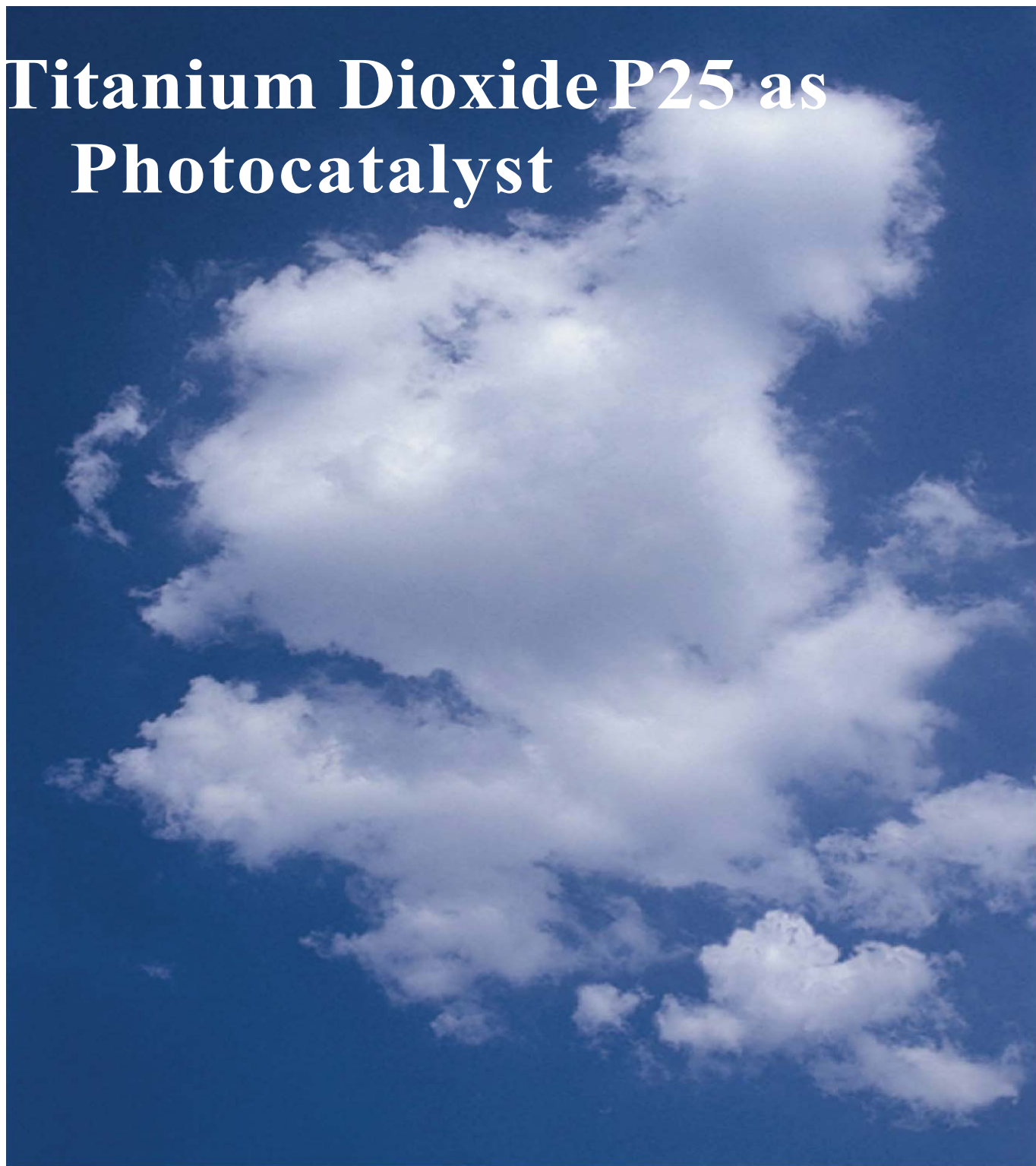
Webgrafia

1. AUDACES. **O tempo e o ciclo de vida de um produto de moda.** Disponível em: <<http://www.audaces.com/o-tempo-e-a-ciclo-de-vida-do-produto-de-moda/>> Acesso em: 20/09/2017.
2. BUSINESS INSIDER. **This Tech Startup Created An Unstainable Shirt.** Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/this-tech-startup-created-an-unstainable-shirt-2015-6>> Acesso em: 20/04/2016
3. DELTA EQUIPAMENTOS. **O futuro da moda é a sustentabilidade e a sustentabilidade é a nova moda.** Disponível em: <<http://www.deltaequipamentos.ind.br/o-futuro-da-moda-e-a-sustentabilidade-e-a-sustentabilidade-e-a-nova-moda/>> Acesso em: 15/09/2017.
4. DUTCH AWARENESS. Disponível em: <<http://dutchawareness.com/>> Acesso em: 15/09/2017.
5. FASHION REVOLUTION DAY. Disponível em: <<http://fashionrevolution.org/>> Acesso em: 20/11/2016.
6. FFW. **Uma reflexão sobre o futuro, moda e sustentabilidade.** Disponível em: <<http://ffw.uol.com.br/blog/verde/uma-reflexao-sobre-futuro-moda-e-sustentabilidade/>> Acesso em: 15/09/2017.
7. FIBRE2FASHION. Disponível em: <<http://www.fibre2fashion.com>> Acesso em: 20/04/2016.
8. MAHFUZ, Maruf; **Self-Cleaning Cloths Based on Nano Technology.** Disponível em: <http://textilelearner.blogspot.pt/2013/08/self-cleaning-cloths-based-on-nano_19.html> Acesso em: 20/03/2016
9. MAURYA, Vaibhav Kumar. **NANO-TECHNOLOGY.** Disponível em: <<http://www.slideshare.net/vaibhavvit1/nanotechnology-42760017>> Acesso em: 20/04/2016.
10. PLATCOM VENTURES. **No-Wash Fabric: Self-cleaning sustainable textile.** Disponível em: <http://www.platcomventures.com/techprofile_self-cleaning_sustainable_textile.aspx> Acesso em: 20/03/2016.

