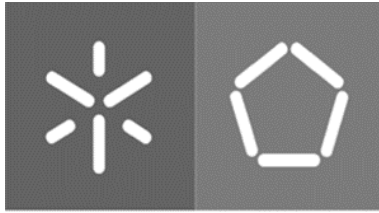




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Sofia da Silva Gonçalves

Estudo de defeitos na Indústria Têxtil



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Sofia da Silva Gonçalves

Estudo de defeitos na Indústria Têxtil

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil

Trabalho efetuado sob a orientação de
**Professor Doutor António Pedro Garcia de
Valadares Souto**
**Professora Doutora Ana Maria Moreira Ferreira
Rocha**

Dezembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero expressar os meus mais sinceros agradecimentos de forma especial ao meu orientador, o Professor Doutor António Pedro Souto. Foi um maravilhoso professor, uma boa pessoa e um verdadeiro amigo. Foi uma honra tê-lo na minha vida, tenho-lhe muito a agradecer, por ter acreditado em mim e me ter incluído na sua equipa de investigação, por ter partilhado comigo o seu vasto conhecimento e ensinamentos, por me ter apoiado sempre que precisei e pela amizade. Obrigada por tudo Professor, ser-lhe-ei eternamente grata.

Quero agradecer à minha orientadora, a Professora Doutora Ana Maria Rocha, por ter aceitado orientar-me sem qualquer hesitação. Por todas as sugestões e conselhos, a sua ajuda, disponibilidade e motivação foram essenciais para que conseguisse terminar este trabalho.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, ao meu pai e ao meu irmão, por todo o amor, apoio e preocupação demonstrado ao longo de todo o meu curso e também ao longo da minha vida, sou imensamente grata por vos ter como família.

Ao meu namorado, Rúben, por todo o apoio incondicional ao longo de todo o meu percurso académico, por me encorajar e motivar a alcançar os meus objetivos.

Aos meus colegas e professores do Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil, foram uma peça essencial neste percurso. Em especial à minha grande amiga, Carolina Teixeira, que sempre me acompanhou neste percurso, aconselhou, motivou e ajudou sempre que precisei.

Aos meus colegas do grupo de investigação, em especial à Ana Isabel, Marta Fernandes e Rui Fernandes. A camaradagem, amizade, ajuda e motivação, foi essencial para a realização deste trabalho e do meu percurso como investigadora.

À Eng. Ângela Silva à Dra. Anabela Pereira, ao Eng. Joaquim Jorge e Dra. Edith, por toda a ajuda, disponibilidade e aprendizagem.

Ao departamento de Engenharia têxtil e ao Centro de Ciências e Tecnologia Têxtil por permitir realizar este trabalho nos seus laboratórios.

A todos, o meu sincero obrigada.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho, Dezembro de 2021

Nome completo: Ana Sofia da Silva Gonçalves

Assinatura: 

Resumo

Um dos grandes problemas da indústria têxtil, passa pela existência de uma elevada quantidade de defeitos que podem surgir ao longo das produções. Por isso mesmo, é importante realizar estudos pormenorizados de defeitos e para se descobrir a causa, ajudando as empresas a direcionarem as suas produções para uma minimização de defeitos através de conhecimento e da forma que devem proceder quando estes aparecem ou, preferencialmente, precaverem a ocorrência de defeitos.

Nesta dissertação apresenta-se o estudo de caso de três defeitos (A, B e C), com origens e causas distintas, que ocorreram na indústria têxtil. Os defeitos estudados foram problemas litigiosos entre empresas do setor têxtil, razão pela qual neste trabalho, não vai ser mencionado o nome. A abordagem adotada inclui, a análise do defeito presente na peça rececionada e, sempre que possível, a reprodução do defeito laboratorialmente.

No estudo de caso do defeito A, analisou-se um estampado por sublimação que se apresentava pouco uniforme e com cores esbatidas.

No estudo de caso do defeito B, examinou-se o aparecimento de uma mancha, na zona de aplicação de elementos metálicos designados de “Buckles”, em macacões infantis tingidos.

No estudo de caso do defeito C, estudou-se um estampado direto aplicado em dois tipos de malhas (t-shirts e *sweats*) que apresentava quebras em várias cores.

Com esta dissertação pretende-se aprofundar o conhecimento sobre as causas de alguns defeitos e mostrar de que forma devem ser analisados e prevenidos por parte das empresas deste setor. Sendo este um problema que é muito comum nesta indústria é importante que se conheçam as causas dos mesmos para que não voltem a acontecer em futuras produções.

Palavras-chave: Defeito; Indústria têxtil; Controlo de qualidade; Estamparia; acessórios metálicos; Estamparia.

Abstract

Study of Defects in the Textile Industry

One of the major problems of the textile industry is the existence of a high amount of defects that can occur during the production. For this reason, it is important to carry out detailed studies of defects to discover the cause, helping companies to direct their production towards a minimization of defects through knowledge of the way to proceed when they occur or, preferably, prevent the occurrence of defects.

This dissertation presents the case study of three defects (A, B and C), with different origins and causes, which occurred in the textile industry.

The defects studied are based on litigious problems between companies in the textile sector, which is why the names of the companies involved will not be mentioned in this work. The approach adopted includes analyzing the defect present in the sample received and, whenever possible, reproducing the defect in the laboratory.

In the case study of defect A, we analyzed a print by sublimation that was not very uniform and had faded colors.

In the case study of defect B, the appearance of a stain in the area of application of metallic elements called "Buckles" in dyed children's overalls was examined.

In the case study of defect C, a direct print applied to two types of knits (t-shirts and sweats) that showed breaks in several colors was studied.

This dissertation intends to deepen the knowledge about the causes of some defects and show how they should be analyzed and prevented by companies in this sector. Since this is a problem that is very common in this industry, it is important that the causes are well known so that they can be prevented in future productions.

Keywords: Defect; Textile Industry; Quality Control; Stamping; Metal accessories.

Índice

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS	ii
AGRADECIMENTOS	iii
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE.....	iv
Resumo	v
Abstract.....	vi
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	x
Lista de figuras.....	xi
Lista de tabelas.....	xiv
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura da dissertação	3
Capítulo 2	4
Enquadramento teórico	4
2.1. Qualidade	4
2.2. Controlo de qualidade.....	5
2.3. Defeitos na indústria têxtil	6
2.4. Estudo de defeitos.....	6
2.5. Defeitos – Tipos e classificação.....	8
2.6. Defeito de estamparia por sublimação	11
2.8. Defeito no estampado por estamparia direta.....	12
Capítulo 3	14
Desenvolvimento experimental	14
3.1. Materiais e métodos	14
3.1.1. Materiais.....	14
3.1.2. Determinação da espessura de têxteis e produtos têxteis.....	17
3.1.3. Determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões .	18
3.1.4. Determinação da permeabilidade ao ar	18
3.1.5. Determinação das larguras das peças	19
3.1.6. Determinação da contextura do tecido.....	19
3.1.7. Representação do debuxo	19
3.1.8. Espectroscopia de Infravermelho de Transformada de Fourier com Reflexão total (FTIR).....	20
3.1.9. Reprodução do defeito A - Estamparia por sublimação	20

3.1.10.	Fotografias.....	21
3.1.11.	Observação por microscopia ótica	21
3.1.13.	Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x.....	22
3.1.14.	Determinação do pH do extrato aquoso.....	23
3.1.15.	Ensaio de solidez dos tintos ao suor.....	23
3.1.16.	Análise por espectroscopia de absorção no UV-visível	24
3.1.17.	Reprodução do defeito B -Tingimento	25
3.1.18.	Determinação das coordenadas cromáticas	25
3.1.19.	Remoção da mancha com ácido Fluorídrico a 2%.....	26
3.1.20.	Observação através da Lupa.....	26
3.1.21.	Determinação da solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial	27
Capítulo 4	28	
Apresentação dos Resultados	28	
4.1.	Estudo de caso do defeito A.....	28
4.1.1.	Análise do defeito A	28
4.1.2.	Reprodução do defeito A	29
4.1.3.	Apresentação e Análise dos resultados do defeito reproduzido A.....	31
4.1.3.1.	<i>Caraterização dos papéis.....</i>	31
4.1.3.2.	<i>Caracterização básica do tecido estampando</i>	32
4.1.3.3.	<i>Análise da uniformidade do estampado</i>	32
4.1.4.	Discussão dos resultados do defeito A	36
4.2.	Estudo de caso do defeito B.....	37
4.2.1.	Análise do defeito B	38
4.2.1.1.	<i>Observação por microscopia ótica.....</i>	38
4.2.1.2.	<i>Observação por Microscopia Eletrônica de Varrimento</i>	39
4.2.1.3.	<i>Análise por Espectrometria de Energia Dispersa de Raio-X (EDX)</i>	40
4.2.1.4.	<i>Determinação do pH do extrato aquoso das malhas.....</i>	42
4.2.2.	Reprodução do defeito B	42
4.2.2.1.	<i>Reprodução do defeito, utilizando soluções ácida e alcalina</i>	42
4.2.3.	Apresentação e análise dos resultados do defeito reproduzido B	44
4.2.3.1.	<i>Observação por microscopia ótica do defeito reproduzido com solução ácida.....</i>	44
4.2.3.2.	<i>Observação por microscopia eletrônica de varrimento do defeito reproduzido com solução ácida.....</i>	47
4.2.3.3.	<i>Análise por Espectrometria de Energia Dispersa de Raio-X (EDX) no defeito reproduzido com solução ácida.....</i>	50
4.2.3.4.	<i>Análise da influência do suspensório metálico não envernizado na coloração de uma solução de corante</i>	51
4.2.3.5.	<i>Análise por Espectroscopia de absorção no UV-visível da solução só com corante e da solução com corante e o suspensório metálico não envernizado</i>	52

4.2.3.6.	<i>Análise da influência do elemento cobre (Cu) nas soluções com corante</i>	53
4.2.3.7.	<i>Análise por Espectroscopia de absorção no UV-visível da solução com corante e das soluções com sulfato de cobre e cobre em pó</i>	54
4.2.3.8.	<i>Análise do Tingimento de tecido de algodão com corante Avitera Vermelho SE na presença de cobre em pó</i>	55
4.2.3.9.	<i>Reprodução do defeito com o suspensório metálico envernizado com solução ácida</i>	57
4.2.3.10.	<i>Observação por Microscopia Eletrônica de Varrimento do defeito reproduzido com o suspensório metálico envernizado em solução ácida</i>	58
4.2.3.11.	<i>Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x dos elementos químicos presentes na malha e no suspensório utilizados no defeito reproduzido com o suspensório metálico envernizado em solução ácida</i>	61
4.2.3.12.	<i>Remoção da mancha castanha presente no defeito reproduzido com suspensório metálico envernizado</i>	62
4.2.3.13.	<i>Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x dos elementos químicos das ligas metálicas dos suspensórios</i>	62
4.2.4.	Discussão dos resultados do defeito B	64
4.3.	Estudo de caso do defeito C	66
4.3.1.	Análise do defeito C	68
4.3.1.1.	<i>Observação através da lupa</i>	68
4.3.1.2.	<i>Observação por microscopia ótica das fibras da t-shirt e da sweat</i>	70
4.3.1.3.	<i>Observação por microscopia eletrônica de varrimento das amostras</i>	72
4.3.1.4.	<i>Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x (EDX) dos elementos presentes nas amostras</i>	75
4.3.1.5.	<i>Determinação da solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial</i>	76
4.3.2.	Reprodução do defeito C	80
4.3.3.	Discussão dos resultados do defeito C	81
Capítulo 5	.....	83
Conclusões	.....	83
Bibliografia	.....	86
Anexos	.....	88
Anexo I	.....	88
Anexo II	.....	89
Anexo III	.....	91

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

ASTM *American Society of Testing and Materials*

B

BS *British Standard*

E

EDX Espectrometria de Energia Dispersa de Raios-X

F

FTIR Espectroscopia de infravermelho de transformada de Fourier com Reflexão total

I

ISO *International Standard Organization*

M

MO Microscópio Ótico

MEV Microscópio Eletrónico de Varrimento

N

NP Norma Portuguesa

S

SEM Scanning Electron Microscopic

Lista de figuras

Figura 1. Materiais recebidos para o estudo do defeito A, (a) papéis e (b) tecido de poliéster, usados em estamparia por sublimação.	15
Figura 2. Macacões infantis recebidos para o estudo do defeito B, (a) cor “Honey” e (b) cor “Pirate Black”	15
Figura 3. Peças recebidas para o estudo do defeito C, (a) T-shirt e (b) Sweat.	16
Figura 4. Aparelho de corte para a massa por unidade de superfície, (a) frente e (b) verso.	18
Figura 5. Espectrofotômetro infravermelho de transformada de Fourier.	20
Figura 6. Microscópio ótico com câmara.	21
Figura 7. Espectrofotômetro de absorção.	24
Figura 8. Coordenadas de cor CIELAB. Fonte: (Cordova, Souza, Castro, Damásio, & Alves, 2014)	25
Figura 9. Lupa.	26
Figura 10. Material rececionado, (a) papéis 33 e 39, (b) tecido poliéster.	29
Figura 11. Estampado por sublimação no tecido de poliéster com o papel 33.	30
Figura 12. Estampado por sublimação no tecido de poliéster com o papel 39.	30
Figura 13. Espectros FTIR da composição do tecido.	32
Figura 14. Peças da cor “Pirate Black”, na zona com defeito.	37
Figura 15. Fotografia obtida no microscópio ótico, ampliada 50X, evidenciando a zona sem defeito.	38
Figura 16. Fotografias obtidas no microscópio ótico, ampliadas 50X, evidenciando a fronteira da zona sem defeitos e da zona com defeito.	38
Figura 17. Fotografias obtidas no microscópio ótico, ampliadas 50X, em duas zonas do defeito, focadas na superfície das fibras.	39
Figura 18. Fotografia obtida no microscópio ótico, ampliada 50X, na zona do defeito focada nas fibras superficiais.	39
Figura 19. Observação microscópica MEV da zona sem defeito.	39
Figura 20. Observação microscópica MEV da zona com defeito.	40
Figura 21. Observação microscópica MEV da zona com defeito mais evidente.	40
Figura 22. Espectro EDX da malha na zona sem defeito.	41
Figura 23. Espectro EDX da malha na zona com defeito.	41
Figura 24. Defeito reproduzido laboratorialmente em solução ácida.	44
Figura 25. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona sem defeito à esquerda e na zona com defeito reproduzido à direita, ampliação 50X.	44
Figura 26. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona sem defeito, ampliação 100X.	45
Figura 27. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona com defeito reproduzido na amostra, ampliação 100X.	45
Figura 28. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona sem defeito, ampliação 250X.	45
Figura 29. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona com defeito reproduzido na amostra, ampliação 250X.	46

Figura 30. Observação microscópica através do MEV da amostra reproduzida na zona sem defeito.	47
Figura 31. Observação microscópica através do MEV da amostra com defeito reproduzido.	48
Figura 32. Fotografia do “bucket” metálico utilizado na reprodução do defeito com solução ácida analisado no MEV.	49
Figura 33. Observação microscópica através do MEV do suspensório metálico não envernizado.	49
Figura 34. Observação microscópica através do MEV de Z1, Z2 e Z3 respectivamente.	49
Figura 35. Solução com corante Avitera Vermelho SE (a), no lado direito (b) encontra-se a solução com o suspensório.	51
Figura 36. Absorvância do corante Avitera vermelho SE com a solução de controlo e a solução que continha o suspensório metálico.	52
Figura 37. Análise da influência do elemento químico cobre no corante Avitera Vermelho SE, solução com sulfato de cobre (lado esquerdo (a)), solução padrão (meio(b)) e solução com cobre em pó (lado direito (c)).	53
Figura 38. Absorvância do corante Avitera vermelho SE com solução padrão e solução com sulfato de cobre.	54
Figura 39. Absorvância do corante Avitera vermelho SE com solução padrão e com solução com cobre em pó.	55
Figura 40. Amostra tingidas com Avitera vermelho SE (a), na amostra do lado direito (b) foi adicionado cobre em pó no seu banho de tingimento.	56
Figura 41. Reprodução do defeito com o suspensório envernizado em solução ácida.	57
Figura 42. Malha com defeito reproduzido com suspensório metálico envernizado em solução ácida.	58
Figura 43. Observação microscópica da malha na zona 1 com defeito provocado pelo suspensório metálico envernizado.	58
Figura 44. Observação microscópica da malha na zona 2 com defeito provocado pelo suspensório metálico envernizado.	59
Figura 45. Suspensório metálico envernizado analisado no microscópio eletrónico de varrimento.	59
Figura 46. Observação por microscopia eletrónica do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.	59
Figura 47. Observação por microscopia eletrónica do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.	60
Figura 48. Observação por microscopia eletrónica do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.	60
Figura 49. Observação por microscopia eletrónica da zona 3_1 e 3_2 do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.	60
Figura 50. Remoção da mancha com ácido fluorídrico, (a) antes (b) depois.	62
Figura 51. Suspensórios analisados no EDX, (a) suspensório não envernizado com Z1 e Z2, (b) suspensório metálico envernizado com Z3 e Z4.	63
Figura 52. Defeito no estampado da t-shirt.	66
Figura 53. Defeito no estampado na sweat.	66
Figura 54. Defeito rececionado na t-shirt.	67

Figura 55. Defeito rececionado na sweat.	67
Figura 56. Observação microscópica das fibras da t-shirt sem defeito, com ampliação 50x.	70
Figura 57. Observação microscópica das fibras da t-shirt com defeito, ampliação 50x.	71
Figura 58. Observação microscópica das fibras da sweat sem defeito, com ampliação de 50x.	71
Figura 59. Observação microscópica das fibras da sweat com defeito, com ampliação de 50x.	72

Lista de tabelas

Tabela 1. Ensaio de controlo realizados em cada estudo de caso.	17
Tabela 2. Características dos papéis	31
Tabela 3 Caraterização básica do tecido estampado.....	32
Tabela 4. Comparação das miras estampadas a partir das duas amostras de papel.	33
Tabela 5. Comparação das miras estampadas a partir das duas amostras de papel (continuação). ...	34
Tabela 6. Comparação das miras estampadas a partir das duas amostras de papel (continuação). ...	35
Tabela 7. Valores da percentagem em peso dos elementos químicos presentes na amostra rececionada.	41
Tabela 8. Valores de pH do extrato aquoso das malhas rececionadas.....	42
Tabela 9. Resultados obtidos na reprodução do defeito com o “bucklet” metálico não envernizado através de solução ácida e alcalina.	43
Tabela 10. Quantidade de percentagem em peso dos elementos químicos presentes no defeito reproduzido com solução ácida na malha e no suspensório metálico não envernizado.	50
Tabela 11. Receita de tingimento com corante Avitera vermelho SE.	56
Tabela 12. Análise da cor das amostras com e sem cobre no banho de tingimento.	57
Tabela 13. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes na zona do defeito e do suspensório envernizado sujeitos à solução ácida.....	61
Tabela 14. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes na liga metálica do suspensório não envernizado e do suspensório envernizado.....	63
Tabela 15. Observação do estampado da t-shirt através da lupa.	68
Tabela 16. Observação do estampado da sweat através da lupa.....	69
Tabela 17. Imagens obtidas através do SEM de todas as cores do estampado da t-shirt com e sem defeito.	73
Tabela 18. Imagens obtidas através do SEM de todas as cores do estampado da sweat com e sem defeito.	74
Tabela 19. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes nas amostras rececionadas da t-shirt.....	75
Tabela 20. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes nas amostras rececionadas da sweat.	76
Tabela 21. Resultados obtidos após a realização da lavagem doméstica e industrial da t-shirt.....	77
Tabela 22. Resultados obtidos após a realização da lavagem doméstica e industrial da sweat.	78
Tabela 23. Resultados obtidos no ensaio de solidez à lavagem doméstica e industrial da t-shirt.....	79
Tabela 24. Resultados obtidos no ensaio de solidez à lavagem doméstica e industrial da sweat.	79

Para o Professor Pedro Souto

“Prometo-te que estarei
em tudo aquilo que te ensinei
e que aprenderás por ti.”

Capítulo 1

Introdução

Neste primeiro capítulo é feito o enquadramento do tema a desenvolver nesta dissertação, explicada a motivação para a realização do trabalho e apresentados os objetivos propostos, bem como a metodologia de investigação que irá ser seguida. Além disso, é apresentada a estrutura desta dissertação.

1.1. Enquadramento e motivação

O processo produtivo da indústria têxtil, envolve várias fases operatórias, incluindo a produção de fios - fiação, a produção de substratos - tecelagem ou tricotagem, o beneficiamento desses substratos - tingimento, acabamentos, estamparia e a confeção dos artigos pretendidos. Dada a natureza sequencial do processo, é importante que em cada uma delas sejam atingidos os parâmetros de desempenho definidos, pois caso tal não aconteça a probabilidade de ocorrência de defeitos nos artigos finais é bastante elevada. O aparecimento de defeitos ao longo do processo cria bastantes contratempos e prejuízos para a empresa e, como tal, é comum adotarem sistemas e técnicas para que se diminua o risco de aparecimento de defeitos.

Por outro lado, a partir de uma análise aprofundada dos defeitos que ocorrem durante o processamento, é possível definir formas de os evitar, de os corrigir e criar medidas de prevenção para produções futuras.

A principal motivação para este trabalho, foi contribuir para uma melhoria da qualidade dos produtos, prevenindo ou evitando defeitos que ocorrem ao longo das produções têxteis e que conduzem, por exemplo, a atrasos na produção, aumento de custos e aumento de desperdícios.

1.2. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é investigar as causas do aparecimento de defeitos em três tipos de situações: num estampado por sublimação sobre tecidos (estudo de caso A), numa peça de vestuário com fivelas metálicas (estudo de caso B) e num estampado direto sobre malha (estudo de caso C), por forma a evitar que os mesmos voltem a ocorrer.

Pretende-se também com este trabalho, proporcionar às empresas conhecimento e metodologias no que respeita a análise e o tratamento de defeitos, como os devem detetar e, classificar, fazendo com que estejam mais capacitadas para os solucionar, investigar ou orientar para a descoberta da possível causa da sua ocorrência, conseguindo assim uma garantia de qualidade e menos custos associados a esta problemática.