11. SEBRAE. **Conheça detalhes e potencialidades da moda sustentável.** Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-detalhes-e-potencialidades-da-moda-sustentavel,97488b88ba73e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 20/09/2017.
12. STILO URBANO. **Conheça os 5 Rs da sustentabilidade para a indústria da moda circular.** Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/conheca-os-5-rs-da-sustentabilidade-para-a-industria-da-moda-circular/>> Acesso em: 15/09/2017.
13. STILO URBANO. **Prepare-se para a quarta revolução industrial da moda.** Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/prepare-se-para-a-quarta-revolucao-industrial-da-moda/>> Acesso em: 01/11/2016.
14. TWITTER DRESS. Disponível em: <<http://cutecircuit.com/portfolio/twitter-dress/>>. Acesso em: 20/04/2016.
15. WIKIPEDIA. **Hydrophobe.** Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrophobe>> Acesso em: 20/04/2016.
16. WIKIPEDIA. **Superhydrophobic Coating.** Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Superhydrophobic_coating> Acesso em: 20/04/2016.
17. WIKIPEDIA. **Ultrahydrophobicity.** Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrahydrophobicity>> Acesso em: 20/04/2016.

ANEXOS

Titanium Dioxide P25 as Photocatalyst



Content

Introduction	3
Fumed Titanium Dioxide:	
Production Process and Product Properties	4
Production of Titanium Dioxide P25	4
Product properties of Titanium Dioxide P25	4
Product properties of VP Aeroperl® P25/20	5
Application of Titanium Dioxide as Photocatalyst	6
Basics of Photocatalysis	6
<i>Photo-semiconductors</i>	6
<i>The photo-semiconductors Anatase and Rutile</i>	6
Decomposition of organic substances	7
Testing methods for photocatalytic activity	8
Antimicrobial properties	8
Technical application of Titanium Dioxide P 25 as a Photocatalyst	9
<i>Catalyst handling: Titanium Dioxide used in dispersion</i>	9
<i>Catalyst handling: Titanium Dioxide fixed on a surface</i>	9
<i>Light sources for the photocatalytic degradation</i>	9
Methods for enhancement of the photocatalytic activity	10
Literature	11

Introduction

Titanium dioxide is found in nature in three crystal forms: as rutile, anatase and brookite. Synthetic anatase and rutile are industrially used e.g. as pigments in paints, printing inks, plastics, cosmetics and food. The optimal crystal size for this application is between 0.2 and 0.5 μm . Around 1940, first steps were taken towards the production of a Titanium Dioxide by the flame hydrolysis process, the so-called „AEROSIL® process“ known from the production of AEROSIL® fumed silica. The result was a product with primary particles of about 20 Nanometers and consequently almost no pigment properties. This product is sold by Degussa AG as Titanium Dioxide P25 and used e.g. as a catalyst, catalyst carrier, heat stabiliser in silicone rubber and as photocatalyst.

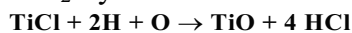
The heterogeneous photocatalysis with Titanium Dioxide has been subject of many studies in the past years. TiO_2 is used for the decomposition of pollutants e.g. in wastewater treatment, deodorization, NO_x reduction and preparation of functional surfaces, e.g. anti-bacterial, desoiling or antifogging surfaces. One of the most investigated applications using Titanium Dioxide is the photocatalytic purification and treatment of effluents, because of the strong oxidising power and high chemical durability of TiO_2 . Important properties of Titanium Dioxide P25 influencing the photocatalytic activity are the high content of anatase, with a small portion of rutile in close proximity and its specific surface area. With a BET-surface area of approx. 50 m^2/g and an anatase/rutile ratio of about 80/20, Titanium Dioxide P25 has become a standard material for this application.



Fumed Titanium Dioxide: Production Process and Product Properties

Production of Titanium Dioxide P25

In the „AEROSIL® process“, the precursor titanium tetrachloride (TiCl₄), a colourless liquid (boiling point 138°C) from the carbochlorination of natural rutile or ilmenite, is evaporated and mixed with air and hydrogen. In the burner (**Figure 1**), the gases are subsequently reacted at temperatures between 1000°C and 2400°C which leads to the formation of TiO₂ by:



In the flame tube, particle growth takes place. It can be divided into three zones: the first is the reaction- and nucleation zone, where primary particles with a mean diameter of about 21 nm originate. In the second zone, melted spherical primary particles collide. Here, aggregates are formed due to delayed fusion. In the third zone, aggregates interact leading to the formation of larger agglomerates. Finally, the particles are separated from the off-gas in a cyclone or cartridge filter. The generated HCl is recycled for the production of the raw material TiCl₄.

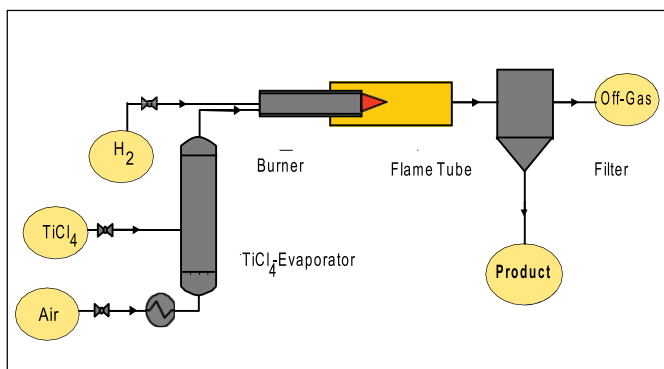


Figure 1: Process for the production of fumed Titanium Dioxide P25

Product properties of Titanium Dioxide P25

Titanium Dioxide P25 is a fine white powder with hydrophilic character caused by hydroxyl groups on the surface (ca. 5 OH-groups / nm² [1]). It consists of aggregated primary particles. The aggregates are several hundred nm in size and the primary particles have a mean diameter of approx. 20 nm. Particle size and density of ca. 4 g/cm³ lead to a specific surface of approx. 50 m²/g.

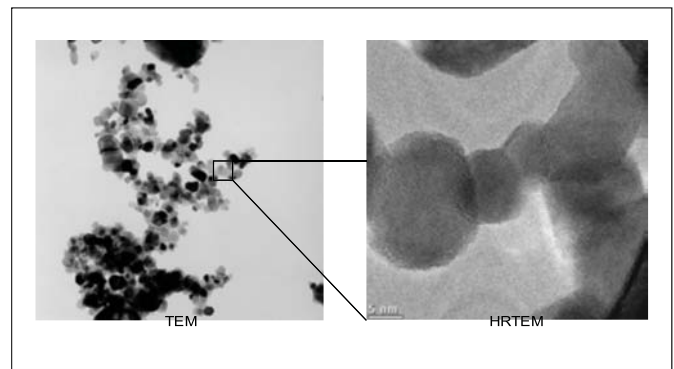


Figure 2: Micrographs of Titanium Dioxide P25®

Due to the formation of aggregates and agglomerates, the tapped density of Titanium Dioxide P25 is only about 130 g/l (determined acc. to DIN ISO 787/XI). The weight ratio of anatase and rutile is approximately 80/20. Both crystal forms are tetragonal but with different dimensions of the elementary cell. At 300°C, a slow conversion of anatase to the more stable rutile structure begins. At temperatures higher than 600°C, the conversion runs faster combined with a reduction of the specific surface. Once this crystal conversion takes place due to heating, it is irreversible.

Figure 2 is a micrograph of P25 depicting the primary crystals (right graph) and their aggregates and agglomerates (left graph). **Table 1** gives an overview of the physico-chemical data of Titanium Dioxide P25.

Property	Testing Method	Titanium Dioxide P25	VP Aeroperl® P25/20
Specific surface [m ² /g]	BET surface	50	50
pH (4% disp. in water)	DIN ISO 787/IX	3.5-4.5	3.0-4.5
Average particle size		approx. 21 nm*	approx. 20 µm
Tapped density [g/l]	DIN ISO 787/XI	approx. 130	approx. 700
Loss on drying [%]	DIN ISO 787/III	< 1.5	§ 2.5
Ignition loss [%]	DIN 55921	< 2.0	§ 2.0
TiO ₂ content [%] * Size of the primary particles The data represent typical values and not production parameters.		> 99.5	> 99.5

Table 1: Physico-chemical data of Titanium Dioxide P25 and VP Aeroperl® P25/20

Product properties of VP Aeroperl® P25/20

In some liquid phase applications, it can be difficult to recover the fine Titanium Dioxide P25 powder.

For easier separation and handling Degussa offers a granulated type of Titanium Dioxide P25 under the trade name VP Aeroperl® P25/20. Further advantages of this product are excellent flowability and fast sedimentation.

The granulation of the powder leads to particles with a mean diameter of approx. 20 µm keeping the specific surface of Titanium Dioxide P25. The tapped density is about 700 g/l.

Figure 3 is a micrograph of VP Aeroperl® P25/20 and **Table 1** gives an overview of its physico-chemical data.

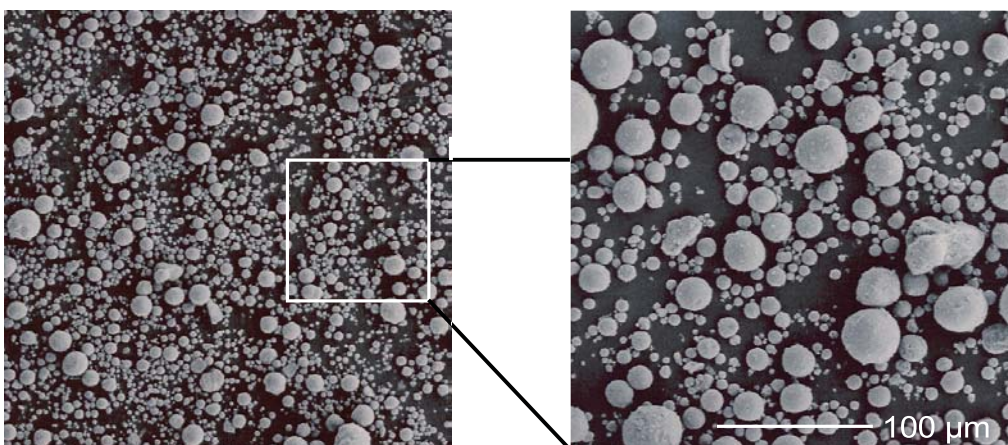


Figure 3: Micrograph of VP Aeroperl® P25/20

Application of Titanium Dioxide as a Photocatalyst

Basics of photocatalysis

Photo-semiconductors

Photo-semiconductors are solids, of which the conductivity can be enhanced by irradiation with infrared, visible or ultraviolet light [2]. As a result of the absorption of UV-light, electrons are excited from the valence band to the conduction band (Figure 4), leading to mobile electrons and positive „electron holes“. Both charge carriers enhance the conductivity. The recombination of the charges takes place at imperfections in the crystalline structure, where the energy is transformed to heat. At the surface of a photo-semiconductor, the excited electrons can cause reduction and the electron holes can cause oxidation of adsorbed molecules.

The photo-semiconductors Anatase and Rutile

The size of the band gap is 3.05 eV for rutile (corresponding to a wavelength of 420 nm) and 3.20 eV for anatase (385 nm) [3,4]. After irradiation with light of this or shorter wavelengths, the resulting positive hole can directly oxidise a reactant. However, water is usually oxidised first, generating OH radicals. OH radicals are a far stronger oxidising agent than ozone and chlorine, both known as strong oxidants. Most organic compounds in the atmosphere and in water are oxidised by OH radicals. As the electron reduces oxygen, superoxide anions are formed (O_2^-). O_2^- is reduced further by one electron to peroxide dianion (O_2^{2-}). O_2^{2-} and hydrogen peroxide are intermediate oxidisers. The organic compounds are decomposed into carbon dioxide and water by these oxidation reactions [5].

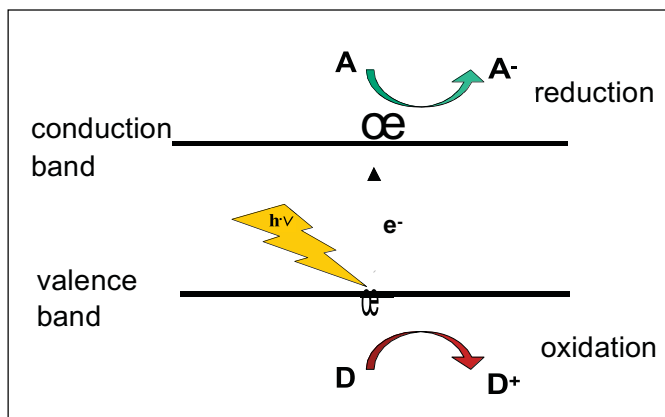


Figure 4: Principle of a photo-semiconductor

The anatase form requires higher light energy than the rutile form, but shows a stronger photoactivity. This can be explained with the longer lifetime of the excited state in anatase and the better adsorption of oxygen in anionic form at the anatase surface [6].