1.3. Metodologia

A metodologia adotada no desenvolvimento deste trabalho contemplou três fases principais, designadamente:

a) Pesquisa bibliográfica

Nesta primeira fase foi selecionada e reunida toda a informação e estudos realizados sobre a temática abordada neste trabalho. Esta pesquisa foi essencial para delinear o plano de experiências a realizar e para fundamentar o trabalho desenvolvido.

b) Desenvolvimento experimental

Esta fase compreendeu a análise e caracterização dos defeitos em estudo, bem como a reprodução desses defeitos para que fosse possível estudar todas as variáveis envolvidas, e dessa forma definir a causa da sua ocorrência. Foram realizados ensaios laboratoriais químicos e físicos, quer para avaliação das características e propriedades dos materiais têxteis em estudo que possam estar na origem dos defeitos, quer para reprodução dos defeitos encontrados. Alguns dos métodos de caracterização utilizados passam pelo microscópio ótico (MO), a lupa, o microscópio eletrónico de varrimento (MEV), a espectrometria de energia dispersa de raio-x (EDX), a espectroscopia de infravermelho de transformada de Fourier com reflexão total (FTIR), entre outros ensaios.

c) Análise dos resultados

Numa terceira fase foi feita a análise crítica dos resultados obtidos na fase anterior, para cada um e para o conjunto dos ensaios realizados sobre os defeitos estudados. A análise aprofundada dos defeitos, permitiu validar a proposta de resolução dos defeitos.

1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo – introdução é apresentada a motivação para a realização deste trabalho, os seus objetivos, a metodologia seguida e a estrutura da dissertação. O Enquadramento teórico sobre o tema do trabalho é apresentado no segundo capítulo. No capítulo 3 – Desenvolvimento Experimental são descritos os materiais e métodos utilizados na realização do trabalho. No capítulo 4 encontra-se a apresentação dos resultados e análise dos ensaios efetuados para cada estudo de caso. No último capítulo apresenta-se as conclusões do trabalho.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

2.1. Qualidade

A qualidade pode ser designada como *“um conjunto de características de uma entidade que lhe conferem aptidão para satisfazer necessidades explícitas ou implícitas”* (Maia, et al., 2000). Este sistema de qualidade tem como principal objetivo ser uma abordagem sistemática de todas as atividades (da criação ao produto final) que possam afetar a qualidade, privilegia-se as atividades de prevenção em vez de confiar apenas na inspeção e fornece uma evidência objetiva de que a qualidade foi atingida (Maia, et al., 2000). A aplicação desta sistematização, resultará num alcance de soluções, pois um problema não é apenas reconhecido, mas será também cuidadosamente analisado para se determinar a sua causa fazendo com que se detete problemas e se antecipe possíveis artigos defeituosos.

Todas as empresas têm a responsabilidade e o dever de cumprir as especificações que foram pedidas pelo cliente, para isso é essencial a inspeção e deteção de produtos não conformes para que só cheguem ao cliente produtos que se encontrem dentro das especificações solicitadas. De acordo com o referido anteriormente, as empresas devem realizar um controlo de qualidade constante e uma análise dos artigos defeituosos que possam originar das suas produções, para que os mesmos erros não se repitam e se consigam antecipar à ocorrência dos mesmos.

O tratamento de um produto não conforme passa essencialmente pela sua devida identificação, documentação, análise (onde, quando, como, por quem, causas possíveis, consequências atuais e futuras, lotes de matéria-prima, fornecedor) e posteriormente é tomada a decisão do destino desse produto (Maia, et al., 2000). A medição da qualidade de uma empresa passa pela percentagem de produtos defeituosos, o número de defeitos por

unidade de produção, o número de reclamações ou a percentagem de não conformidades no sistema da qualidade, o caminho a seguir deve ser sempre a diminuição destes valores. Ou seja, se a qualidade for a ausência de defeitos e falhas, quanto maior ela for, menor será o custo associado a esta prática (Maia, *et al.*, 2000).

2.2. Controlo de qualidade

A prioridade do controlo da qualidade, deve estar direcionado para problemas que ocorrem com maior frequência ou que gerem um maior custo para a empresa. Este método encaixa-se numa forma de prevenção, que se traduz num modo de atacar as causas dos problemas que estão maioritariamente escondidos e requerem um trabalho de análise laboratorial exigente para descobrir as possíveis causas dos mesmos (Maia, *et al.*, 2000). O controlo de qualidade nas diversas fases do processo pode ser realizado através de instrumentos de laboratório, observação em máquinas de revista no fim de fases intermédias e na fase final de produção, este controlo é fundamental para que a empresa consiga um produto de boa qualidade e com as especificações que foram exigidas pelo cliente (Rei, *et al.*, 2000). Assim, conseguem seguir as especificações que foram solicitadas no caderno de encargos conseguindo garantir um produto de qualidade como deve ser efetuado. Nos últimos anos, tem ocorrido uma evolução considerável ao nível de controlo de qualidade e na deteção de defeitos, através de uma automatização desta etapa. Ainda há muita investigação a fazer para que se consiga desenvolver um método de deteção de defeitos que seja aplicado à maioria ou a todos os grupos de problemas (Ngan, Pang, & Yung, 2011), pois existe uma grande variabilidade de defeitos que podem ocorrer.

O controlo de qualidade dos produtos pode ser realizado no laboratório de fábrica ou em laboratórios externos. Para a determinação da causa dos defeitos ou o controlo da produção em laboratório, passa essencialmente pela realização de métodos e normas internacionais, tais como, ASTM (*American Society of Testing and Materials*), ISO (*Internacional Standard Organization*), BS (*British Standard*), NP (Norma Portuguesa) ou métodos quantitativos e qualitativos tendo em conta a necessidade da análise do problema, permitindo a validação e discussão da resolução dos defeitos em vários países.

2.3. Defeitos na indústria têxtil

O defeito é considerado um desvio de uma característica de um produto ou de um serviço que pode tirar ou reduzir a sua utilidade ou reduzir o valor do produto devido a uma falha de um requisito, ao aparecimento de um erro no processo de fabricação que se desconhecia, ou ainda devido a uma transformação de ordem geométrica, física ou química que pode estar numa zona específica do produto (Rei, *et al.*, 2000).

O tratamento de um produto não conforme engloba, geralmente, a sua identificação, documentação, análise e decisão (Maia, *et al.*, 2000). Subentende-se que quando se deteta uma não conformidade, refere-se a um incumprimento de alguma especificação técnica do produto.

É importante que haja um bom controlo dos processos e uma análise da produção, para que estes sejam evitados ou interrompidos antecipadamente, pois em grande parte das situações o defeito só é revelado em processos subsequentes ou quando o produto já está no cliente. A análise da conformidade das propriedades da produção deve ser feita sempre que necessário, utilizando técnicas estabelecidas e através de normas.

Os defeitos podem ser visíveis, quando são facilmente detetados à vista desarmada, ou latentes quando apenas se revelam numa fase do processo posterior à fase onde ocorreram ou após um período curto da utilização do produto (Rei, *et al.*, 2000). O método mais comum para se analisar defeitos é através da revista e esta técnica é maioritariamente usada nas unidades fabris de fiação, tricotagem, tecelagem, acabamento e confeção, destinando-se apenas à sua deteção, quantificação e classificação dos defeitos visíveis. Outro método menos utilizado é através de uma metodologia científica orientada, através de laboratórios, com o objetivo de determinar a causa e origem do defeito.

2.4. Estudo de defeitos

Para a realização de um estudo dos defeitos é necessário fazer um diagnóstico, onde se recolhe e analisa dados para identificar causas e, por conseguinte, estudar soluções para a resolução de problemas de produção.

A causa de um defeito passa por parâmetros que se supõem estar relacionados com o aparecimento do mesmo. Este estudo pode ser realizado em laboratórios de fábrica ou por laboratórios contratados exteriores à empresa onde estes ocorreram.

Os laboratórios de fábrica destinam-se maioritariamente a análise de defeitos de grupo, ou seja, que ocorrem em grande quantidade numa determinada produção. Esta análise tem como principal objetivo analisar e identificar a causa e a origem, para que se coloque os parâmetros de qualidade a um nível aceitável. Neste tipo de análise é necessário possuir toda a informação sobre o processo de fabrico até à fase onde se detetou o defeito bem como amostras de cada fase produtiva para serem alvo de estudo (Rei, *et al.*, 2000). Dessa forma é possível realizar uma documentação que proporciona à empresa recuperar a qualidade do artigo diminuído também a sistemática ocorrência de desvios nos parâmetros de produção através do controlo da qualidade em cada fase do processo.

Quando se realiza a análise de defeitos em laboratórios externos recorre-se normalmente devido a situações de defeito unitário ou principalmente por litígio. Estes laboratórios estão providos de equipamentos que medem de forma precisa as propriedades estruturais de qualquer tipo de material, propriedades morfológicas, químicas, físicas e térmicas que normalmente as empresas não estão equipadas com este tipo de material. O objetivo principal do laboratório externo é encontrar respostas e solucionar os problemas que as empresas não conseguem resolver devido à grande parte das vezes ser necessário uma arbitragem independente. Na sua maioria os defeitos analisados em laboratório externo são do tipo pericial, onde as características externas do defeito e toda a informação histórica são dados muito importantes para a sua análise, pois nestes casos é quase impossível obter amostras ou dados do controlo de qualidade do produto nas diferentes fases do processo de fabrico (Rei, *et al.*, 2000), resultando numa dificuldade acrescida na análise do problema.

Os problemas que aparecem nas produções devem ser sempre estudados de uma forma sistemática, e quando necessário devem ser investigados por equipas de diagnóstico pelos laboratórios das empresas ou por laboratórios contratados. No caso de se verificar problemas graves, onde não se encontra uma resolução do defeito ou as empresas envolvidas no problema não chegam a um acordo mútuo, os defeitos passam a ser um problema litigioso.

A metodologia mais adequada para a análise de defeitos difere de caso para caso, em função do tipo de defeito que se está a analisar, nomeadamente se é um defeito unitário, de grupo

ou de litigioso. Esta diferença resulta do tipo de informação que detém relativamente ao problema em análise, que normalmente é maior quando se analisa um defeito de grupo do que quando se está a analisar um defeito unitário ou litigioso (Rei, *et al.*, 2000).

2.5. Defeitos – Tipos e classificação

Os defeitos podem ser caracterizados quanto ao seu aspeto, sendo considerados como visíveis ou latentes, relativamente ao primeiro refere-se a uma situação onde são reconhecidos à vista desarmada de forma rápida, o segundo destina-se para situações onde apenas são identificados numa fase do processo de fabrico posterior à da sua ocorrência ou após um determinado período de utilização (Rei, *et al.*, 2000).

De acordo com a frequência com que ocorrem podem ser classificados como, defeitos de grupo os que são detetados pela inspeção em cada passo da produção e que ocorrem a uma frequência superior ao limite estabelecido, defeitos unitários aqueles que são detetados e não tem relação com o defeito de grupo que podem ter ocorrido por não se ter respeitado as especificações de fabrico não tendo sido detetados pela inspeção de rotina, este tipo de defeito não tem uma relação lógica evidente com os passos de produção ou com a matéria-prima, e por último, defeitos de litígio são aqueles que gerem desacordo entre cliente e fornecedor, surgem quando as especificações de fabrico não foram cumpridas ou quando um defeito unitário pode ser relacionado com o processo de fabrico (Rei, *et al.*, 2000). Este último exige uma análise rigorosa a nível pericial, onde é necessário ser estudado por uma entidade capacitada de tecnologia específica, de medição e análise objetiva para arbitrar estes problemas.

A análise de defeitos tem que ser realizada de forma a não se deixar influenciar por informações passadas, pois um defeito que tenha características estruturais idênticas pode ter origem e causa diferente. A investigação da causa dos defeitos é muito importante para o esclarecimento das variáveis ligadas ao problema, sendo relevante a obtenção de amostras das várias fases de produção e dados intermédios, para assim se conseguir encontrar a resposta mais provável do problema (Rei, *et al.*, 2000).

Os tipos de defeitos que ocorrem ao longo da produção têxtil são variados, e estes devem ser classificados e identificados da forma mais clara possível.

Quando numa estrutura têxtil (malha ou tecido) se forma pequenas “bolas” de fibra emaranhadas entre si ligadas ao material, denomina-se por borboto (Rei M. , *et al.*, 2004). Quanto maior a pilosidade de um fio ou do material maior é a probabilidade de ocorrer a formação de borboto na peça, criando um mau aspeto no produto. Este tipo de defeito pode ocorrer devido à utilização de matéria-prima de má qualidade, características do fio ou estruturais do tecido/malha, condições de tingimento ou no tipo de acabamento influenciam no aparecimento de borboto.

Há problemas que só se manifestam após o tingimento, como é o caso de barrados em tecidos e malhas. Este defeito deriva em grande parte devido a erros de tricotagem/tecelagem por mistura de lotes de fios, falta de manutenção das máquinas ou contaminações (Rei M. , *et al.*, 2004).

Os buracos designam-se por aberturas numa estrutura de malha ou tecido, que derivam do rebentamento de fios das malhas e tecidos podem ter várias formas e dimensões. A causa deste defeito pode ter várias origens e pode ocorrer em várias fases do processo de fabrico. Os problemas podem derivar de matéria-prima contendo um elevado número de impurezas, um fio pouco resistente, agulhas, platinas, guia-fios, rolo de tiragem do tecido, liço do tear, lamelas ou tempereiros defeituosos, trilhamento do material, cardação ou esmerilagem demasiado intensa ou pela utilização de agulhas de costura inadequadas (Rei M. , *et al.*, 2004).

O aparecimento de manchas e pintas nos artigos têxteis pode acontecer em qualquer uma das fases do processo de fabrico devido a contaminações na sua maioria acidentais. Este problema pode derivar de propriedades intrínsecas das fibras, impurezas que não foram removidas no processo de ultimateção, um incorreto armazenamento e acondicionamento do fio, contaminação por óleos e lubrificantes, trilhamento e abrasão dos tecidos, deficiente tratamento prévio, irregular hidrofiliidade e grau de branco, condensações dentro da râmula, utilização inadequada de produtos auxiliares em várias fases do tratamento do material. Durante o tingimento, pode ocorrer o aparecimento de manchas, devido à formação de espuma, corante mal dissolvido ou má seleção do corante, elevado tempo de secagem do material, devido a resíduos nas máquinas, produtos auxiliares incompatíveis levando a destruição do branco ótico ou devido à incompatibilidade do amaciador, salpicos e/ou gotejamentos acidentais, pingos de condensação, regulação incorreta da temperatura.

Como forma a prevenir a ocorrência destes defeitos, deve ser feita uma análise das especificações dos fios, um controlo de qualidade do fio armazenado, garantir condições de armazenamento adequado e fazer uma revista do produto, garantindo uma boa qualidade tendo em conta as características acordadas com o cliente. Quando se verifica a presença de óleos e lubrificantes no material, deve-se garantir a remoção dos mesmos através de processos adequados à composição dos materiais, para que se consiga garantir um tingimento uniforme. Fazer os possíveis para seguir as especificações do artigo tendo em conta as próximas fases de tratamento e a finalidade a que o mesmo se destina (Rei M. , *et al.*, 2004).

As contaminações derivam da accidental presença de fibras estranhas com diferente natureza em relação às fibras dominantes da estrutura do artigo. Estas apresentam diferente natureza, morfologia, cor, aspeto e forma onde normalmente e, por vezes, só são detetadas na fase de ultimização após o tingimento ou acabamento. Na sua grande maioria a causa está relacionada com problemas que surgem antes desta fase, como contaminações no processo de fiação, tricotagem, tecelagem, rebobinagem ou na própria matéria-prima. Quando surge um problema de contaminação as possibilidades de reparação passam por remover as fibras de forma manual, através da dissolução dependendo da natureza das fibras ou de forma térmica onde neste método se tem que ter em conta a natureza do contaminante e a estrutura, natureza e cor do substrato (Rei M. , *et al.*, 2004).

Quando ocorre diferença de tonalidades em peças, verifica-se que em determinadas zonas a cor está menos uniforme e menos intensa. Este problema pode ocorrer, devido à aplicação de materiais sujeitos a diferentes tratamentos ao longo da sua produção originando, por exemplo, um tingimento menos intenso. Quando uma malha é sujeita a uma termofixação irregular, relativamente à temperatura e ao tempo que foi sujeita a este processo, podendo apresentar zonas com tonalidades diferentes. Um tingimento deficiente pode também estar na origem das diferenças de tonalidade ou após a lavagem do material com produtos inadequados, que podem provocar a libertação do corante que não estava corretamente ligado à fibra ou oxidação do corante das peças onde se verifica a perda de cor em algumas zonas (Rei, *et al.*, 2000).

Quando se obtém a peça acabada é importante realizar uma inspeção final do artigo têxtil para se verificar se as especificações pedidas pelo cliente foram cumpridas. Para isso, é necessário fazer uma seleção das características a inspecionar dependendo do tipo e

quantidade do artigo, os processos a que foi submetido, do equipamento utilizado, do cliente a que se destina e a existência de especificações (Maia, *et al.*, 2000).

Alguns dos ensaios de controlo que podem ser realizados em peças acabadas passam pela uniformidade da cor, o pH do substrato, ensaio de solidez à lavagem, ensaio de solidez ao suor, ensaio de solidez à fricção, a massa por unidade de superfície ou a estabilidade dimensional do material.

Quando se faz um controlo de qualidade na peça confeccionada e se verifica inconformidades, é possível observar e determinar responsabilidades, devolver o defeito ao seu responsável para que o corrija e verificar se o defeito pode ser reparado rapidamente e corretamente (Maia, *et al.*, 2000).

2.6. Defeito de estamparia por sublimação

Quando se refere ao método de estamparia por sublimação refere-se ao processo de impressão de um motivo que foi impresso num papel especial (papel sublimático), que posteriormente foi transferido para o tecido por sublimação dos corantes dispersos. Este processo de transferência de cor, do papel para o tecido, ocorre na fase de vaporização/termofixação, sob condições controladas de tempo, pressão e temperatura (Carmo, 2016). Para que não ocorram defeitos no processo de estamparia por sublimação, é importante utilizar os corantes adequados, um papel com as características mais apropriadas e um substrato têxtil capaz de receber o estampado.

Um grande número de defeitos neste processo, reflete-se sobretudo na escolha do papel, sem o devido conhecimento das características adequadas para o propósito desejado e também por vezes devido a fatores económicos.

A necessidade de o papel ser de boa qualidade, tendo em conta o seu tipo e as propriedades de transferência para o processo térmico, é o principal requisito para este processo ser bem sucedido, sendo o papel sublimático o elemento influenciador da cor do estampado (Guilhon, Silva, & Silva, 2020).

2.7. Defeito em malha tingida por contaminação metálica

Em certos casos pode ainda efetuar-se a verificação da compatibilidade dos acessórios aplicados nas peças com instruções de lavagem, tonalidade da matéria-prima base e solidez da cor (Maia, *et al.*, 2000), para assim se verificar se poderá provocar algum tipo de defeito na peça após a sua aplicação.

Quando se efetua uma análise comparativa dos elementos químicos presentes numa zona com a mancha e sem a mancha do material, e se deteta a presença de metais pesados (ferro, níquel, cobre, estanho) estes podem derivar de acessórios metálicos, ocorrendo a sua deposição na zona de contacto (Rei, *et al.*, 2004).

Num estudo de caso analisado com problemas de pintas de outra tonalidade, concluiu-se que a proveniência do cobre presente no espetro da pinta derivava da parte metálica do fecho onde este elemento existia em abundância. As pintas resultaram de uma reação entre o banho (níquel e cobre) do fecho com a malha, provavelmente numa fase intermédia entre a lavagem e a secagem, proporcionando a reação catalisando-a por eventuais produtos de acabamento da malha ou da lavagem (Rei, *et al.*, 2000).

De acordo com o mencionado anteriormente pode-se verificar que é possível ocorrer o aparecimento de manchas ou pintas devido a deposições metálicas provenientes de acessórios metálicos utilizados em artigos têxteis.

2.8. Defeito no estampado por estamperia direta

Quando se realiza um estampado numa peça de malha é importante que esta esteja em condições de receber o desenho. Logo, é extremamente importante que se faça uma adequada preparação do substrato têxtil para que se tenha sucesso no processo de estamperia (Maia, *et al.*, 2000).

A realização de uma avaliação dos produtos auxiliares utilizados na estamperia direta, devem ser verificados de forma a perceber se os mesmos estão de acordo com as especificações técnicas, podendo passar por inspeção visual da cor, cheiro, viscosidade, pH da pasta, presença de substâncias estranhas e resíduo seco (Maia, *et al.*, 2000).

Quando se deteta um defeito de estampado quebrado, este acontece principalmente devido às pastas pigmentares (sobretudo lacas) não serem suficientemente elásticas e plastificam. Se o substrato onde foram aplicadas for malha, a elasticidade no sentido transversal, provocará estampados quebrados (Neves, 2000). Logo, para a realização de um estampado, é importante que se faça uma adequada preparação do substrato têxtil e uma supervisão das características dos materiais que vão se utilizados para a realização dos estampados para que estes sejam de boa qualidade.

Capítulo 3

Desenvolvimento experimental

Ao longo deste capítulo vão ser apresentados os materiais que estiveram em estudo bem como os métodos e os ensaios realizados para cada um dos três estudos de caso dos defeitos que foram alvo de análise neste trabalho. Estes defeitos foram denominados como A, B e C, para que fosse mais fácil organizar toda a informação sobre estes. Nestes estudos encontra-se uma análise do defeito, sempre que possível, a reprodução do defeito, a análise da reprodução do defeito e a discussão dos resultados obtidos.

É importante referir que todos os estudos de caso aqui apresentados foram casos litigiosos, o que faz com que não se possa divulgar o nome das empresas intervenientes e as fichas técnicas dos produtos utilizados.

3.1. Materiais e métodos

3.1.1. Materiais

Os materiais em estudo neste trabalho foram enviados para a Universidade do Minho com o intuito de se investigar qual a origem ou a possível causa dos defeitos que apresentam.

Para o defeito A, foram rececionados dois tipos de papéis e um tecido. Estes tinham como o objetivo, serem utilizados na realização de estamaria por sublimação. No papel foi impresso o estampado e posteriormente através do método de estamaria por sublimação o estampado foi transferido do papel para o tecido.