Decomposition of organic substances

In vapour phase reactions, organic substances are generally oxidised to the following products:

organic molecules	⇒	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
organic N-compounds	⇒	$\text{HNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
organic S- compounds	⇒	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
organic Cl- compounds	⇒	$\text{HCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

This complete decomposition is limited to low concentrations. As the reactions take place at the surface of a solid, diffusion to the catalyst surface is the rate-determining step. In liquid phase reactions, the generation of various intermediate decomposition products occurs. In some cases, these intermediate products inactivate the catalyst surface [7]. Reactions found in literature using P25 and UV-light are the complete decomposition of phenol [8, 9], chlorophenols [10], nitroaromatics [11], aromatic amines [12], agricultural effluents [13], of crude oil in water [14] and many others. One of the few compounds that cannot be decomposed completely with Titanium Dioxide and UV-light are triazine derivatives [15].

Figure 5 shows typical decomposition rates of 4-chlorophenol and dichloroacetic acid using Titanium Dioxide P25 and a 500 W high-pressure mercury vapour lamp (catalyst concentration: 1 g/l; 120 mg/l chlorohydrocarbon; TOC: total organic carbon).

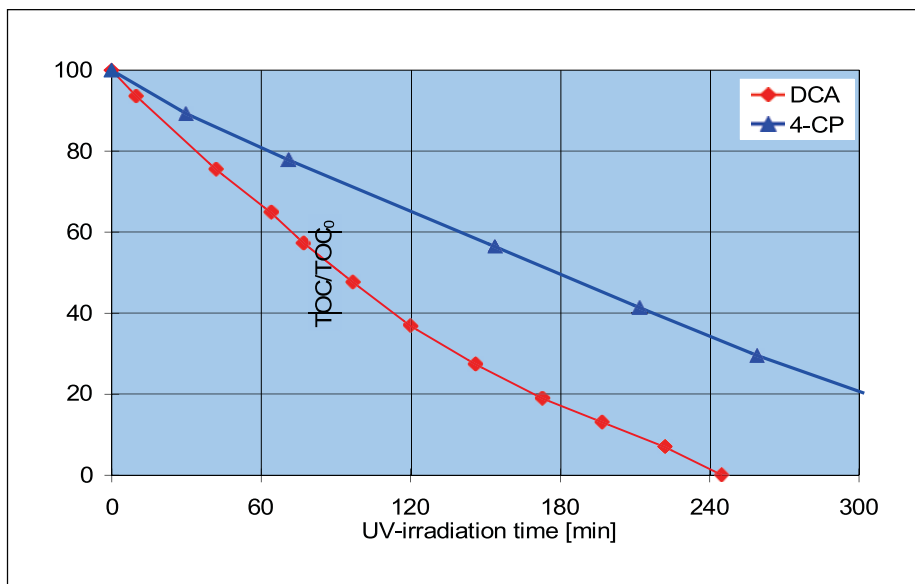


Figure 5: Decomposition of 4-chlorophenol (4-CP) and dichloroacetic acid (DCA) using Titanium Dioxide P25 (results by TU Clausthal)

Testing Methods for the Photocatalytic Activity
 The decomposition of organic substances using Titanium Dioxide has been subject of many studies in the past years. However, there is not yet a generally acknowledged performance evaluation method for the catalysts. Therefore, a relative comparison of activity is not easy. Käßbohrer et al. [16] describe a screening method for photocatalysts based on the oxidation of methanol to formaldehyde with heterogeneously fixed catalysts. Other methods use an aqueous dispersion of the catalyst in an apparatus as shown schematically in **Figure 6**.

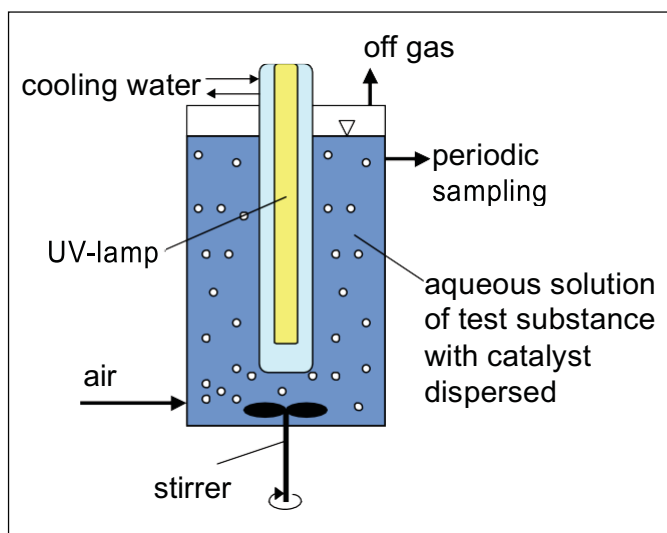


Figure 6: Photocatalytic activity testing apparatus

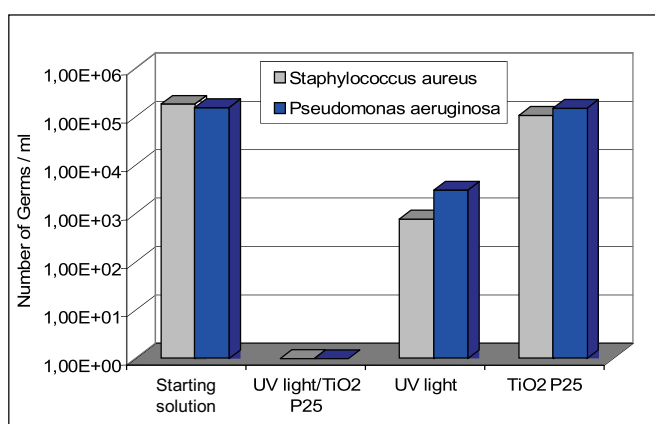
The decomposition curves of the model substances 4-chlorophenol and dichloroacetic acid shown in **Figure 6** were measured in a dispersion of 1 g/l Titanium Dioxide P25 with 120 mg chlorohydrocarbon per litre. The reactor had a volume of 1.7 l and the light source was a 500 W iron doped high-pressure mercury vapour lamp (UVH1022 Z4, Heraeus). In periodic intervals, samples of the solution were taken and the total organic carbon concentration was analysed.