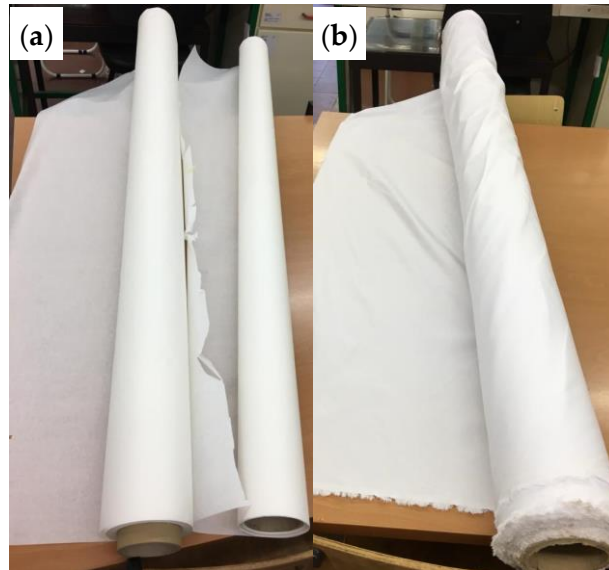


Figura 1. Materiais recebidos para o estudo do defeito A, (a) papéis e (b) tecido de poliéster, usados em estamaria por sublimação.

Relativamente ao estudo de caso do defeito B, foram alvo de estudo macacões infantis em duas cores, “Honey” e “Pirate Black”, estes vinham acompanhados com fivelas ou “bucklet”. Verificou-se que apenas os macacões na cor “Pirate Black” apresentavam defeito na zona que estava em contacto com os “Bucklet”. Foram também analisados dois tipos de “Bucklet”, sendo que os que estavam aplicados nas peças não estavam envernizados e um “Bucklet” que estava envernizado.



Figura 2. Macacões infantis recebidos para o estudo do defeito B, (a) cor “Honey” e (b) cor “Pirate Black”.

Para o estudo de caso do defeito C, foram analisadas t-shirts e *sweats* que apresentavam o mesmo tipo de defeito. Estas peças apresentavam um estampado com quatro cores, branco, laranja, amarelo e vermelho com a descrição “Honda”. O defeito encontrava-se na zona do estampado sendo que este se encontrava partido em várias zonas.



Figura 3. Peças recebidas para o estudo do defeito C, (a) T-shirt e (b) Sweat.

Foram vários os ensaios realizados para este trabalho e de forma a sintetizar a informação de quais os ensaios realizados para cada um dos defeitos apresenta-se a seguir a tabela 1 com todos os ensaios de controlo realizados e em que defeito foram utilizados.

Tabela 1. Ensaio de controlo realizados em cada estudo de caso.

Defeito \ Ensaio	Estamparia por sublimação - A	Mancha - B	Estamparia Direta - C
Espessura	X	-	-
Massa por unidade de superfície	X	-	-
Permeabilidade ao ar	X	-	-
Medição da largura das peças	X	-	-
Contextura	X	-	-
Debuxo	X	-	-
Microscopia ótica	-	X	X
Microscopia eletrónica de varrimento (MEV)	-	X	X
Espetrometria de energia dispersa de raio-x (EDX)	-	X	X
pH do extrato aquoso	-	X	-
Absorvância de soluções	-	X	-
Lupa	-	-	X
Solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial	-	-	X

3.1.2. Determinação da espessura de têxteis e produtos têxteis

Para a determinação da espessura foi seguida a norma NP EN ISO 5084 de 1999. A espessura de um têxtil é a distância perpendicular entre duas placas de referência, do medidor de espessura, em que exercem uma pressão específica sobre o têxtil. Este ensaio consiste em fazer pelo menos cinco medições em zonas diferentes do material onde não se verifiquem tensões ou distorções, esteja livre de vincos e que se encontre a mais de 150mm das aurelas. Após a realização das medições é feita uma média aritmética dos mesmos.

3.1.3. Determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões

Para obter a massa por unidade de superfície dos têxteis seguiu-se a norma NP EN 12127 de 1999. Esta análise consistiu em determinar a massa de uma área do tecido conhecida e posteriormente, é dividida por essa mesma área, sendo expressa em gramas por metro quadrado (g/m^2).

Para o procedimento deste ensaio o tecido foi acondicionado a uma atmosfera normalizada a uma temperatura de 20°C e Humidade relativa de 65% durante 2 horas de modo a estar relaxado, sem vincos e rugas, de seguida foram cortados provetes com uma área de 100 cm^2 em 5 zonas diferentes do tecido e pesadas individualmente. A figura 4 apresenta o equipamento utilizado.

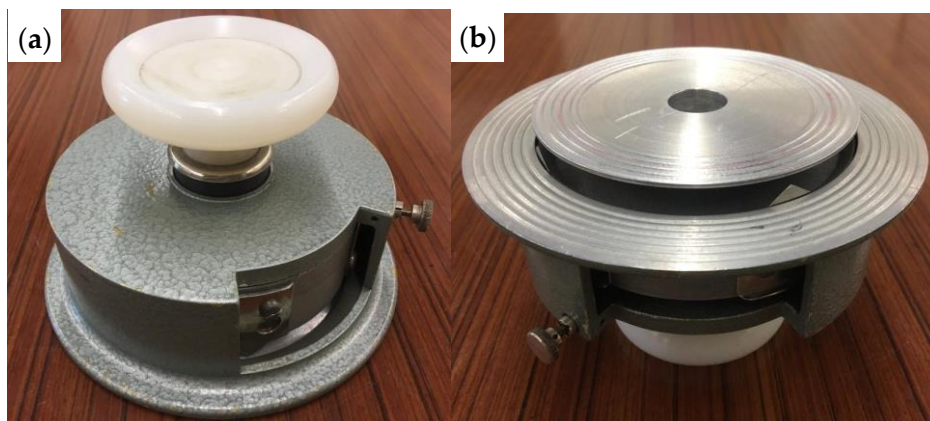


Figura 4. Aparelho de corte para a massa por unidade de superfície, (a) frente e (b) verso.

3.1.4. Determinação da permeabilidade ao ar

A permeabilidade ao ar dos materiais é estabelecida pela quantidade de fluxo de ar que atravessa perpendicularmente o material tendo em conta a área a pressão e o tempo. Este ensaio foi realizado segundo a norma NP EN ISO 9327 de 1997. Foram realizadas 5 leituras para cada material em estudo, e os resultados estão apresentados em $\text{L}/\text{m}^2/\text{s}$.

Tendo em conta que neste ensaio foram analisadas amostras de papel para ser utilizado em estamaria por sublimação, as condições a que se realizou o ensaio foram com uma área de superfície 20 cm^2 e com uma pressão de 200 Pa .

3.1.5. Determinação das larguras das peças

Para a determinação da largura das peças foi utilizada a norma NP 1703 de 1980, onde se iniciou o procedimento com o tecido estendido para que estivesse relaxado. Com uma fita métrica, sendo que este foi um desvio à norma, foi registado o valor da largura total e da largura útil (largura entre as aurelas), ambos são medidos na perpendicular ao comprimento do tecido. A primeira consiste na distância entre os fios da teia mais externos, a segunda refere-se à distância entre os fios da teia mais externos do corpo do tecido. Foram feitas 5 medições para cada largura e posteriormente realizada a média das mesmas.

3.1.6. Determinação da contextura do tecido

Através da norma NP EN 1049-2 de 1995, foi determinada a contextura do tecido. Foi selecionado o método A por ser o mais adequado às características do tecido. Este método consiste em desfiar uma amostra do tecido, com uma determinada medida definida pela norma, utilizando agulhas de desfiar. Posteriormente, fez-se a contagem do número de fios retirados da amostra no sentido da teia e da trama, repetiu-se este processo 5 vezes em zonas diferentes do tecido.

3.1.7. Representação do debuxo

A representação do debuxo do tecido utilizado no defeito A, foi realizado através da norma NP 4114 de 1991. Esta norma consiste em identificar o módulo do debuxo que representa a estrutura do tecido. Para isso, foi escolhido um provete do tecido que continha várias vezes o módulo do debuxo, orienta-se a amostra tendo em conta o direito e avesso, teia e trama, e desfia-se dois lados perpendiculares do provete com o auxílio de uma agulha de desfiar. Ao longo deste processo foi-se examinando e marcando os cruzamentos dos fios até se obter uma repetição de cruzamento de fios da teia e dos fios da trama obtendo-se assim o módulo completo.

3.1.8. Espectroscopia de Infravermelho de Transformada de Fourier com Reflexão total (FTIR)

Esta técnica consistiu em analisar uma amostra de tecido, fornecendo o espectro do material, através da identificação das ligações químicas e dos grupos funcionais existentes (Amaral, 2021), fornecendo a identificação do composto ou a sua composição (UFSC - Laboratório de pesquisa em Polímeros e Compósitos, 2021). Este ensaio foi realizado com o intuito de se verificar a composição do material fornecido para realizar os ensaios de teste do defeito A, sendo que este não estava acompanhado pela sua ficha técnica.

O aparelho utilizado neste ensaio foi o espectrofotômetro IRAffinity-1s, representado na figura 5.



Figura 5. Espectrofotômetro infravermelho de transformada de Fourier.

3.1.9. Reprodução do defeito A - Estamparia por sublimação

Para o estudo do defeito A, reproduziu-se o estampado através de estamparia digital por sublimação. Esta técnica, consiste na transferência térmica do corante disperso para o tecido. Inicialmente o desenho é impresso sobre um papel, posteriormente é transferido para o tecido de poliéster através da ação de calor e pressão (Carmo S. N., 2016).

Para a realização deste ensaio utilizou-se uma impressora da marca Mimaki no modelo TS 500 em modo desporto para imprimir o desenho do estampado nos dois papéis em análise do defeito A. Posteriormente, foi utilizada uma calandra da marca Transmatic no modelo 6560 para transferir o desenho dos dois papéis para o tecido de poliéster a uma temperatura de 210 °C. Este ensaio foi realizado nas instalações de uma empresa que disponibilizou os seus equipamentos para a realização desta fase do estudo.

3.1.10. Fotografias

Para analisar a uniformidade das cores dos estampados referentes às duas amostras em análise do defeito A, foram colocadas numa câmara de luz utilizando como iluminação a luz standard “artificial day light”. De seguida, foram fotografadas em modo livre, com uma câmara fotográfica digital Canon EOS 750D com uma objetiva 18-135mm. As imagens apresentadas neste ensaio não foram sujeitas a qualquer tipo de edição, para serem o mais realistas possíveis, não deturpando a imagem original.

3.1.11. Observação por microscopia ótica

Ao longo deste trabalho foram realizadas várias análises através do microscópio ótico (MO) sendo que as que se tornaram relevantes foram registadas fotograficamente. O aparelho utilizado foi um microscópio Leica DM750 M com câmara incorporada Leica MC 170 HD, apresentado na figura 6.

A finalidade deste ensaio, passou por analisar e interpretar visualmente algumas características específicas das amostras, e assim conseguir perceber que tipo de ensaios poderiam ajudar na análise dos defeitos deste trabalho.



Figura 6. Microscópio ótico com câmara.

3.1.12. Observação por microscopia eletrônica de varrimento (MEV)

A microscopia eletrônica de varrimento (MEV) ou scanning Electron microscopy (SEM), é uma técnica muito útil para a avaliação da morfologia e da superfície das fibras. Esta técnica registra fotograficamente as amostras com uma elevada ampliação, o que permite analisar as amostras quanto às suas características físicas, evidenciando também elementos que possam estar à superfície da fibra.

Este método consiste na análise da região, através da irradiação por um feixe fino de elétrons na amostra em estudo. À medida que a amostra é varrida pelos elétrons primários, os sinais vão sofrendo modificações de acordo com as variações superficiais. Os sinais dos elétrons secundários fornecem imagem de topografia e são responsáveis pela obtenção das imagens de alta resolução (Soares & Saron, 2010).

O aparelho utilizado para a emissão de campo de alta resolução, foi uma pistola (FEG-SEM), NOVA 200 Nano SEM, FEI Company. As amostras analisadas estavam cobertas com um filme fino de Au-Pd (80-20% em peso) utilizando um aplicador de alta resolução, 208HR Cressington Company, acoplado a um controlador de espessura de alta resolução, MTM-20 Cressington.

O objetivo principal deste ensaio passou por observar as características morfológicas das amostras e assim perceber se o defeito estava no material utilizado ou se a causa da anomalia resultava da presença de algum tipo de substância. Este ensaio foi realizado em dois defeitos, nomeadamente o B e C.

3.1.13. Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x

A espectrometria de energia dispersa de raio-X (EDX) é essencial para a caracterização quantitativa dos elementos químicos presentes nas amostras.

Esta técnica realiza-se através da incidência de um feixe de elétrons sobre um mineral. Os elétrons mais externos dos átomos e os íons são excitados, o que faz com que se altere os seus níveis energéticos. Quando retomam à sua posição inicial, libertam energia que é emitida em comprimento de onda no espectro de raios-x. Os elétrons de um determinado átomo possuem energias distintas, logo, é possível determinar quais os elementos químicos presentes nas amostras através da incidência do feixe (Almeida, 2014).

Este ensaio foi realizado no mesmo equipamento em que se procedeu à análise de microscópio eletrónico de varrimento, descrito no tópico do mesmo ensaio.

O principal propósito deste ensaio foi analisar quantitativamente diferentes amostras (com ou sem defeito), para que se conseguisse encontrar os diferentes elementos químicos presentes em cada uma. E assim, proceder a uma comparação e estudo dos elementos detetados na amostra com defeito, que pudessem estar na origem do mesmo.

3.1.14. Determinação do pH do extrato aquoso

A determinação do pH do extrato aquoso em têxteis foi realizado segundo a norma NP EN 1413 de 1999. Neste ensaio utilizou-se água destilada com condições de pH controladas, foram cortadas três amostras com aproximadamente duas gramas, para cada uma das malhas, e posteriormente cortadas em pequenos pedaços. Foram colocadas num balão de Erlenmeyer com 100mL de água destilada e deixados em agitação magnética durante duas horas. Após este tempo foi medido o pH das seis soluções. O aparelho utilizado neste ensaio foi o medidor de pH Orion Versastar pro.

O objetivo deste ensaio passou essencialmente por descobrir o pH do extrato aquoso das malhas e se poderia estar na causa do defeito que estas apresentavam.

3.1.15. Ensaio de solidez dos tintos ao suor

A norma da solidez dos tintos ao suor é a NP EN ISO 105-E04 de 2010. Esta norma foi utilizada numa tentativa de reprodução das condições em que possam ter ocorrido os defeitos nas peças do defeito B da cor “Pirate Black”. Para isso, foram utilizadas as receitas desta norma para a solução ácida com pH 5,5 e a receita da solução básica com pH 8,0. Os provetes foram colocados em contacto com o tecido testemunho e embebidos pelas duas soluções diferentes. Posteriormente, espremeu-se os provetes e colocou-se entre duas placas sob uma determinada pressão.

3.1.16. Análise por espectroscopia de absorção no UV-visível

Neste ensaio a amostra é colocada numa célula de vidro, este é colocado entre a fonte de luz e o detetor, onde foi atravessado por um feixe ótico (Magalhães, 2014).

A espectroscopia de absorção consiste na absorção nos comprimentos de onda na zona visível, permitindo identificar substâncias com base no seu espectro (análise qualitativa), sendo que, a quantidade de luz absorvida está relacionada com a concentração da substância (análise quantitativa), tornando-se possível quantificá-las na solução em estudo (Gomes, 2019).

O resultado deste ensaio pode ser apresentado em transmitância e/ou absorvância. Na análise das soluções em estudo neste ensaio, os resultados foram apresentados segundo o valor da absorvância.

A Lei de Lambert-Beer fundamenta que a absorvância é proporcional à concentração da espécie em estudo (Lima & Sikora, 2015). Tendo em conta que os resultados estão apresentados segundo a absorvância das soluções, as conclusões da análise deste ensaio, foram realizadas segundo o referido anteriormente.

O objetivo principal deste ensaio, passou por analisar duas soluções com corante, onde uma delas continha um suspensório metálico utilizado nas peças de roupa infantis. Além deste, realizou-se um estudo para três soluções em que se tinha adicionado cobre em pó e noutra solução sulfato de cobre ficando a terceira solução como controlo. Com este ensaio foi possível perceber se o suspensório, o cobre em pó ou o sulfato de cobre, estavam na causa de uma possível complexação do corante.

Para a realização deste ensaio foi utilizado o aparelho de espectrofotómetro UV-1800, mostrado na Figura 7.



Figura 7. Espectrofotómetro de absorção.

3.1.17. Reprodução do defeito B -Tingimento

O tingimento para o estudo do defeito B, foi realizado por esgotamento numa AHIBA Spectradye, com corante Avitera Vermelho SE num tecido 100% algodão. A realização deste ensaio ocorreu apenas para um dos corantes existentes na receita de tingimento utilizada na produção de peça pois, não foi possível adquirir os restantes corantes.

Este ensaio foi realizado com o intuito de se perceber de que forma a presença de cobre em pó influenciaria a cor do tecido.

3.1.18. Determinação das coordenadas cromáticas

Após a realização do tingimento descrito anteriormente, onde se definiu as mesmas condições e apenas foi adicionado cobre em pó numa das receitas, obteve-se duas amostras que foram analisadas segundo as suas coordenadas de cor.

A análise de cor das amostras, foi realizado através de um espectrofotómetro Datacolor SF600 + C.T., segundo o sistema CIELab. Este sistema, permite analisar a cor através de coordenadas cromáticas, sendo estas o L^* , a^* e b^* . A coordenada L^* é referente à luminosidade que define a escala entre o branco e o preto assumindo valores entre 100 e 0, respetivamente. O eixo a^* define as cores de vermelho em $+a^*$ e verde para $-a^*$, tendo como perpendicular o eixo b^* onde $+b^*$ corresponde para o amarelo e $-b^*$ para o azul (Costa, 2014), como se pode verificar na figura 8 apresentada a seguir.



Figura 8. Coordenadas de cor CIELAB. Fonte: (Cordova, Souza, Castro, Damásio, & Alves, 2014)

3.1.19. Remoção da mancha com ácido Fluorídrico a 2%

Após a realização da reprodução do defeito B com o suspensório envernizado, verificou-se o aparecimento de uma mancha castanha à superfície da malha. Então, para se proceder à sua remoção efetuou-se uma limpeza com ácido Fluorídrico a 2% no estado líquido. Esta substância é um ácido inorgânico, tendo várias aplicações na indústria, sendo que uma delas passa por ser utilizado como removedor de ferrugem (Tomaz, Godinho, Bento, Barata, & França, 2003).

Este ensaio teve como principal objetivo verificar se esta contaminação tinha provocado um defeito semelhante ao defeito rececionado.

3.1.20. Observação através da Lupa

O aparelho utilizado para este ensaio foi a lupa Leica EZ4D, apresentado na figura 9.

Este ensaio foi realizado para a observação e análise do defeito C, contribuindo para uma melhor caracterização e perceção do problema do mesmo.



Figura 9. Lupa.

3.1.21. Determinação da solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial

A determinação da solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial foi realizada segundo a norma NP EN ISO 105-C06 de 1999, as condições do ensaio utilizadas neste teste foram segundo o método A2S. O equipamento utilizado neste ensaio foi o washtec-p.

Este ensaio realizou-se para todas as amostras em todas as cores da t-shirt e da sweat com e sem defeito. O principal objetivo deste ensaio passou por analisar a solidez do estampado e também verificar se o estampado apresentava mais defeito, ou seja, mais quebras ao estar exposto a condições de lavagem.

Após o ensaio seguiu-se a avaliação da alteração de cor das amostras segundo a norma NP EN 20 105-A02 e relativamente à avaliação do manchamento do tecido multifibra seguiu-se a norma NP EN 20 105-A03.

Capítulo 4

Apresentação dos Resultados

4.1. Estudo de caso do defeito A

O defeito A, foi detetado em estampados realizados através de estamperia por sublimação, onde se verificou que se obtinha cores menos uniformes e menos intensas. Neste caso, estão em estudo dois papéis que foram indicados como tendo as mesmas características, mas tiveram comportamentos diferentes aquando da sua utilização para realização do estampado. Verificando-se que, consoante o papel que se utilizava, obtinha-se estampados de qualidade diferente, sendo um de qualidade inferior. Os ensaios realizados para este estudo foram a medição da espessura, a massa por unidade de superfície e a avaliação da cor das amostras. Os materiais que intervêm neste defeito foram os dois papéis que estão a ser analisados (amostra 33 e 39) e o tecido poliéster.

Com este estudo, pretende-se verificar se as características dos papéis utilizados para a realização dos estampados no tecido através de estamperia por sublimação obedecem aos requisitos para fabricação, utilizando as normas de qualidade para artigos têxteis.

4.1.1. Análise do defeito A

No defeito A, estão em análise duas amostras de papel destinadas a serem utilizadas em estamperia por sublimação. As amostras em estudo são, a “amostra 33” que foi a escolhida inicialmente no momento de seleção do produto pelo cliente e a “amostra 39” a rececionada na encomenda final pelo cliente. Os dois papéis não reproduziam um estampado com a mesma qualidade, verificando-se uma uniformidade do estampado inferior quando se utilizava o papel da “amostra 39”. O material de estudo utilizado neste defeito foram os dois papéis e o tecido poliéster apresentados na figura 10 apresentada a seguir.

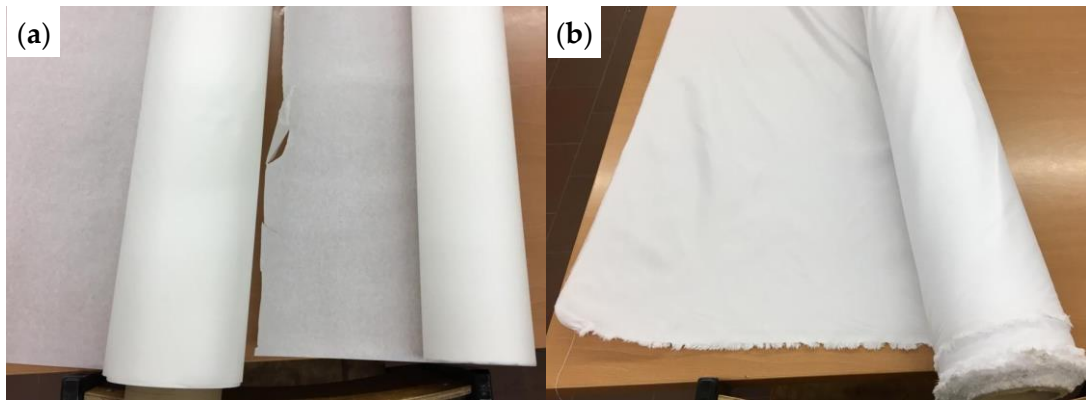


Figura 10. Material reciclado, (a) papéis 33 e 39, (b) tecido poliéster.

4.1.2. Reprodução do defeito A

Para a reprodução do defeito A, utilizou-se o material reciclado para a realização da perícia, sendo estes, as duas amostras de papel (amostra 33 e 39) e o tecido poliéster.

O processo de reprodução do defeito, passou pela impressão do desenho nas amostras de papel em estudo, e na continuidade do processo a realização da transferência do desenho, através da estamperia por sublimação, para o substrato de poliéster.

Realizou-se diversas estampagens por sublimação com os dois tipos de papéis fornecidos. As condições a que ocorrerem os ensaios foram as mesmas para os dois papéis em análise, sendo que a impressão dos mesmos foi realizada na mesma máquina com as mesmas condições de impressão, posteriormente o estampado foi transferido para o tecido de poliéster com os dois papéis na mesma calandra, a uma temperatura de 210°C com as mesmas condições.

De seguida, nas figuras 11 e 12, encontram-se as imagens dos dois estampados realizados para cada papel.



Figura 11. Estampado por sublimação no tecido de poliéster com o papel 33.



Figura 12. Estampado por sublimação no tecido de poliéster com o papel 39.

4.1.3. Apresentação e Análise dos resultados do defeito reproduzido A

Nesta fase do estudo apresenta-se a análise e caracterização dos materiais que estão em estudo neste defeito, sendo estes os dois papéis e o tecido poliéster. Posteriormente, é apresentada a análise e comparação da uniformidade da cor dos estampados obtidos na reprodução do defeito.

4.1.3.1. Caracterização dos papéis

Na tabela 2 são apresentados os valores médios obtidos nos ensaios de espessura (mm), massa por unidade de área (g/m^2) e permeabilidade ao ar ($\text{L}/\text{m}^2/\text{s}$) dos papéis.

Tabela 2. Características dos papéis

Ensaio	Amostra 33	Amostra 39
Espessura (mm)	0,062	0,060
Massa por unidade de superfície (g/m^2)	40,57	42,26
Permeabilidade ao ar ($\text{L}/\text{m}^2/\text{s}$)	0,5078	0,4802

Como pode ser observado através dos resultados obtidos as amostras de papel, tem uma espessura muito próxima, apresentam uma diferença média de 0,002mm, que não é significativa. Verificou-se ainda que existe uma diferença de massa entre as duas amostras dos papéis de $1,69\text{g}/\text{m}^2$. Esta diferença na massa por unidade de superfície pode provocar alterações na uniformidade do estampado, não permitindo que a estamaria ocorra nas melhores condições. Acresce que, o papel da amostra 39 tem uma menor permeabilidade ao ar do que a amostra 33, sendo esta diferença de $0,0276\text{ L}/\text{m}^2/\text{s}$. Este resultado demonstra que a amostra 39 é menos porosa, o que pode causar uma menor agregação do corante ao papel e conseqüentemente menos corante irá passar para o substrato têxtil, criando um estampado menos uniforme.

4.1.3.2. Caracterização básica do tecido estampado

A estampa realizada para a análise deste defeito foi aplicada num tecido. A caracterização básica do material é apresentada na tabela 3. Na figura 13 é apresentado o espectro FTIR da composição do tecido (superior) e o espectro de PET (inferior).

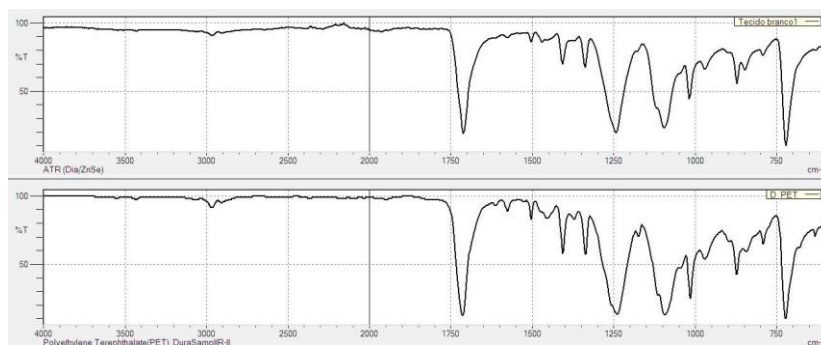


Figura 13. Espectros FTIR da composição do tecido.

Comparando o espectro obtido através do FTIR da amostra do material em estudo com o espectro de PET *standard*, foi possível verificar que se tratava de um tecido composto por Poliéster.

Tabela 3 Caracterização básica do tecido estampado.

Caraterização básica do tecido estampado	
Composição	PES
Cor	Branco
Medição da largura das peças	Largura útil: 1,67m
	Largura total: 1,70m
Contextura	Teia: 41 fios/cm
	Trama: 30 fios/cm
Debuxo	Tafetá
Espessura	0,140mm
Massa por unidade de superfície	81,96g/m ²

4.1.3.3. Análise da uniformidade do estampado

Após a realização dos estampados das miras, com cada uma das amostras de papéis nas mesmas condições, procedeu-se à comparação das amostras. Para isso, as amostras foram

colocadas lado a lado numa câmara de luz para se conseguir observar com maior nitidez algum tipo de diferença. Neste ensaio, nas tabelas 4, 5 e 6, estão apresentadas todas as cores que foram observadas e a sua comparação.

Tabela 4. Comparação das miras estampadas a partir das duas amostras de papel.


















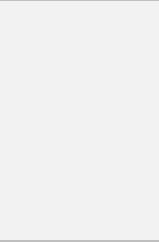

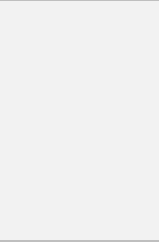



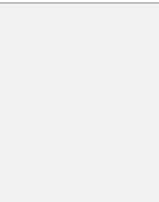

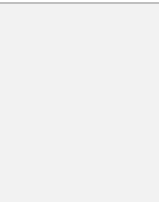



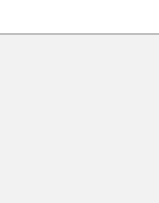

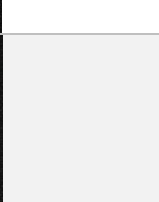
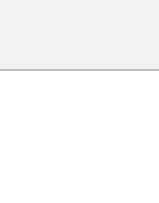
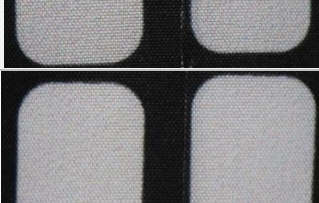
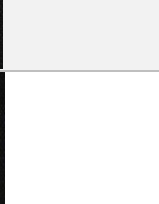



	Amostra 33	Amostra 39
Preto 1		
Azul 1		
Rosa 1		
Amarelo 1		
Cinzento 1		
Laranja 1		
Verde 1		
Lilás 1		
Castanho 1		

Tabela 5. Comparação das miras estampadas a partir das duas amostras de papel (continuação).

	Amostra 33	Amostra 39
Azul 2		
Lilás 2		
Azul 3		
Verde 2		
Verde 3		
Verde 4		
Preto 2		

Tabela 6. Comparação das miras estampadas a partir das duas amostras de papel (continuação).

	Amostra 33	Amostra 39	
Preto 3			
Cinzeno 2			
Cinzeno 3			
Cinzeno 4			
Cinzeno 5			
Cinzeno 6			
Cinzeno 7			

Com a análise de todas as cores que estavam presentes nas miras estampadas com as duas amostras de papel em análise, podemos verificar que existe falta de uniformidade na amostra 39, tendo-se uma melhor perceção nas seguintes cores: laranja 1, verde 1, castanho 1, lilás 2, verde 2 e preto 3.

4.1.4. Discussão dos resultados do defeito A

A amostra de papel que tinha como objetivo servir para estamperia por sublimação, não era o mais adequado. Pois, demonstrou que não tinha as características adequadas para essa função, fazendo com que o estampado não se encontrasse com a intensidade de cor esperadas e com pouca uniformidade.

Com o papel 39, não se obtém uma transferência da cor com uniformidade e nitidez. Logo, verifica-se que não se obtém a mesma qualidade de estampado, comparativamente com a amostra 33.

Conclui-se que as amostras dos papéis não são iguais pela diferença das características das mesmas e pelo resultado que se obtém após a realização da estamperia por sublimação com os dois tipos de papéis. Os testes realizados demonstram, que a amostra 39 imprime de facto em tecidos tendo, no entanto, com algumas limitações, mas não é igual e não observa a mesma uniformidade de estampado em comparação com a amostra 33. As duas amostras de papel têm uma espessura muito próxima, mas tendo em conta que a amostra 39 apresenta uma massa por unidade de superfície mais elevada mostra que este papel é mais compacto. Tendo em conta os resultados obtidos da permeabilidade ao ar, verificou-se que a amostra 39 é menos porosa, podendo provocar uma menor adesão do corante ao papel e conseqüentemente menos corante irá passar para o substrato têxtil, originando um estampado menos uniforme. Este pode ser o facto de se obter diferentes resultados no estampado usando o mesmo tipo de condições.

4.2. Estudo de caso do defeito B

Neste estudo de caso, estão em análise duas peças de roupa infantil no mesmo modelo em duas cores diferentes, a “Honey Gold” e a “Pirate Black”. Estas peças continham aplicações de “buckles” (acessórios) metálicos que não se encontravam envernizados.

O defeito em estudo, ocorreu apenas nas peças de cor “Pirate Black”, mais especificamente, na zona que estava em contacto com o acessório metálico, logo a análise deste defeito foi essencialmente realizada para a peça desta cor. Na zona de contacto entre os dois materiais, verifica-se a existência de uma mancha vermelha/alaranjada. A imagem do defeito em estudo apresenta-se a seguir na figura 14. Foi também alvo de estudo um suspensório metálico envernizado, com o objetivo de se perceber a compatibilidade do mesmo quando se encontrava em contacto com a peça na cor “Pirate Black”. Neste estudo será apresentada a análise do defeito, a reprodução do defeito com os dois tipos de “buckles” (não envernizado e o envernizado) e por último a análise do defeito simulado.



Figura 14. Peças da cor “Pirate Black”, na zona com defeito.

4.2.1. Análise do defeito B

4.2.1.1. Observação por microscopia ótica

Através da utilização de um microscópio ótico, foi possível observar e analisar o defeito com mais pormenor e registar fotograficamente o mesmo. Com o objetivo de comparação, foi feita uma observação da malha na cor “Pirate Black” numa zona com defeito e numa zona sem defeito.

A seguir serão apresentadas fotografias consideradas relevantes para este estudo. Nas figuras 15, 16, 17 e 18 podemos ver dois tons, a zona mais escura é a zona da malha sem defeito e a zona vermelha/alaranjada é a zona onde ocorreu o defeito.

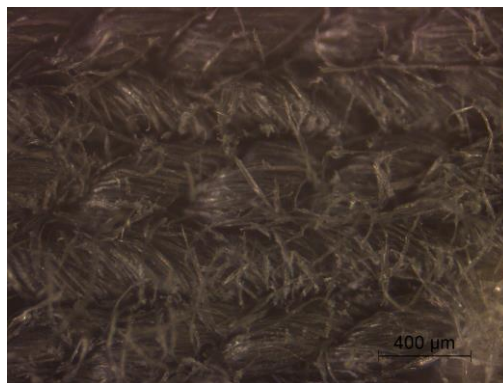


Figura 15. Fotografia obtida no microscópio ótico, ampliada 50X, evidenciando a zona sem defeito.

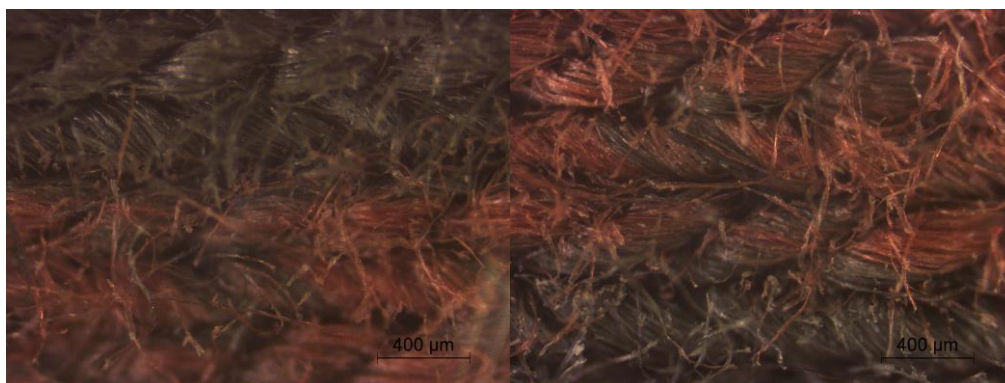


Figura 16. Fotografias obtidas no microscópio ótico, ampliadas 50X, evidenciando a fronteira da zona sem defeitos e da zona com defeito.

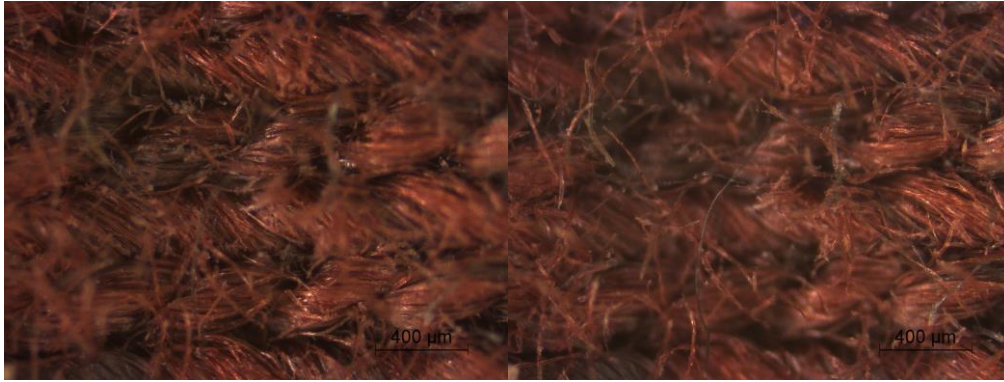


Figura 17. Fotografias obtidas no microscópio ótico, ampliadas 50X, em duas zonas do defeito, focadas na superfície das fibras.

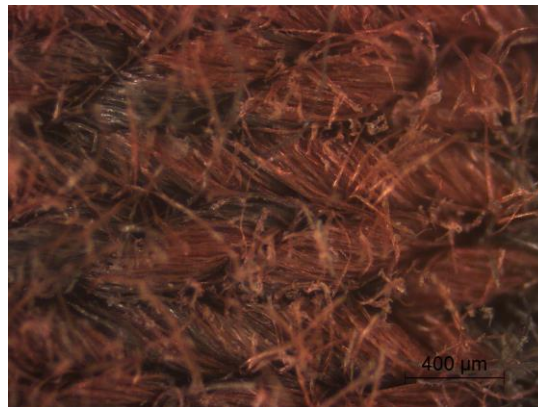


Figura 18. Fotografia obtida no microscópio ótico, ampliada 50X, na zona do defeito focada nas fibras superficiais.

4.2.1.2. *Observação por Microscopia Eletrônica de Varrimento*

Neste ensaio, conseguiu-se uma observação detalhada das amostras, onde foram observadas três zonas da peça de roupa infantil na cor “Pirate Black”, uma sem defeito, uma com defeito e outra em que o defeito se encontrava mais evidente. De seguida, serão apresentadas as imagens obtidas com o MEV (figura 19, 20 e 21).

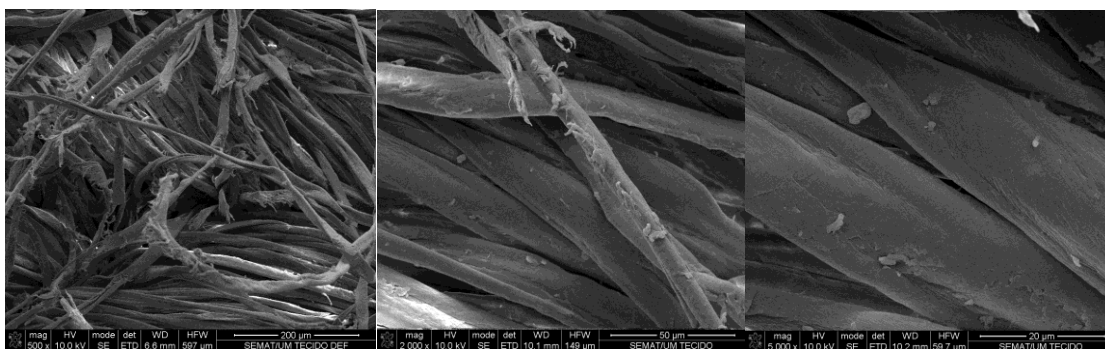


Figura 19. Observação microscópica MEV da zona sem defeito.

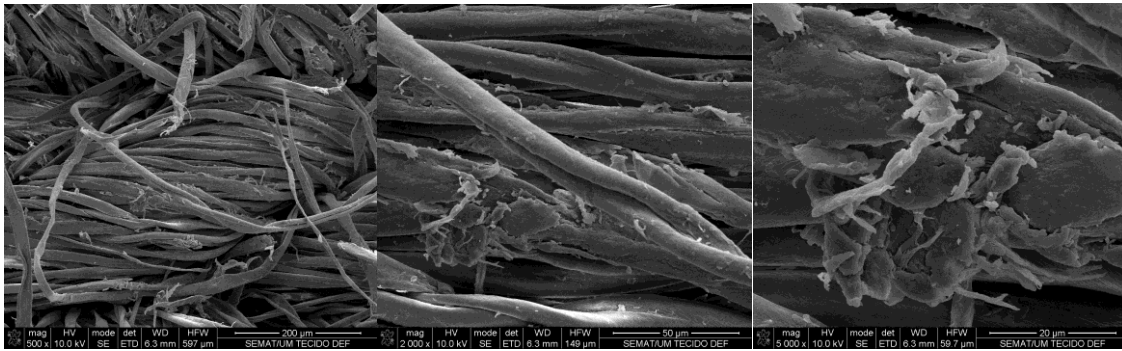


Figura 20. Observação microscópica MEV da zona com defeito.



Figura 21. Observação microscópica MEV da zona com defeito mais evidente.

A partir das imagens apresentadas anteriormente é possível verificar que devido à ação mecânica exercida pela mola do “buckle” metálico, existe o esmagamento parcial das fibras na superfície da malha.

4.2.1.3. Análise por Espectrometria de Energia Dispersa de Raio-X (EDX)

Através da análise EDX é possível obter gráficos dos valores dos elementos químicos presentes na amostra e a quantificação percentual dos mesmos. Assim, serão apresentados os gráficos obtidos de cada zona, onde na figura 22 está a análise da zona sem defeito e na figura 23 a análise de uma zona com defeito.



Figura 22. Espectro EDX da malha na zona sem defeito.

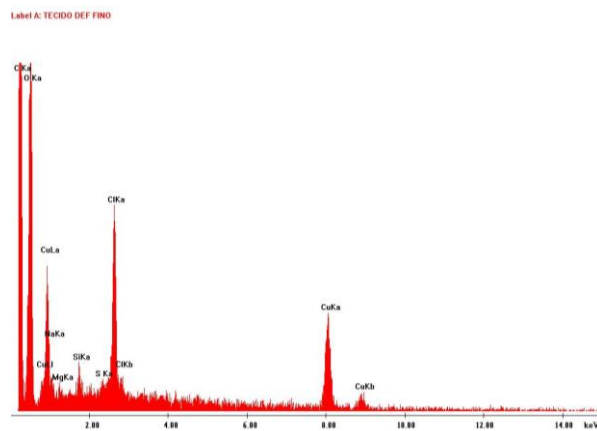


Figura 23. Espectro EDX da malha na zona com defeito.

De forma a sintetizar e a organizar toda a informação, apresenta-se na tabela 7 a percentagem em peso de cada elemento detetado para cada uma das zonas analisadas da peça com defeito rececionada.

Tabela 7. Valores da percentagem em peso dos elementos químicos presentes na amostra rececionada.

Quantidade em peso (%)		
Elemento	Sem Defeito	Com Defeito
C (Carbono)	54,62	51,02
O (Oxigénio)	43,95	37,59
Mg (Magnésio)	0,32	0,26
Si (Sílica)	0,43	0,38
S (Enxofre)	0,17	0,20
Cl (Cloro)	0,51	2,67
Cu (Cobre)	0	7,17
Na (Sódio)	0	0,71

Verificou-se que na zona sem defeito não são detetados os elementos de Cobre (Cu) e Sódio (Na). Nas zonas com defeito surge um aumento muito significativo do elemento químico Cobre, o que pode sugerir que este provenha do suspensório metálico.

4.2.1.4. Determinação do pH do extrato aquoso das malhas

Este ensaio foi realizado nas mesmas condições para as duas amostras, para a malha tingida na cor “Honey Gold” e para a malha na cor “Pirate Black”. Na tabela 8, encontram-se os valores médios de pH da água registados neste ensaio, sendo que o valor inicial é referente ao valor do pH da água no início do ensaio sem as amostras das malhas, e o final ao valor do pH da água após a realização do ensaio com as malhas.

Tabela 8. Valores de pH do extrato aquoso das malhas rececionadas.

pH do extrato aquoso		
Amostra	“Pirate Black”	“Honey Gold”
Início	5,692	5,692
Fim	6,027	7,051

Após a realização deste ensaio verificou-se que a amostra na cor “Pirate Black” é ligeiramente ácida comparativamente à amostra na cor “Honey Gold”.

4.2.2. Reprodução do defeito B

4.2.2.1. Reprodução do defeito, utilizando soluções ácida e alcalina

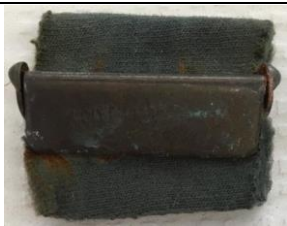





Para a reprodução das condições em que ocorreram os defeitos nas peças da cor “Pirate Black”, foram utilizadas as seguintes soluções:

- Ácida (com o pH de 5,5);
- Básica (com pH de 8,0).