Figure 7: Antimicrobial effect of Titanium Dioxide P25

Antimicrobial Properties

As already mentioned above, radicals are formed on the TiO_2 surface when it is irradiated with UV light. These radicals can also attack the cell components of microorganisms, so both, Titanium Dioxide P25 and Aeroperl® P25/20, can effectively inhibit the growth of bacteria, viruses, algae, yeasts, molds, and other microorganisms on surfaces or in liquids. Possible application fields include antimicrobial tiles, plastic surfaces or glasses as used in hospitals. Titanium Dioxide P25 or VP Aeroperl® P25/20 can also be used in coating roofing materials such as shingles and roof tiles. Thus, they help prevent roofing from dark discoloration due to extensive algae growth (e.g. *Glyocapsa magma*).

Figure 7 shows the antimicrobial effect on *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* of Titanium Dioxide P25 when irradiated with UV light [experimental conditions: 10%-wt. aqueous TiO_2 dispersion; germ count before irradiation approx. 100,000 germs/ml; irradiation with UVA-340 fluorescent light tubes in quartz glass tubes, incubation time 5 hours]. The presence of Titanium Dioxide P25 killed the examined germs completely. Just as effective was the combination of VP Aeroperl® P25/20 and UV light. The antimicrobial effect of UV light alone was, in contrast, insufficient. In the dark, Titanium Dioxide did not appear to kill germs.



Technical Applications of Titanium Dioxide P25 as Photocatalyst

In the technical realisation, the educts water, oxygen, the photocatalyst, UV-light and the organic substance have to be brought together. Therefore, two main decisions have to be made: the catalyst handling and the light source.

Catalyst handling: Titanium Dioxide used in dispersion

The catalyst can either be dispersed in the liquid that has to be treated or fixed on a surface. In the first case, the separation of catalyst and treated liquid can become a challenge. Here, VP Aeroperl® P25/20 is a good alternative. The larger particles show fast sedimentation and make the separation easy. As the light scattering depends on particle size, VP Aeroperl® P25/20 has to be utilised in higher concentration. Experiments with the degradation of dichloroacetic acid showed, that the decomposition rates using an 8 g/l - dispersion of VP Aeroperl® P25/20 are comparable to those using a 6 g/l - dispersion of Titanium Dioxide P25. The optimal catalyst concentration depends on the specific application and has to be determined for each apparatus and organic compound.

Catalyst handling: Titanium Dioxide fixed on a surface

The alternative to the catalyst dispersion is fixing it on a surface. The fixing method should avoid temperatures above 600°C, as the anatase phase will then be converted to rutile and the catalyst surface area is reduced dramatically. In addition, the catalyst particles have to stay accessible for the reaction educts and UV-light. A simple method is spraying an aqueous dispersion of Titanium Dioxide P25 onto a surface and drying it at room temperature. This coating shows excellent photocatalytic activity but is not very stable and has to be renewed at regular intervals. Franke and Franke [17] propose a subsequent calcination step at 550°C to improve stability. If organic substrates are coated with Titanium Dioxide P25, an inorganic intermediate layer such as silica is necessary to protect the substrate.

Light sources for the photocatalytic degradation

As light source, either special lamps with high rates of UV-light or the sunlight can be used. Sunlight is the cheapest alternative but contains only a small percentage of light with wavelengths lower than 380 nm. **Table 2** gives an overview of the wavelength bands sunlight

is usually divided into, their intensities and proportions at a cloudless day. Sunlight, as an energy source is only useful when large reactor areas are available and the concentrations of contamination are low.

Table 2: Characteristics of sunlight at a cloudless day

Band	Wavelength [nm]	Intensity [W/m²]	Proportion [%]
UV C	< 280	0	0
UV B	280-320	5	0.5
UV A	320-360	27	2.4
UV A2	360-400	36	3.2
VIS	400-800	580	51.8
IR A	800-1400	329	29.4
IR B	1400-3000	143	12.7
IR C	>3000	-	-
Total		1120	100

3.6 Enhancement of the photocatalytic activity

Many efforts have been made to improve TiO_2 photocatalysts e.g. by moving the stimulating wavelength for the reactions towards visible light. One proposal to reach a visible light activation is chemical doping, e.g. with platinum(IV) [18 - 20] or cobalt [21]. However, shifting the absorption band to higher wavelength does not necessarily lead to an active catalyst. In addition, most doped substances are rather expensive and are leached out in practical use.

Figure 8 shows decomposition curves of dichloroacetic acid using several of Degussa's experimental products prepared by doping different types of fumed Titanium Dioxides in the AEROSIL®-process [22]. Two effects are obvious: first, the activity is improved with an enhanced specific surface area and second, by dopants. Unfortunately, there is no dopant that improves the activity for all organic substances. Each class of compounds needs a specific catalyst. Titanium Dioxide P25 is the catalyst that shows high activity for most compounds and is generally used with good results.

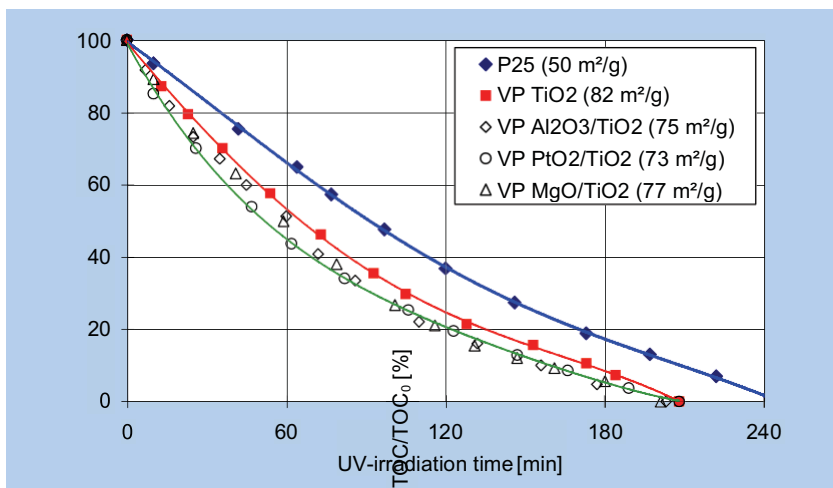


Figure 8: Decomposition of 4-chlorophenol and dichloroacetic acid using doped Titanium Dioxides (results by TU Clausthal)