Estas soluções foram realizadas de acordo com as receitas da Norma NP EN ISO 105-E04 de 2010, que determina a solidez dos tintos ao suor.

Para cada uma das soluções foi mergulhada uma amostra da malha na cor “Pirate Black” com o “bucklet” metálico não envernizado. Na continuidade do estudo, cada amostra foi colocada numa placa de petri onde ficou a secar na estufa durante 48h a 40°C. A seguir será apresentada a tabela 9 com as fotografias dos resultados obtidos.

Tabela 9. Resultados obtidos na reprodução do defeito com o “bucklet” metálico não envernizado através de solução ácida e alcalina.

Reprodução do defeito		
Solução	Ácida (pH=5,5)	Alcalina (pH=8,0)
Amostra		
Acessório metálico		
Malha		

Após a realização do ensaio, verificou-se que a amostra sujeita à solução ácida apresenta um defeito semelhante ao objeto de estudo, pois observa-se uma tonalidade vermelha/alaranjada na amostra como demonstrado na figura 24. Esta zona estava em

contacto com o “bucklet” metálico não envernizado o que comprova que este provoca alterações na malha. Na amostra sujeita à solução alcalina não se verificou alteração na coloração, logo foi ignorada para a realização dos ensaios e análises posteriores.



Figura 24. Defeito reproduzido laboratorialmente em solução ácida.

4.2.3. Apresentação e análise dos resultados do defeito reproduzido B

4.2.3.1. Observação por microscopia ótica do defeito reproduzido com solução ácida

Após se ter conseguido obter o defeito reproduzido na malha tingida na cor “Pirate Black” com a solução ácida, realizou-se a análise microscópica do mesmo, como se pode observar nas imagens (figura 25, 26, 27, 28 e 29) que se seguem.

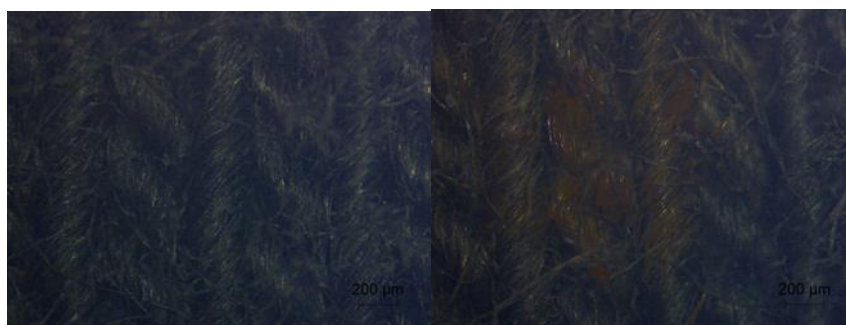


Figura 25. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona sem defeito à esquerda e na zona com defeito reproduzido à direita, ampliação 50X.

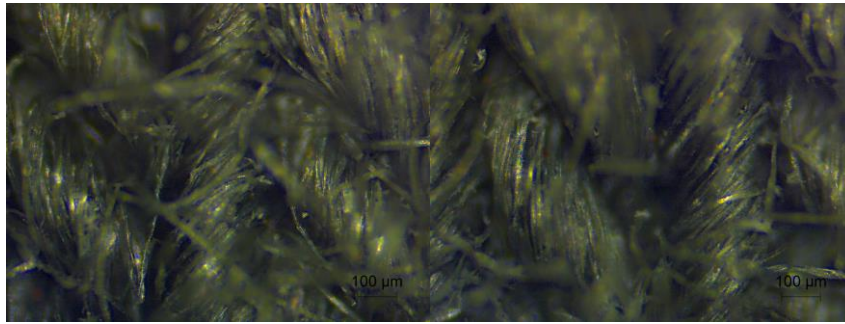


Figura 26. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona sem defeito, ampliação 100X.

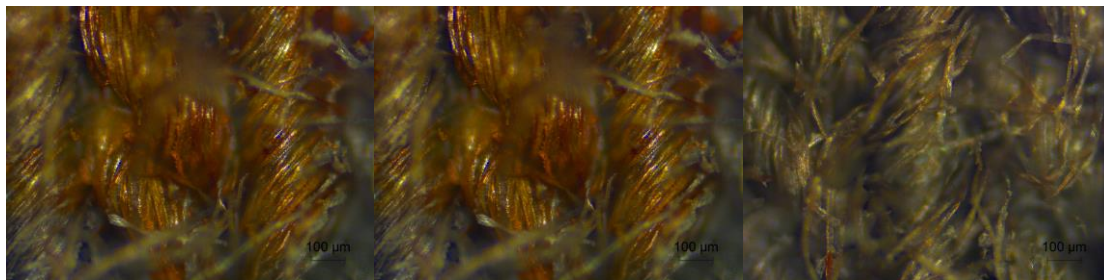


Figura 27. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona com defeito reproduzido na amostra, ampliação 100X.

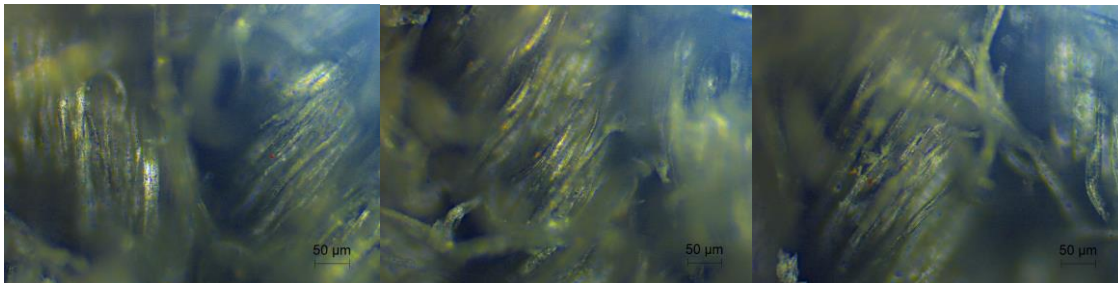


Figura 28. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona sem defeito, ampliação 250X.

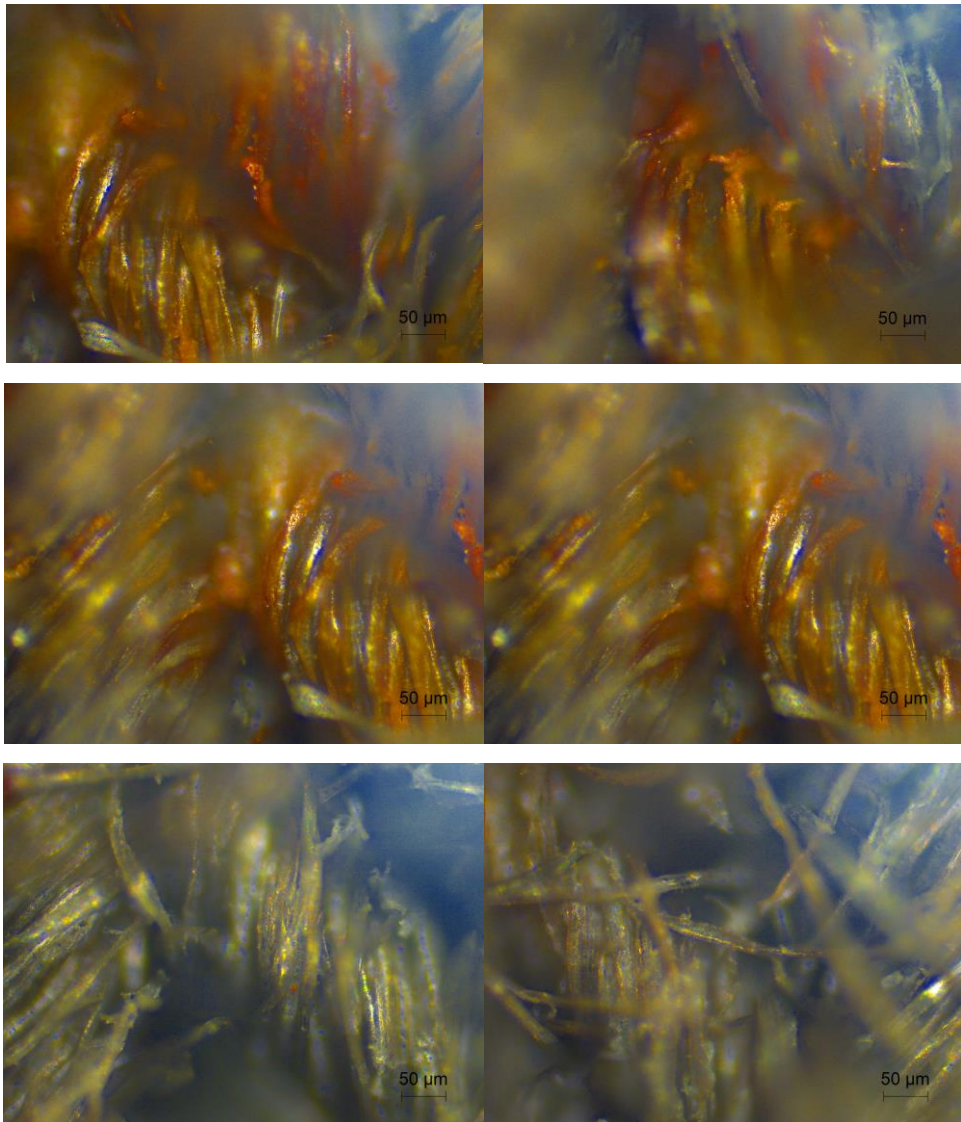


Figura 29. Fotografias obtidas no microscópio ótico, na zona com defeito reproduzido na amostra, ampliação 250X.

4.2.3.2. *Observação por microscopia eletrónica de varrimento do defeito reproduzido com solução ácida*

Procedeu-se a uma análise no microscópio eletrónico de varrimento (MEV) da amostra onde se verificou o aparecimento do defeito reproduzido laboratorialmente. O ensaio foi realizado na malha, na zona com e sem defeito e no interior do “bucket” metálico não envernizado.

A seguir, nas figuras 30 e 31, serão apresentados os resultados obtidos.

Zona sem defeito da malha

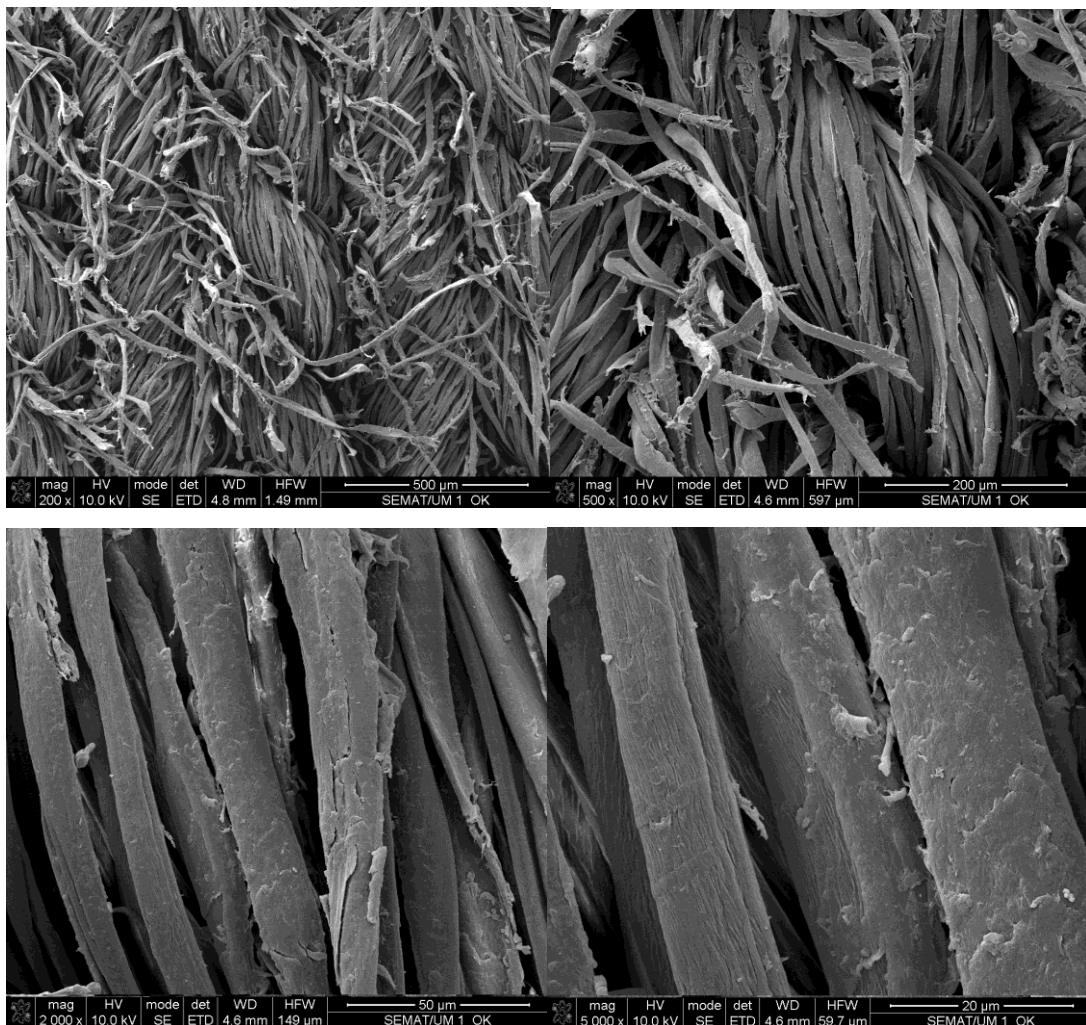


Figura 30. Observação microscópica através do MEV da amostra reproduzida na zona sem defeito.

Zona com defeito da malha

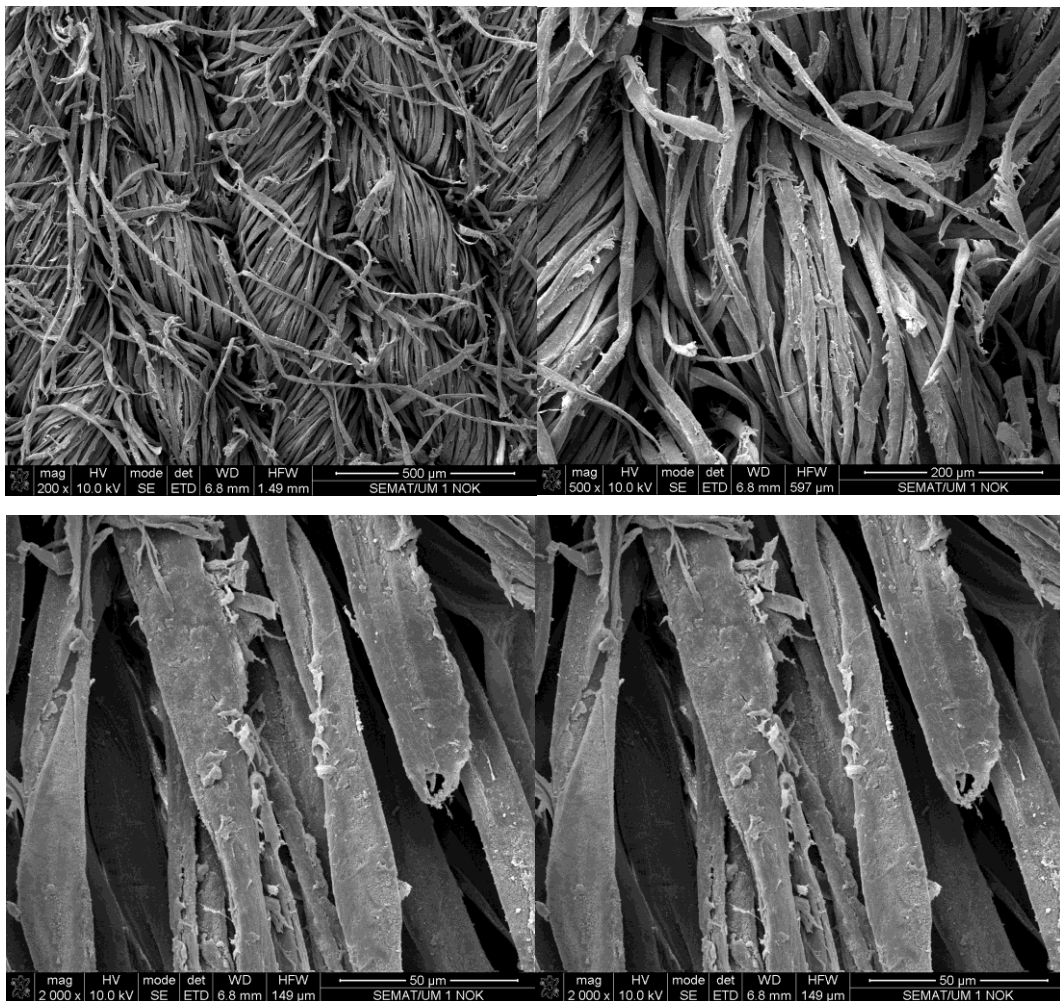


Figura 31. Observação microscópica através do MEV da amostra com defeito reproduzido.

Com a observação das imagens obtidas no MEV, da zona com defeito e da zona sem defeito na amostra onde foi reproduzido o defeito através da utilização de uma solução ácida, é possível verificar que as fibras à superfície da malha se encontram danificadas por ação mecânica na zona com defeito, provavelmente pela pressão exercida do “bucklet” metálico na malha. Também, se verifica uma maior quantidade de partículas depositadas nas fibras na zona com defeito.

“Bucklet” metálico não envernizado utilizado na reprodução do defeito com solução ácida

Foi realizada uma análise do “bucklet” que provocou o aparecimento do defeito reproduzido e que esteve sujeito à solução ácida (figura 32). Foram analisadas três zonas diferentes do metal representadas na figura 32 e 33, a Z1, Z2 e Z3 referentes a zonas degradadas e que estavam em contacto com a zona da malha que apresentou o defeito.



Figura 32. Fotografia do “bucklet” metálico utilizado na reprodução do defeito com solução ácida analisado no MEV.

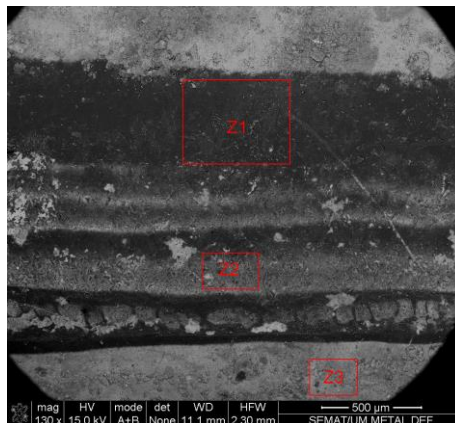


Figura 33. Observação microscópica através do MEV do suspensório metálico não envernizado.

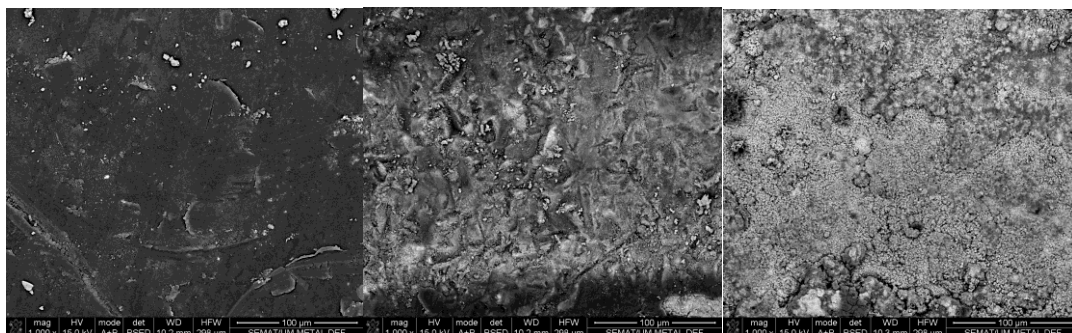


Figura 34. Observação microscópica através do MEV de Z1, Z2 e Z3 respetivamente.

4.2.3.3. Análise por Espectrometria de Energia Dispersa de Raio-X (EDX) no defeito reproduzido com solução ácida

A análise EDX determina a quantificação da percentagem em peso dos elementos químicos presentes no defeito reproduzido com o suspensório metálico não envernizado sujeito a solução ácida e dos elementos químicos presentes nas zonas analisadas do suspensório metálico não envernizado. Estes valores são referentes à zona com defeito e à zona sem defeito, da malha e do interior do suspensório metálico não envernizado estando apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Quantidade de percentagem em peso dos elementos químicos presentes no defeito reproduzido com solução ácida na malha e no suspensório metálico não envernizado.

Quantidade em peso (%)								
Elementos Químicos	Malha "Pirate Black" defeito reproduzido					Suspensório metálico não envernizado		
	Zona sem defeito		Zona com defeito			Com Defeito		
	1	2	1	2	3	Z1	Z2	Z3
C (carbono)	51,69	52,75	51,77	53,04	52,14	40,58	36,15	22,60
O (Oxigénio)	48,31	45,58	42,91	43,78	44,79	10,39	11,06	7,80
Mg (Magnésio)	0	0,14	0,58	0,54	0,45	1	1,02	0
Si (Sílica)	0	0,38	0,78	0,47	0,42	0,24	1,06	0
Ca (Cálcio)	0	0,18	0,36	0,34	0,25	0	0	0
Cu (Cobre)	0	0	2,00	0,72	0,80	33,33	39,22	45,97
Zn (Zinco)	0	0	1,59	0	0	11,38	9,57	15,00
Na (Sódio)	0	0,27	0	0,27	0,26	0	0	0
P (Fósforo)	0	0	0	0,21	0,19	0	0	0
S (Enxofre)	0	0,27	0	0,27	0,25	0	0	0,56
Cl (Cloro)	0	0,27	0	0,21	0,24	0	0	0,28
K (Potássio)	0	0,15	0	0,17	0,21	0	0	0
Fe (Ferro)	0	0	0	0	0	0,47	0,67	1,13
Se (Selénio)	0	0	0	0	0	2,60	1,24	6,64

Com a análise dos valores obtidos podemos verificar que relativamente ao elemento químico Cobre (Cu), que não está presente na zona sem defeito, contudo verificasse a sua presença

nas zonas analisadas com defeito. Sendo que este elemento químico se encontra em grande quantidade no suspensório metálico, é provável que se tenha depositado na malha originando o aparecimento do defeito. Também se verifica numa zona com defeito a presença do elemento Zinco em pequena quantidade.

4.2.3.4. *Análise da influência do suspensório metálico não envernizado na coloração de uma solução de corante*

Segundo a receita de tingimento recebida, os três corantes utilizadas no tingimento da peça na cor “Pirate Black” foram o Avitera ouro amarelo SE, o Avitera vermelho SE e o Avitera deep blue SE 214 Dp. Num estudo preliminar, realizou-se um ensaio mergulhando o suspensório metálico numa solução do corante Avitera vermelho SE com pH 5,5. Para a realização deste ensaio, preparou-se 60mL, de uma solução do corante Avitera vermelho SE 2,0g/L, à qual se adicionou 60mL de uma solução realizada de acordo com a Norma NP EN ISO 105-E04, solidez dos tintos ao suor. Esta solução foi dividida em dois goblés. Num dos goblés foi colocado um suspensório metálico não envernizado e no outro foi deixado nas mesmas condições servindo como solução de controlo. Este ensaio decorreu durante 48h à temperatura ambiente com os goblés tapados.

A seguir, na figura 35, é apresentada a imagem das duas soluções, onde se observa do lado esquerdo a solução de controlo e do lado direito a solução que continha o suspensório metálico não envernizado.

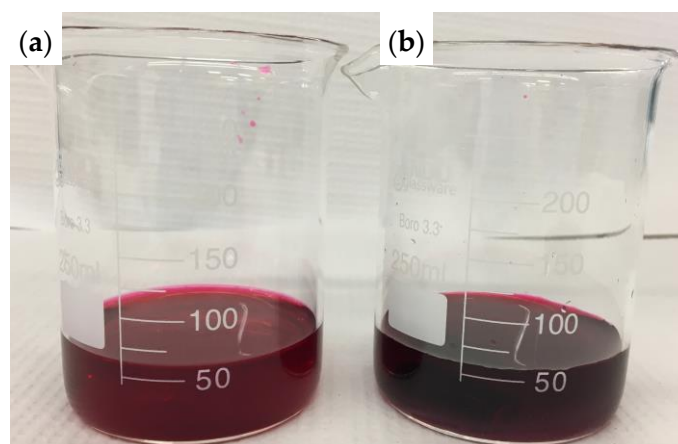


Figura 35. Solução com corante Avitera Vermelho SE (a), no lado direito (b) encontra-se a solução com o suspensório.

Como é possível verificar, na figura 35, são bastante notórias as diferenças de tonalidade na cor, entre a solução de controlo (lado esquerdo) e a solução que continha o suspensório metálico não envernizado (lado direito). Verificou-se que ocorreu uma alteração da coloração, provavelmente por uma complexação do corante quando em contacto com o suspensório.

4.2.3.5. *Análise por Espectroscopia de absorção no UV-visível da solução só com corante e da solução com corante e o suspensório metálico não envernizado*

Com o intuito de se analisar a reação que ocorreu entre o corante e o suspensório metálico não envernizado, foi realizado o estudo da absorvância da solução. Assim, realizou-se uma diluição da solução com corante de 1:29 (0,1ml de solução para 2,9ml de água destilada), esta razão foi utilizada para as duas soluções em estudo.

A seguir está apresentado o espectro de absorvância do corante testado nas soluções. No gráfico apresentado na figura 36, encontra-se os espectros do corante Avitera vermelho SE, onde se pode examinar a absorvância da solução de controlo (curva verde) e da solução que continha o suspensório metálico não envernizado (curva amarela).

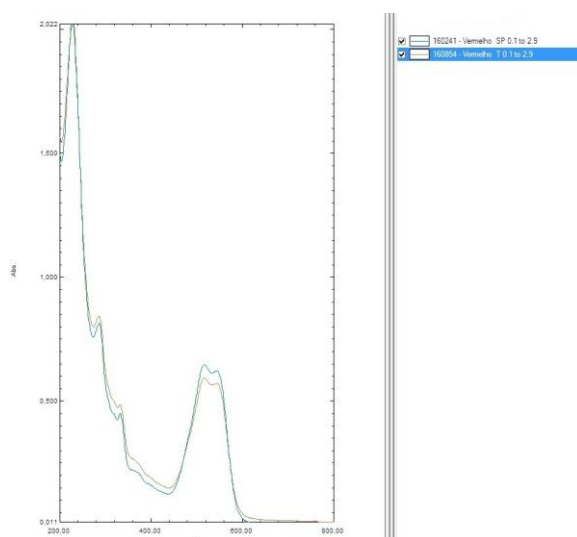


Figura 36. Absorvância do corante Avitera vermelho SE com a solução de controlo e a solução que continha o suspensório metálico.

Com a análise do gráfico apresentado anteriormente é possível verificar que ocorreu uma diminuição da absorvância do corante na solução que continha o suspensório metálico comparativamente com a solução de controlo (o pico máximo em 516 nm). Esta análise leva a crer que ocorre complexação do corante quando este se encontrava em contacto com o suspensório metálico não envernizado.

4.2.3.6. Análise da influência do elemento cobre (Cu) nas soluções com corante

Através dos resultados obtidos em ensaios anteriores, foi possível verificar que o elemento químico cobre (Cu) está presente na malha na zona com o defeito na cor vermelha/alaranjada e em grande quantidade no suspensório metálico não envernizado. Então, para analisar a influência deste elemento na solução com corante, foram preparadas três soluções, uma solução padrão apenas com o corante Avitera vermelho SE, uma com corante e sulfato de cobre (CuSO_4) e por último uma com corante e cobre (Cu) em pó.

A seguir estão apresentados os resultados obtidos neste ensaio, podemos observar na figura 37 as soluções realizadas, onde se encontra do lado esquerdo a solução que continha sulfato de cobre, no centro a solução padrão e do lado direito a solução que continha cobre em pó.

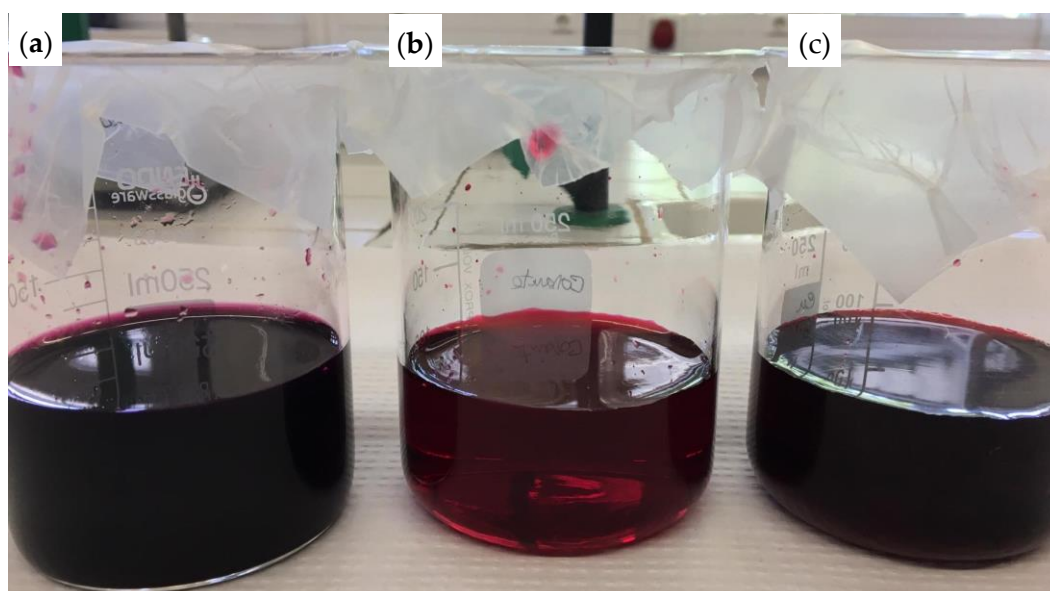


Figura 37. Análise da influência do elemento químico cobre no corante Avitera Vermelho SE, solução com sulfato de cobre (lado esquerdo (a)), solução padrão (meio(b)) e solução com cobre em pó (lado direito (c)).

Através da análise da coloração das soluções é possível verificar que as duas soluções que continham cobre apresentam uma tonalidade bastante escura em relação à solução padrão, demonstrando que ocorreu uma reação/complexação do corante.

4.2.3.7. Análise por Espectroscopia de absorção no UV-visível da solução com corante e das soluções com sulfato de cobre e cobre em pó

A seguir serão apresentados os espectros de absorvância das soluções em estudo relativamente ao ensaio 3.3.3.6. Sendo estas três soluções, uma de controlo onde apenas foi adicionado corante (considerada a solução padrão), uma solução onde foi adicionado o corante e sulfato de cobre e uma solução que continha o corante e cobre em pó.

No gráfico da figura 38, encontra-se o espectro da solução padrão (curva preta) e da solução que continha o sulfato de cobre (CuSO₄) (curva lilás).

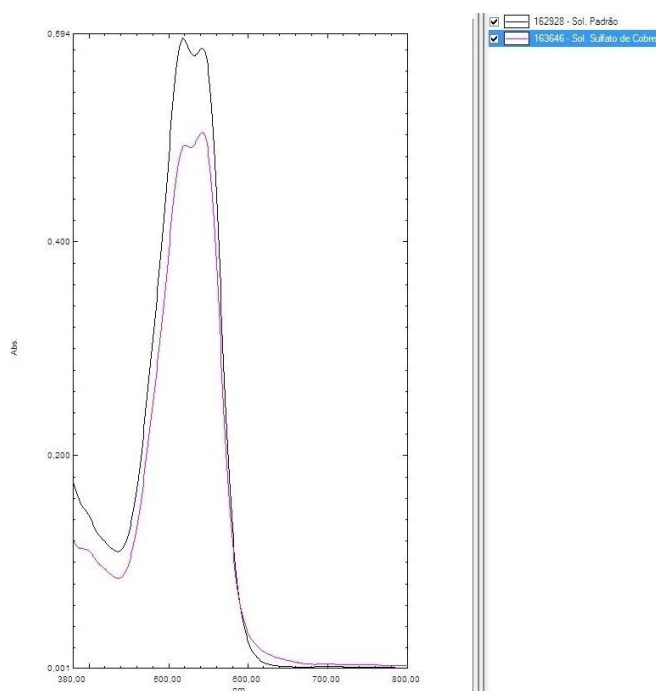


Figura 38. Absorvância do corante Avitera vermelho SE com solução padrão e solução com sulfato de cobre.

No gráfico da figura 39, encontra-se o espectro da solução padrão (curva preta) e da solução que continha o cobre (Cu) em pó (curva amarela).

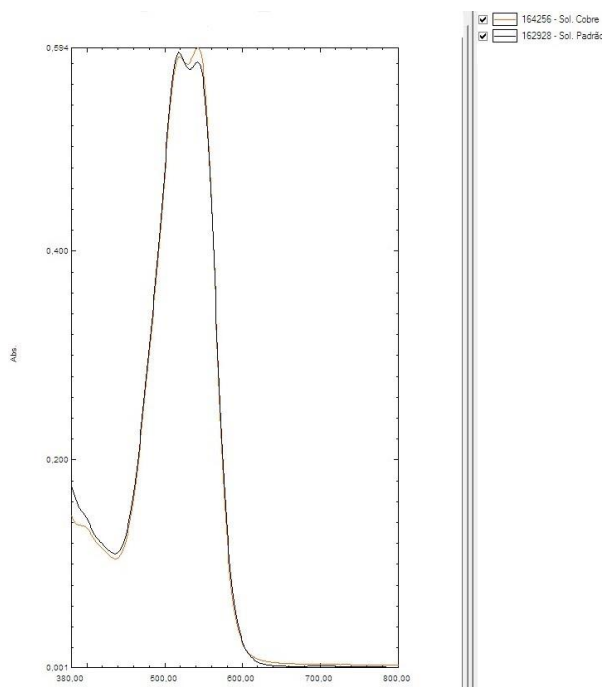


Figura 39. Absorvância do corante Avitera vermelho SE com solução padrão e com solução com cobre em pó.

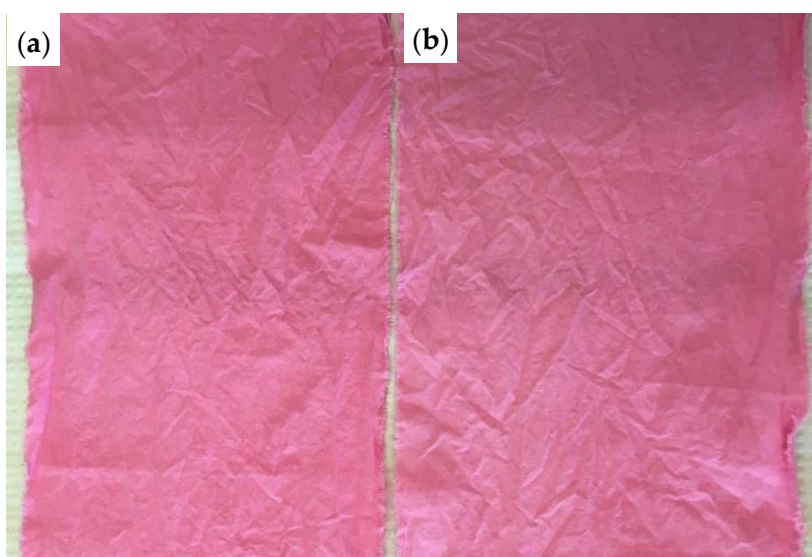
Com a análise dos gráficos obtidos, verificou-se que a absorvância da solução que continha o sulfato de cobre diminuiu, o que mostra que há uma diminuição da quantidade de corante na solução demonstrando uma provável complexação do mesmo. Também se verificou que em ambas as soluções que continham cobre deu-se uma alteração da intensidade dos picos no espectro.

4.2.3.8. *Análise do Tingimento de tecido de algodão com corante Avitera Vermelho SE na presença de cobre em pó*

Para se obter uma melhor percepção do comportamento do corante quando este se encontra na presença do cobre foi realizado um tingimento comparativo, utilizando para o efeito um tecido 100% algodão. Na tabela 11, é apresentada a receita de tingimento, tendo sido adicionado num dos banhos de tingimento 0,1g de cobre em pó.

Tabela 11. Receita de tingimento com corante Avitera vermelho SE.

Receita de tingimento	
Reagente	Quantidade
Corante	0,5%
Carbonato de sódio	5,0g/L
Hidróxido de sódio a 50%	2,0mL/L
R:B	1:10
Temperatura	60°C
Tempo	60 min

**Figura 40.** Amostra tingidas com Avitera vermelho SE (a), na amostra do lado direito (b) foi adicionado cobre em pó no seu banho de tingimento.

Verificou-se diferenças de cor entre as amostras tingidas (figura 40), tendo-se realizado a quantificação da alteração de cor com um espectrofotómetro de reflexão Datacolor. A seguir será apresentada na tabela 12 os resultados obtidos das coordenadas de cor e a análise das diferenças de cor que se verificaram.

Tabela 12. Análise da cor das amostras com e sem cobre no banho de tingimento.

Amostra	L* (luminosidade)	a *	b*
Tingimento (Padrão)	65,84	40,00	-6,79
Tingimento e cobre (Partida)	67,18	36,92	-7,44
Varição	1,34	-3,08	-0,65
Observação	A amostra que continha cobre ficou mais clara	A amostra que continha cobre ficou menos vermelha	A amostra que continha cobre ficou mais azul

Após a análise das amostras através do espectrofotómetro foi possível verificar que a amostra que continha cobre no banho de tingimento está mais clara, menos vermelha e mais azul, demonstrando que este elemento provoca alterações no comportamento do corante.

4.2.3.9. Reprodução do defeito com o suspensório metálico envernizado com solução ácida

Tendo-se verificado o aparecimento do defeito com o suspensório sem verniz quando sujeito a uma solução ácida, procedeu-se do mesmo modo para o suspensório metálico envernizado. Realizou-se o ensaio nas mesmas condições e segundo a Norma NP EN ISO 105-E04 utilizando apenas a solução ácida.

**Figura 41.** Reprodução do defeito com o suspensório envernizado em solução ácida.

Após a realização do ensaio é perceptível a presença de um material depositado sobre a malha de cor castanha (figura 41), na zona da malha que estava em contacto com o suspensório.

4.2.3.10. *Observação por Microscopia Eletrônica de Varrimento do defeito reproduzido com o suspensório metálico envernizado em solução ácida*

Após a reprodução do defeito com o suspensório metálico envernizado, procedeu-se a uma análise no microscópio eletrónico de varrimento da amostra. O ensaio foi realizado na malha, nas zonas 1 e 2, apresentadas nas figuras 42, 43 e 44, e na zona interior do suspensório como demonstrado nas figuras 45, 46, 47, 48 e 49, que se encontrava em contacto com a malha. A seguir serão apresentados todos os resultados obtidos.

Defeito reproduzido na malha com solução ácida

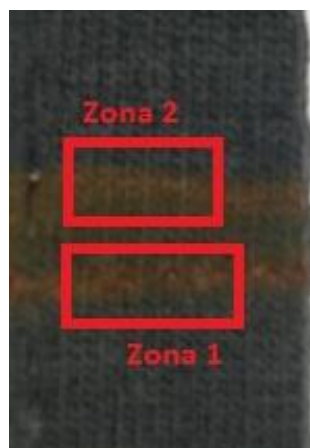


Figura 42. Malha com defeito reproduzido com suspensório metálico envernizado em solução ácida.

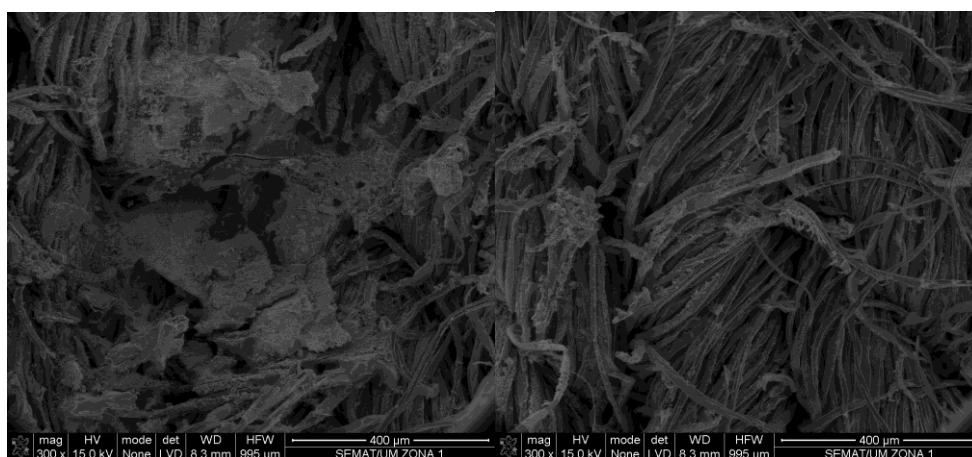


Figura 43. Observação microscópica da malha na zona 1 com defeito provocado pelo suspensório metálico envernizado.

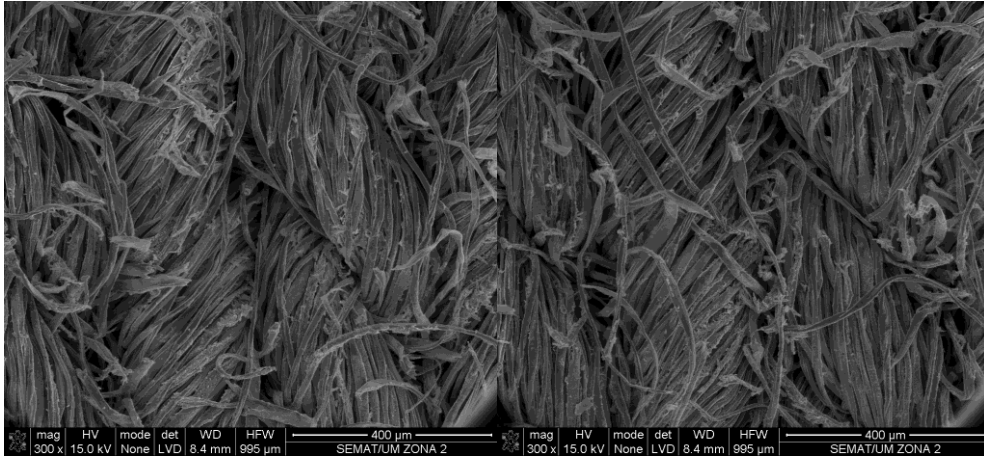


Figura 44. Observação microscópica da malha na zona 2 com defeito provocado pelo suspensório metálico envernizado.

Suspensório metálico envernizado utilizado na reprodução do defeito com solução ácida



Figura 45. Suspensório metálico envernizado analisado no microscópio eletrônico de varrimento.

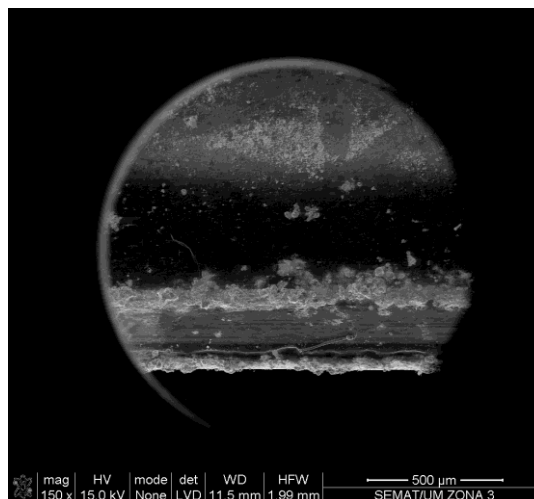


Figura 46. Observação por microscopia eletrônica do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.