4 Literature

- [1] Boehm, H.P.; Kolloid Z. & Z. Polym. 227 (1-2), 17 (1968)
- [2] Linsebigler, A.L., Lu, G., Yates Jr., J.T.; Chem. Rev. 95, 735 (1995)
- [3] Benrath, A.; Z. Wiss. Phot. 14, 217 (1915)
- [4] Renz, C.; Helv. Chim. Acta 4, 962 (1921)
- [5] Masaki, Y.; Sumitomo Metal M. 50, No.4, 26 (1999)
- [6] Scalfani, A., Hermann, J.M.; J. Phys. Chem. 100, 13655 (1996)
- [7] Leimbach, J.; Diss. Univ. Regensburg (1995)
- [8] Matthews, R.W., McEvoy, S.R.; J. Photochem. Photobiol. A. Chem. , 64, 231 (1992)
- [9] Loddo, V., Marc, G., Martin, C., Palmisano, L., Rives, V., Scalfani, A.; Applied Catalysis B. Environmental 20, 29 (1999)
- [10] Mills, A., Wang, J.; J. Photochem. Photobiol. A. 118 (1), 53 (1998)
- [11] Ferry, J.L., Glaze, W.H., J. Phys. Chem. B 102 (12), 2239 (1998)
- [12] Preis, S., Kricheyskaya, M., Kharchenko, A.; Oxid. Technol. Wastewater Treat., Int. Conf., Paper 51, 9 (1996)
- [13] Romero, M., Vidal, A., Senhaji, F., El Hraiki, A.; J. Phys. IV, 9, Pr3/283 (1999)
- [14] Nair, M., Luo, Z., Heller, A.; Ind. Eng. Chem., Res. 32 (10), 2318 (1993)
- [15] Pelizzetti, E., Carlin, V., Minero, P., Pramauro, E., Vincenti, M.; Sci. Total Envir. 123/124, 161 (1992)
- [16] Käßbohrer, J., Henning, I., Kreisel, G.; GIT Labor-Fachzeitschrift 12, 1318 (1999)
- [17] Franke, R., Franke, C.; Chemosphere, 39 (15), 2651-2659. (1999).
- [18] Zang, L., Lange, C., Abraham, I., Storck, S., Maier, W.F., Kisch, H.; J. Phys. Chem. B, 102, 10765 (1998)
- [19] Kisch, H., Zang, L., Lange, C., Maier, W.F., Antonius, C., Meissner, D.; Angew. Chem. Int. Ed. 37, No. 21, 3034 (1998)
- [20] Shivalingappa, L., Sheng, J., Fukami, T.; Elsevier Science Ltd., Vacuum, 48 (5), 413 (1997)
- [21] Iwasaki, M., Hara, M., Kawada, H., Tada, H., Ito, S.; J. Coll. Int. Sci. 224, 202 (2000)
- [22] Mangold, H., Golchert, R.; Janzon, K., Katusic, S.; EP 0850876 A1 (1998)

Stand: 04. 03. 02; Autoren: Dr. M. Mörters, AS-FA-AE/F & Dr. S. Hasenzahl, AS-FA-AE/A

Need more information?
Please contact:

Degussa AG, AS-FA-AE/A D-63403 Hanau

Technical Service Depart.

Tel.: + 49 (0)6181 59 3936

Fax: + 49 (0)6181 59 4489

E-mail: technical.service.aerosil@degussa.com

For further information please contact:

Sales

For NAFTA

**Degussa AG
Business Line AEROSIL**
Weissfrauenstrasse 9
D-60287 Frankfurt am Main,
Germany
Tel. +49 69/218-2532
Fax +49 69/218-2533
E-Mail aerosil@degussa.com
<http://www.aerosil.com>

**Degussa Corporation
Business Line AEROSIL**
379 Interpace Parkway
P.O. Box 677
Parsippany, NJ 07054-0677
Tel. +1 (800) AEROSIL
+1 (973) 541-8510
Fax +1 (973) 541-8501

For Far East (excl. Japan)

**Degussa (SEA) Pte Ltd
Business Line AEROSIL**
Regional Representative Office 3
International Business Park #07-
18, Nordic European Centre
Singapore 609927
Tel. +65 890 6834
Fax +65 890 6837

For Japan only

**Nippon Aerosil Co., Ltd. Sales
Division**
13F, 2-3-1 Nishi-shinjuku, Shinjuku-
ku, Tokyo
Japan 163-0913
Tel. +81-3-3342-1763
Fax. +81-3-3342-1761

Technical Contact

For NAFTA

**Degussa AG
Technical Service AEROSIL**
Rodenbacher Chaussee 4
P.O. Box 1345
D-63403 Hanau-Wolfgang,
Germany
Tel. +49 6181/59-3936
Fax +49 6181/59-4489

For Far East (excl. Japan) For Japan only

**Degussa Corporation
Technical Service AEROSIL 2**
Turner Place
Piscataway, NJ 08855-0365
Tel. +1 (888) SILICAS
+1 (732) 981-5000
Fax +1 (732) 981-5275

**Degussa AG
Technical Service AEROSIL**
Rodenbacher Chaussee 4
P.O. Box 1345
D-63403 Hanau-Wolfgang,
Germany
Tel. +49 6181/59-3936
Fax +49 6181/59-4489

**Nippon Aerosil Co., Ltd. MRD
Division**
13F, 2-3-1 Nishi-shinjuku, Shinjuku-
ku, Tokyo
Japan 163-0913
Tel. +81-3-3342-1796
Fax. +81-3-3342-1761

Or your local Degussa representative

Our information in this document is based on our best knowledge. We disclaim any warranty and liability whatsoever as to accuracy and completeness of such information as well as to the potential infringement of any proprietary rights. We reserve the right to effect technical alterations. Any user of our products shall bear the full risk connected to their use including but not limited to their properties and fitness for any purpose.

Anexo 2

Registro de usuario



ESP · ENG

COLOR CENTER
Colorantes y Productos Químicos
Dyes & Chemical Products

Sección de descargas

Noticias

Empresa Compromiso Distribución Representaciones Productos Consultas

Productos

- Tratamiento previo y tintura
- Productos de estampación
 - Espesantes
- Productos de acabado
 - Ligantes estampación
- Agentes de encolado
 - Fijadores
- Enzimas
 - Efectos especiales
 - Blancos
 - Lacas
- Agentes de blanqueo óptico
 - Hinchantes
- Micro-encapsulado
 - Rongeant
- Tratamiento de aguas residuales
 - Ligantes para efectos
 - Efectos brillantes y
- Colorantes
 - Emulsiones preparadas para
 - Plastisoles
- Catálogo
 - Efectos especiales para
 - Varios auxiliares para pastas
 - Adhesivos para banda

Ligantes estampación pigmentaria

Productos de estampación

RESINA CENTER STK/100

Copolímero acrílico/estireno. Tacto suave.