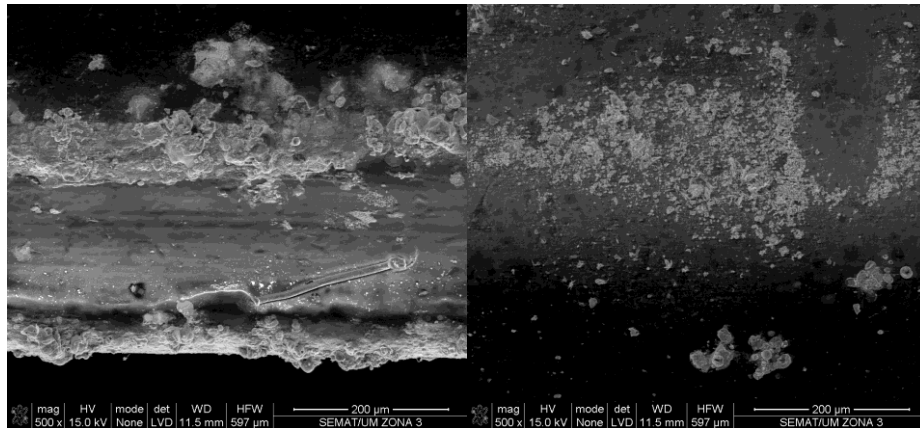


Figura 47. Observação por microscopia eletrônica do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.

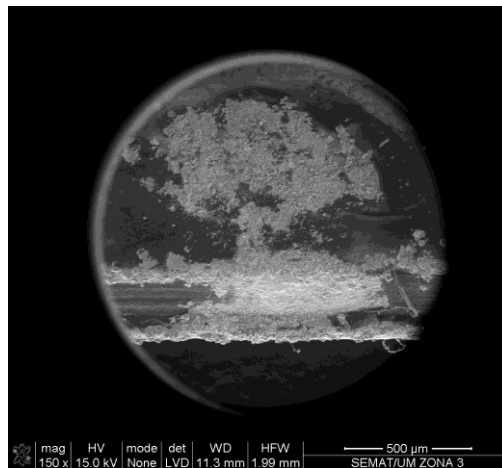


Figura 48. Observação por microscopia eletrônica do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.

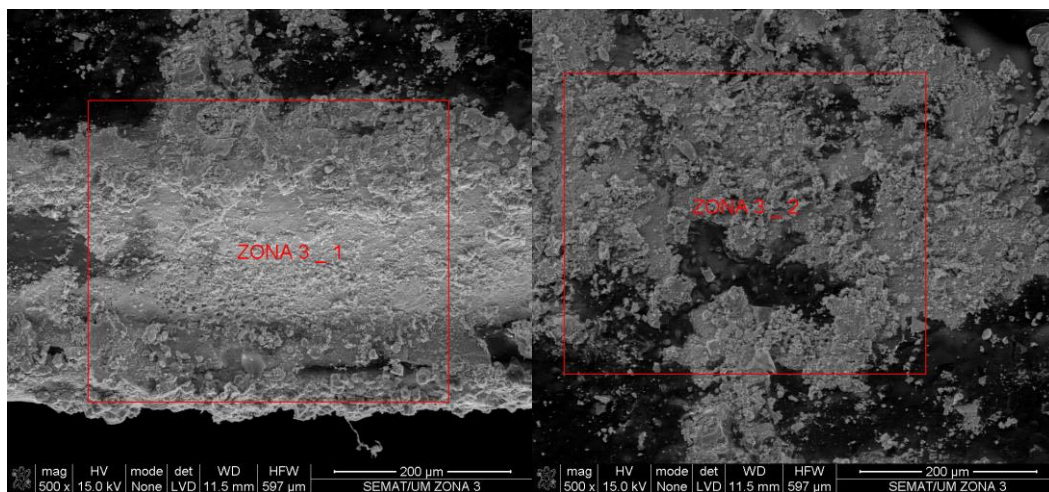


Figura 49. Observação por microscopia eletrônica da zona 3_1 e 3_2 do suspensório metálico envernizado sujeito à solução ácida.

4.2.3.11. *Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x dos elementos químicos presentes na malha e no suspensório utilizados no defeito reproduzido com o suspensório metálico envernizado em solução ácida*

Na tabela 13, são apresentados os valores das percentagens em peso dos elementos químicos encontrados na análise do defeito reproduzido na malha na cor “Pirate Black” com o suspensório metálico envernizado sujeito a solução ácida.

Tabela 13. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes na zona do defeito e do suspensório envernizado sujeitos à solução ácida.

Percentagem em peso (%)				
Elementos Químicos	Malha com defeito		Suspensório envernizado	
	Zona 1	Zona 2	Zona 3_1	Zona 3_2
C (Carbono)	7,37	26,24	28,8	24,83
O (Oxigénio)	12,8	35,66	23,33	17,35
Si (Sílica)	0,25	0,52	0,26	0,27
Cl (Cloro)	3,87	1,02	5,77	5,51
Fe (Ferro)	56,21	36,55	15,99	20,18
Cu (Cobre)	14,37	0	16,70	21,02
Zn (Zinco)	5,14	0	8,86	10,83
Ca (Cálcio)	0	0	0,29	0

Verifica-se que através dos valores apresentados na tabela 13, a malha apresenta valores de percentagem elemental de Ferro (Fe) e do Cobre (Cu) apreciáveis, por contaminação do suspensório metálico. O elemento Ferro poderá ser responsável pela presença da mancha castanha descrita no tópico 3.3.3.9 da “reprodução do defeito com o suspensório metálico envernizado com solução ácida”.

4.2.3.12. Remoção da mancha castanha presente no defeito reproduzido com suspensório metálico envernizado

Procedeu-se à remoção da mancha castanha, com o intuito de se verificar a possível presença de alteração de cor na malha. Para a remoção da mancha utilizou-se ácido fluorídrico a 2%.



Figura 50. Remoção da mancha com ácido fluorídrico, (a) antes (b) depois.

É possível observar na figura 50, que após a remoção da mancha verificou-se haver alteração da coloração da malha, sendo perceptível pequenas áreas de cor vermelha/alaranjada.

4.2.3.13. Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x dos elementos químicos das ligas metálicas dos suspensórios

Para a análise EDX dos elementos químicos que constituem as ligas metálicas das diversas camadas do suspensório não envernizado e do suspensório envernizado, iniciou-se pela remoção da camada exterior dos suspensórios. Posteriormente, removeu-se essa primeira camada obtendo uma segunda camada mais profunda.

Como se pode observar na figura 51, os suspensórios apresentam duas camadas diferentes, logo, a análise foi feita nestas 4 zonas. Para o suspensório metálico não envernizado, foram

analisadas as zonas Z1 e Z2. Em relação ao suspensório metálico envernizado, foram analisadas as zonas Z3 e Z4.

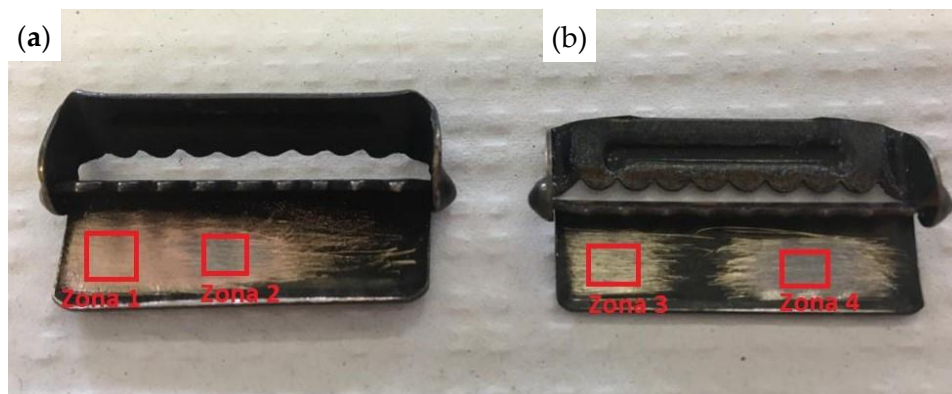


Figura 51. Suspensórios analisados no EDX, (a) suspensório não envernizado com Z1 e Z2, (b) suspensório metálico envernizado com Z3 e Z4.

De seguida, na tabela 14 são apresentados os valores obtidos na análise das ligas metálicas dos suspensórios.

Tabela 14. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes na liga metálica do suspensório não envernizado e do suspensório envernizado.

Percentagem em peso (%)				
Elementos Químicos	Suspensório não envernizado		Suspensório envernizado	
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
O (Oxigénio)	0	0	0,80	3,29
Sn (Estanho)	0	0	7,59	0
Fe (Ferro)	1,20	92,56	13,05	96,71
Cu (Cobre)	98,80	7,44	52,79	0
Zn (Zinco)	0	0	25,77	0

Através da análise dos valores obtidos da percentagem em peso dos elementos químicos que constituem as ligas metálicas dos suspensórios, conclui-se que estas não são iguais. Como já foi referido anteriormente o Cobre (Cu) é o elemento químico que em princípio proporciona a complexação do corante, e foi possível verificar que este se encontra em grande quantidade nas camadas externas para os dois suspensórios (Z1 e Z3).

4.2.4. Discussão dos resultados do defeito B

Com a análise dos defeitos nas amostras recebidas verificou-se que existe alguma degradação física das fibras devido à ação mecânica exercida pela utilização dos suspensórios metálicos e ocorre também degradação química dos corantes provocando alteração na cor da malha.

Nas zonas da malha que estiveram em contacto com o suspensório metálico não envernizado, foram detetados os elementos de cobre e sódio. O que leva a crer que ocorre degradação da superfície metálica do suspensório não envernizado, fazendo com que se depositasse na superfície das fibras elementos metálicos, que concomitantemente ao entrar em contacto com o corante tenham provocado uma reação de complexação, dando origem à alteração de cor vermelha/alaranjada. A deposição destes elementos metálicos provenientes dos suspensórios pode causar o aparecimento da mancha na superfície do têxtil.

Em testes laboratoriais com o intuito de reproduzir o defeito, verificou-se que quando a malha estava em contacto com o suspensório metálico não envernizado, em solução ácida (pH=5,5), era possível observar uma alteração de cor na malha semelhante ao defeito original. Também foi realizado um ensaio semelhante ao descrito anteriormente com o suspensório envernizado, tendo-se observado o aparecimento de manchas vermelha/alaranjada de dimensões pequenas (1x2mm) na amostra.

Também se verificou uma alteração na coloração de uma solução de corante com a presença de cobre.

Com o estudo da absorvância das soluções de corante, com e sem cobre, verificou-se alterações nas suas curvas espectrais, mostrando que ocorreu provavelmente uma complexação do corante na presença de cobre. Ao se verificar uma variação da absorvância depreende-se que ocorreu uma variação da concentração de corante na solução.

Desta forma podemos concluir que a mancha vermelha/alaranjada, que se observa nas amostras de malha da cor “Pirate Black”, deve-se a uma alteração de cor na malha provocada por contaminações provenientes do suspensório metálico.

O estudo evidencia que os suspensórios analisados não possuem um acabamento/revestimento adequado pois não impediu a contaminação das peças de vestuário, caso contrário não seria expectável alterações na tonalidade da malha.

O elemento químico ferro presente nos “buckles” pode não estar na causa da alteração de cor na malha, pois foi possível remover a “sujidade” provocada por este elemento sem alterar a cor da malha, o elemento químico cobre é o que provocou o defeito alteração de cor da malha. Se os “buckles” estivessem revestidos de forma adequada não teria havido contaminação das malhas e concomitantemente o defeito não devia ter aparecido.

Na realização do teste EDX na amostra com defeito rececionada, verificou-se a presença de cobre (Cu) nas amostras. Este elemento químico encontrasse na zona do defeito e no interior do suspensório metálico que não estava envernizado. O defeito pode ter sido causado devido a deposição de elementos provenientes do suspensório metálico não envernizado na peça, reagindo com o corante e provocando a alteração de cor.

Na receita de tingimento fornecida para obtenção da cor “Pirate Black”, verificou-se que foram utilizados os seguintes corantes: Avitera deep blue SE 214 DP, Avitera vermelho SE e o Avitera ouro amarelo SE. Neste processo, não foi fornecida a receita de tingimento para a cor “Honey Gold”, logo esta cor não pôde ser analisada nem comparada com os ensaios realizados. Nos ensaios realizados verificou-se uma alteração da cor do corante vermelho utilizado na receita da cor “Pirate Black” tendo-se dado uma complexação do corante, pela contaminação do elemento cobre, o que fez com que houvesse a diferença de tonalidade na malha. Verificou-se também que a humidade promove o aparecimento do defeito.

Não foi possível verificar a razão pelo qual não se verificou o aparecimento de defeito nas peças da cor “Honey Gold”, isto porque não foi fornecida a receita de tingimento desta cor o que fez com que não fosse possível a realização de um estudo dos corantes que atribuem esta cor à malha.

4.3. Estudo de caso do defeito C

Neste estudo de caso estão em análise t-shirts e *sweats* que apresentavam defeito no estampado (figuras 52 e 53), onde este se encontrava partido em várias zonas. Na investigação foram sujeitas aos ensaios duas t-shirts sem defeito e duas t-shirts com defeito, relativamente às *sweats* foram recolhidas três com defeito e apenas uma sem defeito pois, após a abertura de pelo menos vinte peças não foi encontrada mais nenhuma *sweat* sem defeito. Estas peças apresentavam um estampado na parte da frente, onde estava descrito “Honda” e três riscas, as quatro cores presentes neste estampado eram o amarelo, o laranja, o vermelho e branco.



Figura 52. Defeito no estampado da t-shirt.



Figura 53. Defeito no estampado na *sweat*.

O presente estudo tem como objetivo analisar dois tipos de peças, t-shirts e sweats, onde foi realizado o estampado “Honda”. Este estampado encontra-se partido em três cores, laranja, amarelo e vermelho. Não se verificou o defeito em nenhuma peça na zona do estampado na cor branca. Então, esta perícia vai focar-se na análise das três cores mencionadas anteriormente. A seguir serão apresentadas imagens (figura 54 e 55) do estampado nos dois modelos.



Figura 54. Defeito rececionado na t-shirt.



Figura 55. Defeito rececionado na *sweat*.

4.3.1. Análise do defeito C

4.3.1.1. Observação através da lupa

Neste ensaio utilizou-se uma lupa com o intuito de se observar o estampado com mais pormenor e registar fotograficamente o mesmo. Neste ensaio o estampado foi cortado com uma tesoura na transversal com o propósito de se observar as camadas existentes e a espessura do mesmo. A seguir, nas tabelas 15 e 16, estão apresentadas as imagens registadas nos dois tipos de peças com e sem defeito para cada uma das cores do estampado.

Tabela 15. Observação do estampado da t-shirt através da lupa.

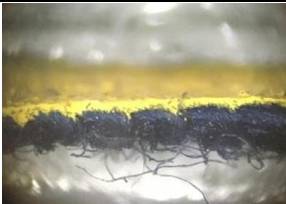

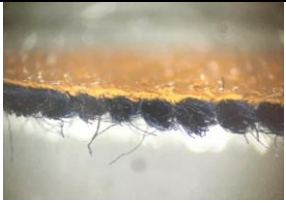
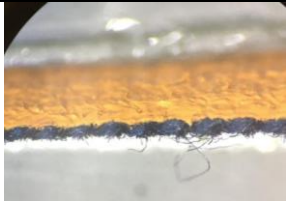




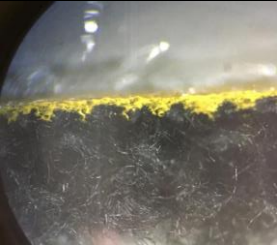

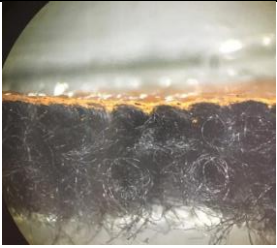
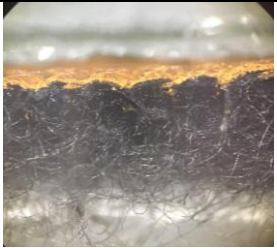
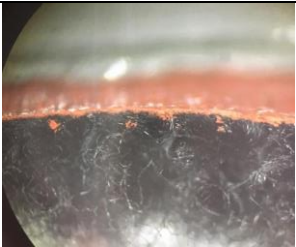
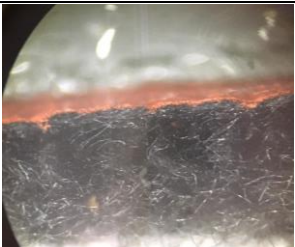

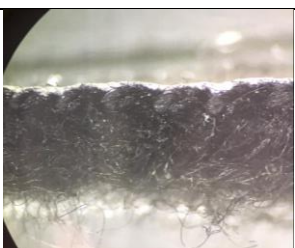
T-shirt		
Amostra Cor	Sem defeito	Com defeito
Amarelo		
Laranja		
Vermelho		
Branco		

Tabela 16. Observação do estampado da *sweat* através da lupa

<i>Sweat</i>		
Amostra Cor	Sem defeito	Com defeito
Amarelo		
Laranja		
Vermelho		
Branco		

Através das imagens obtidas na lupa, não se observou a existência de camadas em nenhuma cor do estampado. Em termos comparativos as amostras não demonstram diferenças significativas, exceto algumas cores que apresentam diferentes espessuras na pasta do estampado, na cor amarela da t-shirt e na cor amarela da *sweat*.

4.3.1.2. *Observação por microscopia ótica das fibras da t-shirt e da sweat*

Com o intuito de se analisar a morfologia das fibras que constituem a t-shirt e a *sweat*, utilizou-se um microscópio ótico. Assim, foi possível fazer uma observação pormenorizada e registrar fotograficamente as mesmas. Este ensaio foi realizado para as fibras da t-shirt e da *sweat* com e sem defeito.

A seguir serão apresentadas as fotografias registadas neste ensaio, nas figuras 56 e 57 encontram-se as fibras das t-shirts e nas figuras 58 e 59 as fibras das *sweats*.

T-shirt

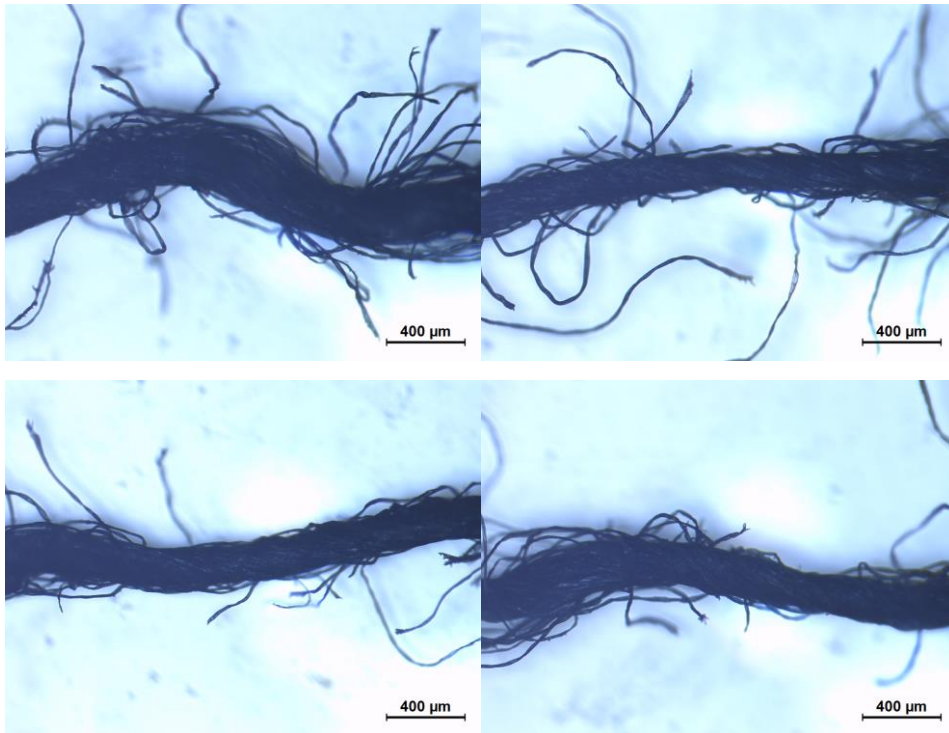


Figura 56. Observação microscópica das fibras da t-shirt sem defeito, com ampliação 50x.

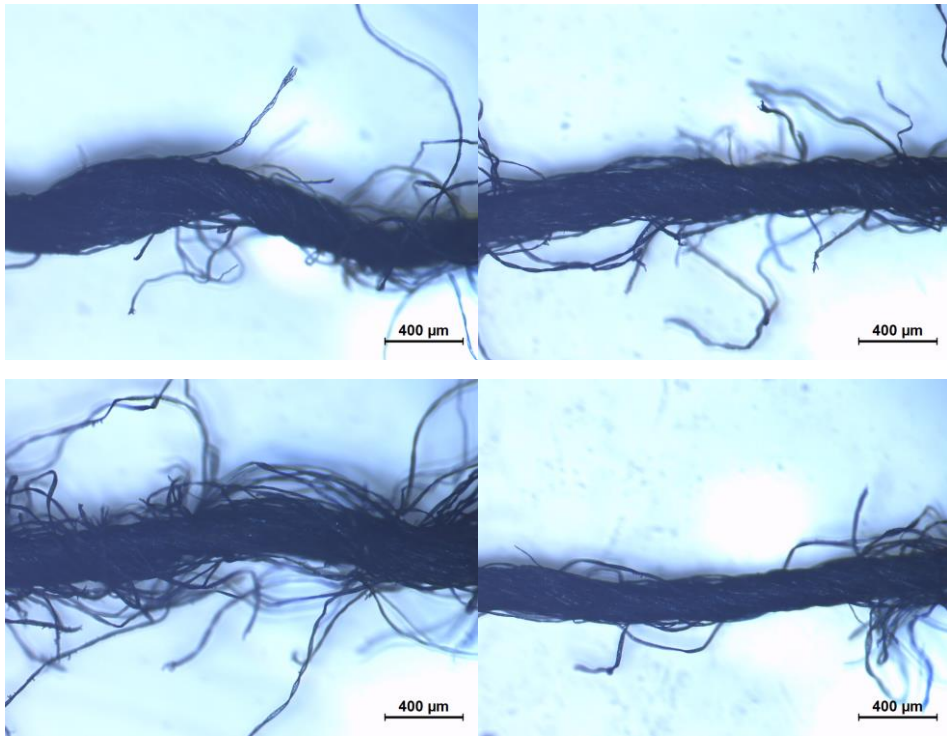


Figura 57. Observação microscópica das fibras da t-shirt com defeito, ampliação 50x.