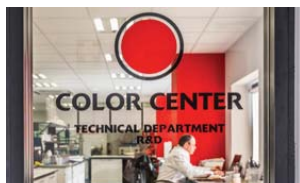
RESINA CENTER BC

Copolímero acrílico/butadieno. Tacto muy suave.

PRODUCTO PG 79/05

Ligante mezcla. Acrílico/estireno/butadieno.

R & D



Investigación y la innovación, estamos estratégicamente focalizados en el desarrollo de auxiliares textiles para fibras y tejidos. Nuestra vocación es ofrecer soluciones de alto valor añadido a los retos tecnológicos

[+ info >](#)

Delegaciones



Centerquímica SAC es la base operativa del Grupo Color Center en el zona de Suramérica.

La compañía está formada por personal altamente calificado en el área de fabricación, logística y asesoramiento técnico/ Comercial.

[+ info >](#)

Noticias




Últimas noticias en proyectos de investigación y actualidades de Color Center S.A.

[+ info >](#)


Anexo 3

EX

New
SES122FF/124FF



Computerized Flat Knitting Machine with Ultrafine Gauge Capability



SHIMA SEIKI

New SES122FF/124FF

THE REFERENCE STANDARDS IN COMPUTERIZED FLATBED KNITTING.

The compact, space-saving NewSES122FF double-system and NewSES124FF four-system machines have rebuilt the foundation for Shima Seiki's popular line of SES-series computerized flatbed knitting machines. From a compact and ultra-lightweight belt-driven carriage to a single-unit cutting system consisting of two yarn grippers and a cutter, they continue the Shima tradition of providing the latest in computerized knitting technology. Both models are capable of a full range of production, including shaping and integral garment production in a variety of patterns. Both machines also feature ultrafine gauge capability up to 18 gauge, providing new opportunities for soft, lightweight products which expand knitwear's potential as an all-season garment. And now, with the revamped NewSES line comes increased memory capacity, a user-friendly control panel with improved interface and higher productivity across the board.



Knitting Width



Knitran® Systems



Ultra-Lightweight Carriage



Tandem Operation



Belt-Drive Operation



Tough Needle Bed



Gauge Range



Gauge Conversion



Solenoid Needle Selection



Compound Needles



Stitch Presser

All-new controller and LCD monitor

The NewSES series line-up features a brand-new computer-control unit with a significant increase in memory capacity. The NewSES controller boasts 50% more capacity as compared with the previous SES line, at 12,582,912 bits or 1,024



wales 4,096 addresses. In addition to floppy disks, the new controller can accept USB memory input, further increasing data capacity for knitting complex knits. Also standard is a network interface which opens up new possibilities in filesharing and production

management using Shima Network Solutions. A backup power supply is also standard, allowing work to resume after power failures. The new control panel features a simple monochromatic LCD monitor with an improved graphic interface for intuitive operation. The eye-level display offers improved ergonomics, while menu-interactive function buttons offer easy input and editing. The menu also features multi-lingual capability, available in 10 languages.

The world's first digital stitch device

Considered one of the most significant breakthroughs in flatbed knitting technology, our patented Digital Stitch Control System (DSCS®), the first of its kind, treats each stitch as digital data. Once a specific loop length is programmed, it continuously adjusts yarn feed and tension to yield consistency in every loop of each course, with tolerance to within a remarkable 1%.



The result is quality control capability that is virtually impossible with conventional analog systems. DSCS® is a crucial factor in full-fashioning and integral garment production, as well as for maintaining consistency among different batches and repeat orders.

A smooth and reliable takedown system

Otherwise known as the takedown comb, Shima Seiki's patented setup device employs a row of special setup needles which provide even takedown for consistent fabric quality. These unique needles furthermore feature a special release mechanism which offers complete, reliable, snag-free fabric release. In addition, there are two sets of takedown rollers which provide smooth and even takedown and optimum control. These quality control characteristics of the various takedown mechanisms make essential contributions to the production of fully fashioned and integral garments.



Unique gripper and cutter system

Another vital element to quality shaping and integral knitting is the capability to hold and cut yarn at will, which is realized by the yarn gripper and cutter. This single-unit cutting system, based directly on proven technology found in Shima Seiki's glove knitting machines, consists of two yarn grippers and one yarn cutter which work in precise coordination with each other. The NewSES122FF comes standard with one cutting system, with a second unit available as an option for even higher productivity. Two cutting systems are standard on the NewSES124FF. Safety features are also built-in, such as a finger guard and the use of specially configured safety blades.



Yarn Gripper/Cutter



Digital Knitting



Setup Device



Takedown Rollers



Dust Cleaner



Schedule Knit



Back-Lit LCD Panel



Network Interface



Pattern Memory

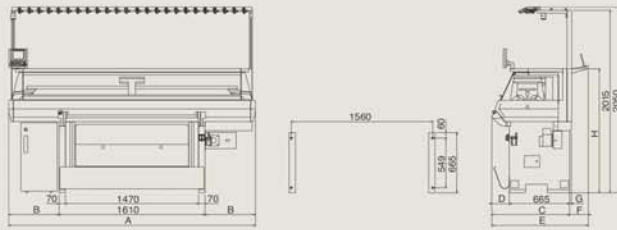


USB Memory Interface



Back-up Power

DIMENSIONS



Average Weight

NewSES122FF	1,050kg (2,310 lb.)
NewSES124FF	1,240kg (2,728 lb.)

Actual weight is dependent upon gauge and optional equipment.

	A	B	C	D	E	F	G	H
NewSES122FF 3&4G	2,720	555	858	193	1,065	207	20	1,370
NewSES122FF 5-18G	2,370	380	832	167	1,020	188	-	1,360
NewSES124FF	3,090	740	832	167	-	-	-	1,360

All dimensions are in millimeters.

SPECIFICATIONS

* By special order only.

Type	NewSES122FF	NewSES124FF
Knitting width	Variable stroke. Max 48" (122cm)	
Tandem width	—	16" (41cm) × 2
Gauge	3 · 4" · 5 · 6 · 7 · 8 · 10 · 12 · 14 · 16 · 18	14" · 16" · 18"
Knitting speed	Max 1.2m/sec (NewSES122FF3G-5G: Max 1.1m/sec). Knitting speed varies according to gauge and knitting condition. Variably adjustable speed levels. 10 additional programmable speeds.	
Stitch density	60 levels, electronically controlled.	
Racking	Motor-driven racking mechanism. 3&5G: Max 10-pitch racking. 1/2 and 1/4 pitch also available from any position. 4G: Max 12-pitch racking. 1/2 and 1/4 pitch also available from any position. 6-14G: Max 2-inch racking. 1/2 and 1/4 pitch also available from any position. 16&18G: Max 2-inch racking. 1/2 pitch also available from any position.	
Knitting system	Double KNITRAN® system. Single carriage.	Double KNITRAN® system. Twin carriage.
Transfer	Simultaneous transfer, front or back, independent of carriage direction. Split stitch.	
Stitch presser	Special motor-driven system allows individual adjustment for on/off in knit and transfer.	
Sinker system	Moveable sinker (3-5G only)	—
Needle selection	Full jacquard selection via special solenoid actuators.	
Setup device	Takedown comb with special setup needles.	
Takedown device	Main/sub rollers. Changeable 31 levels, automatically adjustable on each level. Automatic opening and closing.	
Yarn cutter	Single-unit system includes 1 yarn cutter and 2 yarn grippers.	
DSCS®	Left side only ¹	Both sides
Side tension	Consistent loop length by digital control method. Left side standard. Left side yarn feed roller standard. ² Yarn feed: 8 positions.	
Yarn carriers ⁴	8 on each side ³ (3-5G: 12 on each side)	12 on each side
Top tensions	9 carriers	12 carriers
Stop motion	16 tension devices ⁵ (3-5G: 24 tension devices)	
Drive system	One-touch easy threading. Large knots cause machine stop. Small knots cause 0-9 courses at specified knot detection speed, then automatically resume at set speed.	
Cleaner	Yarn break, large knot, wraparound check, shock detection, piece count, over-torque, program error, etc.	
Safety devices ⁵	Belt drive. AC servo motor. No lubrication necessary.	
Operation lamp	Special blower operated cleaner.	
	Full safety cover for noise-suppression and dust-proofing with stop motion sensor and interlock mechanism. Stop button. Power supply disconnecting device. Ultra-low speed "crawl" setting. Indicator lamps (see below).	
	Green/normal operation. Flashing green/normal stop. Flashing amber/abnormal stop.	

CONTROLLER

Data input	3.5" floppy disk. USB memory interface. Ethernet 10/100 BASE-T network.	
Pattern memory	12,582,912 bits (1,024 wales × 4,096 addresses)	
Control system	Stored program for flat knitting machine.	
Control display	Monochrome LCD panel. Editing possible via display panel operation. Available in English, French, Italian, Spanish, Portuguese, German, Turkish, Chinese, Korean and Japanese.	
Back-up Power	Power supply for resuming knitting after power failure.	
Power	3 phase AC200V ± 10%	2.5KVA
	2.0KVA	

OPTION : (1) Right side yarn cutter. NewSES122FF only. (2) Right side yarn feed roller. (3) Additional tension devices (for a total of 24 top tensions and 12 side tensions on each side). NewSES122FF6-18G only. (4) Intarsia device. (5) CE Mark.

SAFETY NOTICE

In order to ensure safe operation of the equipment, please review all operation manuals carefully before use.

Shematic, Knitran and DSCS are registered trademarks of Shima Seiki Mfg., Ltd.
Shima Seiki maintains a policy of continuous improvement for its products, and therefore specifications and appearances are subject to change without notice.
Please contact your nearest authorized sales representative for the latest information.

SHIMA SEIKI
SHIMA SEIKI MFG., LTD.
85 Sakata Wakayama Japan
TEL+81-73-474-8210 FAX+81-73-474-8270

SHIMA SEIKI EUROPE, LTD.
Sills Road, Willow Farm Business Park,
Castle Donnington, Derbyshire DE74 2US U.K.
TEL 01332-814770 FAX 01332-850272

SHIMA SEIKI U.S.A., INC.
22 Abeel Road Monroe Twp., New Jersey 08831, U.S.A.
TEL 609-655-4788 FAX 609-655-8463

SHIMA SEIKI MFG., LTD., TAIPEI BRANCH
1F, 30, Lane 583, Ruey Kuang Rd., Neihu, Taipei 114, TAIWAN R.O.C.
TEL 886-2-8752-3388 FAX 886-2-8797-5522

URL <http://www.shimaseiki.co.jp> Email info@shimaseiki.co.jp

NewSES122FF/124FF

Printed in Japan

Anexo 4



🏠 | Contacto



Empresa No Tejidos Textil Tradicional



FOULARDS DE IMPREGNACION

Principales características:

Anchos desde 400 hasta 6000 mm.

Con dos o tres cilindros de contacto.

Distintos tipos de impregnación y combinaciones, mediante baño, espuma a una o dos caras del artículo al mismo tiempo, aplicación con travelling con funcionamiento eléctrico o neumático.

Limitadores laterales para control del ancho de la impregnación.

Sistema de galga micrométrica.

Con entradas y salidas mediante dispositivos de enrollado y desenrollado, así como la utilización de acumuladores especiales.

Versiones para laboratorio.

Anexo 5



(FORA DE LINHA) CM-3600D ESPECTROFOTÔMETRO

O CM-3600d espectrofotômetro de bancada é um instrumento altamente preciso e repetível, concebido para medir a cor em qualquer aplicação. A unidade apresenta várias funções de medição e diâmetros ajustáveis.

[Leia mais](#)

Clique para ampliar as imagens



[▶ Características](#)

[▶ Especificações](#)

[▶ Acessórios](#)

- Preciso e repetível – altamente preciso, o que o torna ideal para pesquisa e desenvolvimento
- Três diâmetros de medição – 25,4, 8 e 4 mm
- Funções avançadas – consegue medir cores transparentes, interpretação numérica e controle UV
- Precisa de menos reparos – é feito com um mínimo de peças móveis; então, raramente são necessários reparos
- Sistema ótico d/8 – faz com que o instrumento cumpra todas as normas pertinentes
- Controlado por PC – pode ser controlado por um PC usando o software Windows
- Compacto – design leve
- Visor – facilita as medições com o operador sentado
- Medições a intervalos de 10 nm – consegue medir a intervalos de 10 nm ao longo de uma ampla gama de comprimentos de onda, de 360 a 740 nm