Sweat

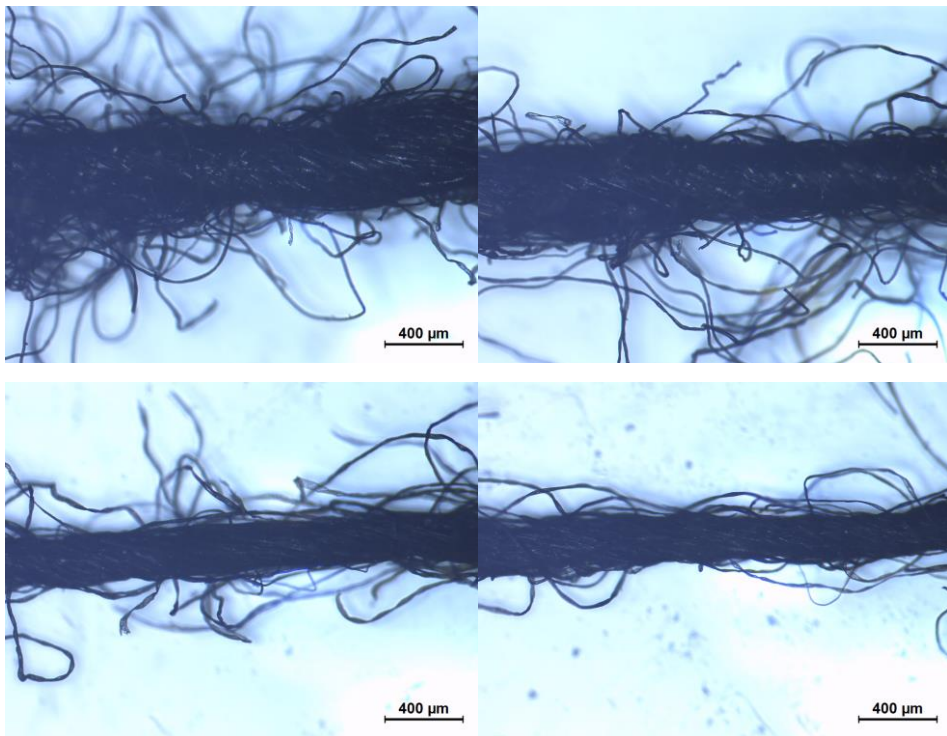


Figura 58. Observação microscópica das fibras da *sweat* sem defeito, com ampliação de 50x.

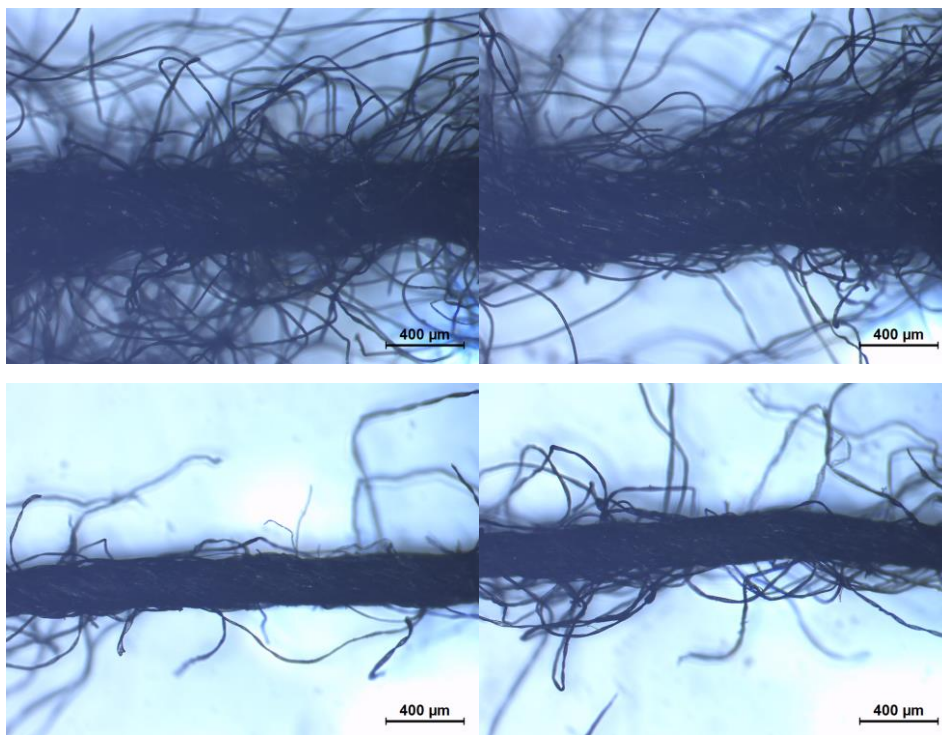


Figura 59. Observação microscópica das fibras da *sweat* com defeito, com ampliação de 50x.

A partir das imagens apresentadas anteriormente, não se observa anomalias morfológicas nas fibras das t-shirts ou das *sweats* analisadas. Não se observou a existência de fibras estranhas, contaminações, diferenças de tonalidades ou irregularidades na torção. Logo, não se verifica que as malhas estejam na causa do defeito.

4.3.1.3. *Observação por microscopia eletrónica de varrimento das amostras*

Através da utilização de um Microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV) consegue-se uma observação detalhada das amostras e posteriormente proceder à sua análise. Neste ensaio foram partidas com a utilização de azoto, amostras em todas as cores do estampado das t-shirts e da *sweat*. Este método proporciona um corte perfeito do material onde possibilita uma observação bastante pormenorizada do corte transversal do estampado.

A seguir, nas tabelas 17 e 18, estão as imagens obtidas deste ensaio para as t-shirts e para as *sweats*, respetivamente.

Tabela 17. Imagens obtidas através do SEM de todas as cores do estampado da t-shirt com e sem defeito.

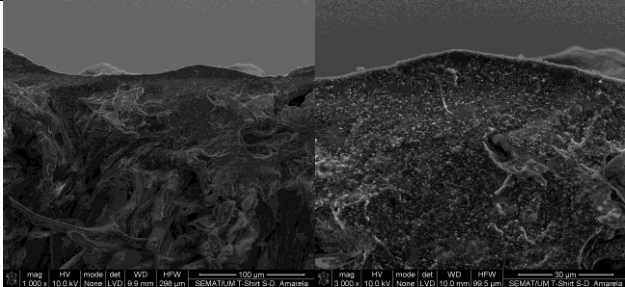
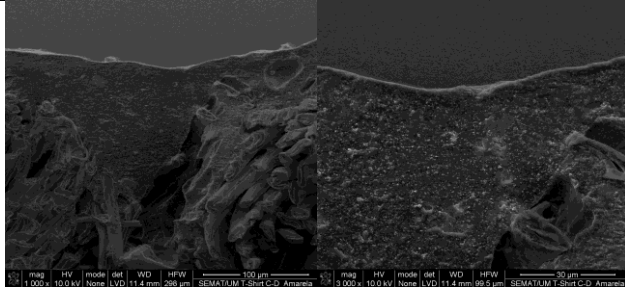
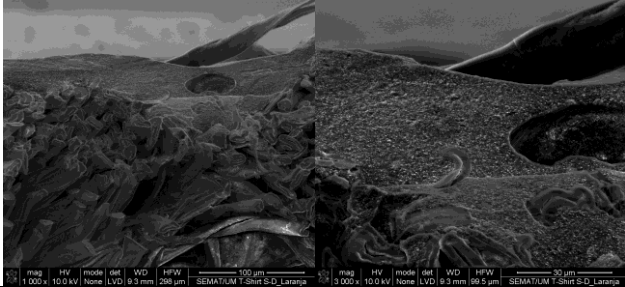
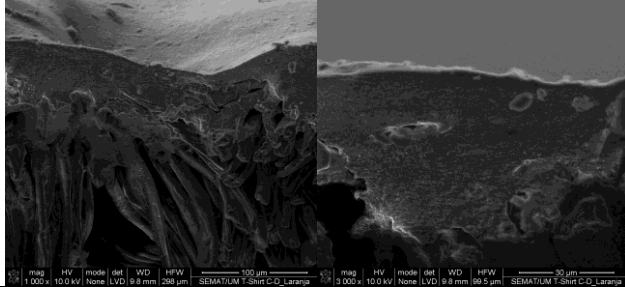
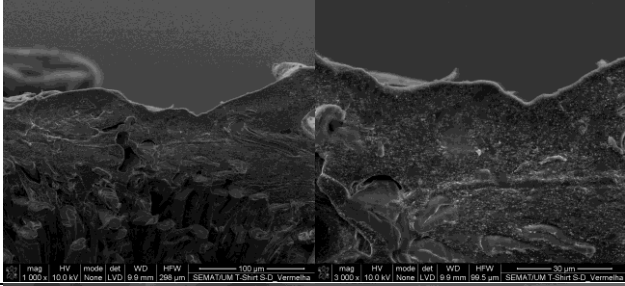
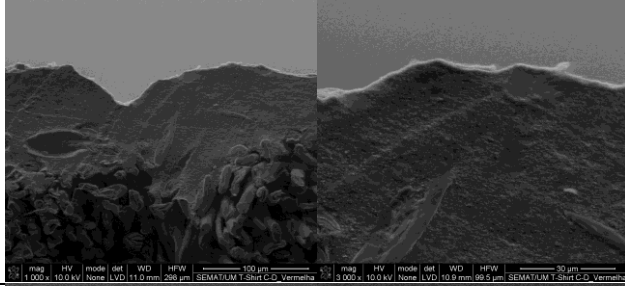
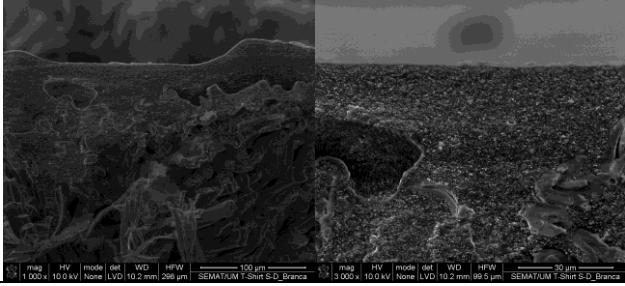
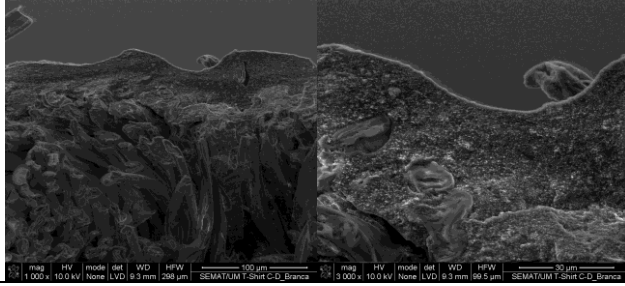
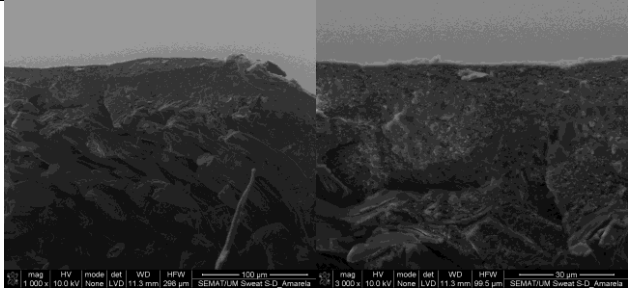
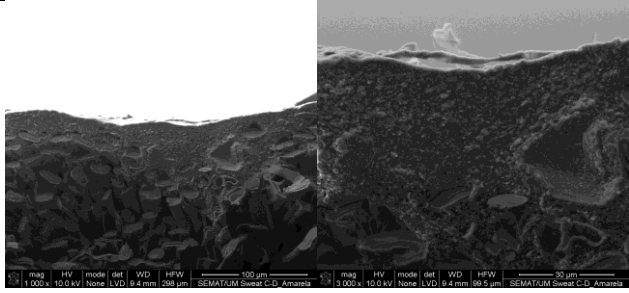
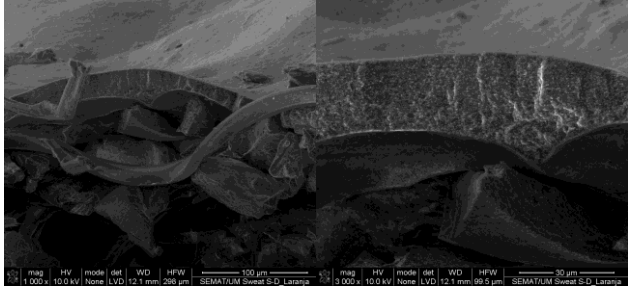
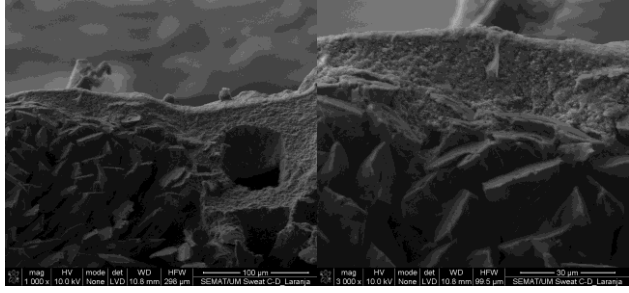
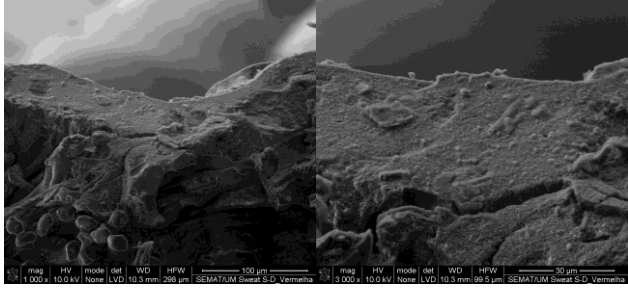
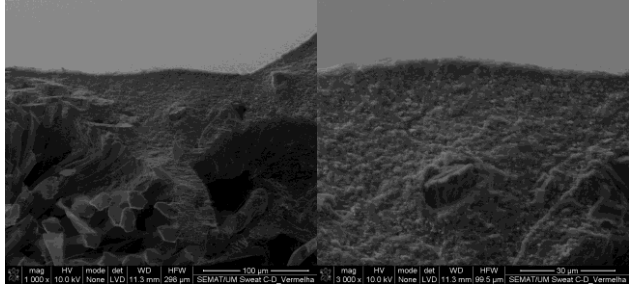
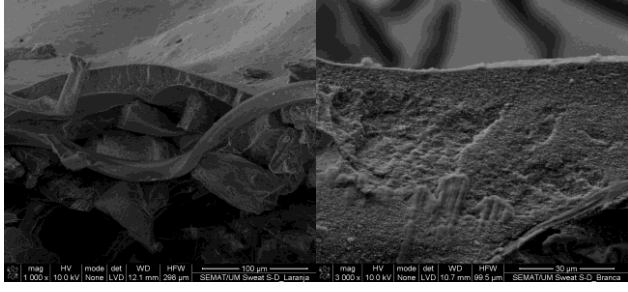
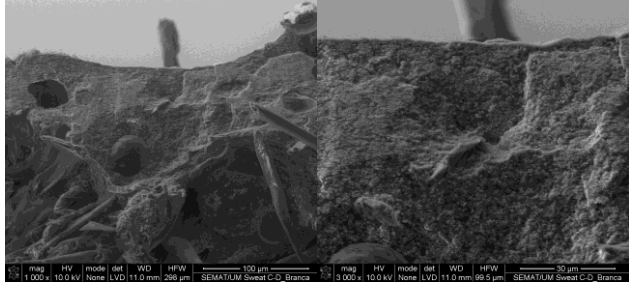
T-shirt		
Amostra cor	Sem defeito	Com defeito
Amarelo		
Laranja		
Vermelho		
Branco		

Tabela 18. Imagens obtidas através do SEM de todas as cores do estampado da *sweat* com e sem defeito.

<i>Sweat</i>		
Amostra cor	Sem defeito	Com defeito
Amarelo		
Laranja		
Vermelho		
Branco		

A partir das imagens apresentadas anteriormente é possível verificar que não existem camadas no estampado. Ou seja, não se observa uma camada exterior por cima da pasta do estampado, que neste caso, uma camada superficial poderia provocar uma diminuição da elasticidade do estampado e consequentemente poderia partir.

4.3.1.4. *Análise por espectrometria de energia dispersa de raio-x (EDX) dos elementos presentes nas amostras*

Através da análise EDX é possível obter informação dos elementos químicos presentes na amostra e a quantificação percentual em peso dos mesmos. Assim, serão apresentados os valores obtidos da percentagem em peso de cada elemento detetado para cada cor do estampado “Honda” para a t-shirt e *sweat* com e sem defeito.

A seguir, apresenta-se a tabela 19 referente aos valores estudados da t-shirt e na tabela 20 os valores para a *sweat*.

Tabela 19. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes nas amostras rececionadas da t-shirt.

Quantidade em peso (%)								
Amostra Elementos	T-shirt							
	Sem defeito				Com defeito			
	Amarelo	Laranja	Vermelho	Branco	Amarelo	Laranja	Vermelho	Branco
Carbono (C)	44,27	32,40	40,61	32,07	43,00	38,60	47,03	27,44
Oxigénio (O)	28,62	27,31	24,31	29,68	27,83	28,75	29,18	25,85
Flúor (F)	3,44	-	6,61	0,91	1,86	1,11	2,79	1,78
Sódio (Na)	-	-	-	0,30	-	-	-	0,21
Alumínio (Al)	0,79	1,31	0,82	1,56	0,95	1,22	0,77	1,47
Silício (Si)	3,26	0,41	1,57	2,10	2,53	0,36	1,83	2,13
Cloro (Cl)	0,65	1,60	0,93	-	0,74	1,27	0,76	-
Potássio (K)	-	-	-	-	-	-	-	0,30
Cálcio (Ca)	-	-	-	-	-	-	0,40	0,32
Titânio (Ti)	18,96	36,97	25,14	33,38	23,09	28,75	17,24	40,50

Tabela 20. Percentagem em peso dos elementos químicos presentes nas amostras rececionadas da *sweat*.

Quantidade em peso (%)								
Amostra Elementos	Sweat							
	Sem defeito				Com defeito			
	Amarelo	Laranja	Vermelho	Branco	Amarelo	Laranja	Vermelho	Branco
Carbono (C)	27,56	33,45	42,93	20,33	36,10	24,38	41,06	18,47
Oxigénio (O)	16,00	27,06	23,46	21,05	21,63	22,79	25,12	22,12
Flúor (F)	-	-	0,84	0,63	0,59	-	-	0,95
Sódio (Na)	-	-	-	-	0,34	-	-	-
Alumínio (Al)	0,61	0,99	1,18	1,15	1,06	0,88	1,02	1,25
Silício (Si)	1,74	0,22	1,81	0,40	4,33	2,06	3,47	2,74
Fósforo (P)	0,39	-	-	0,34	-	-	-	-
Cloro (Cl)	2,24	1,71	1,15	-	1,15	1,34	1,21	-
Potássio (K)	-	-	-	-	-	0,36	0,32	-
Cálcio (Ca)	1,35	-	1,11	-	0,75	0,62	0,36	0,90
Titânio (Ti)	50,10	36,58	27,52	56,11	34,04	47,56	27,43	53,56

Com a análise da percentagem em peso dos elementos químicos presentes na pasta do estampado, verificou-se que existe uma elevada quantidade de carbono (C), oxigénio (O) e titânio (Ti), estes valores podem estar relacionados com a presença de dióxido de titânio (TiO₂) nas amostras.

4.3.1.5. Determinação da solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial

Foram sujeitas a este ensaio amostras em todas as cores da t-shirt e da *sweat* com e sem defeito. Este ensaio teve como principal objetivo verificar a solidez do estampado e também verificar se o estampado apresentava mais defeito, ou seja, mais quebras após estar sujeito a condições de lavagem. Neste ensaio foram utilizadas amostras com e sem defeito, para se ter uma melhor perceção do comportamento do estampado mesmo quando este não apresentava defeito no momento da sua receção para o estudo.

Tabela 21. Resultados obtidos após a realização da lavagem doméstica e industrial da t-shirt.









Amostra Lavagem	T-shirt	
	Sem defeito	Com defeito
Antes		
Depois		

Tabela 22. Resultados obtidos após a realização da lavagem doméstica e industrial da *sweat*.

Amostra Lavagem	<i>Sweat</i>	
	Sem defeito	Com defeito
Antes		
Depois		

Através da observação do aspeto inicial comparativamente com o aspeto das amostras após a realização da lavagem doméstica e industrial (tabelas 21 e 22), não se verificou alterações (significativas) nas quebras do estampado. Mesmo nas amostras que não apresentavam defeito antes da lavagem doméstica e industrial continuou a não apresentar quebras no estampado. Dado o exposto verifica-se que a lavagem das peças não está na causa do aparecimento das quebras no estampado.

Após a realização do ensaio da solidez dos tintos, as amostras com cor foram analisadas através da escala de cinzentos com o intuito de se avaliar a alteração de cor da amostra e relativamente à avaliação do manchamento do tecido multifibra. A seguir estão apresentadas as tabelas 23 e 24 com os resultados obtidos para a t-shirt e para a *sweat*.

Tabela 23. Resultados obtidos no ensaio de solidez à lavagem doméstica e industrial da t-shirt.

Solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial							
Amostra Avaliação		T-shirt					
		Sem defeito			Com defeito		
		Amarelo	Laranja	Vermelho	Amarelo	Laranja	Vermelho
Escala de cinzentos		5	5	5	5	5	5
Manchamento do multifibra	Lã	5	5	5	5	5	5
	Acrílica	5	5	5	5	5	5
	Poliéster	5	5	5	5	5	5
	Poliamida	5	5	4/5	5	5	4/5
	Algodão	5	5	4/5	5	5	4/5
	Acetato	5	5	4/5	5	5	4/5

Tabela 24. Resultados obtidos no ensaio de solidez à lavagem doméstica e industrial da *sweat*.

Solidez dos tintos à lavagem doméstica e industrial							
Amostra Avaliação		Sweat					
		Sem defeito			Com defeito		
		Amarelo	Laranja	Vermelho	Amarelo	Laranja	Vermelho
Escala de cinzentos		5	5	5	5	5	5
Manchamento do multifibra	Lã	5	5	5	5	5	4
	Acrílica	5	5	5	5	5	4/5
	Poliéster	5	5	5	5	5	4/5
	Poliamida	5	5	5	5	5	4/5
	Algodão	5	4	4	5	5	4/5
	Acetato	5	4/5	4/5	5	5	4/5

Após a avaliação dos provetes verificou-se que não ocorreu alteração da cor através da escala de cinzentos, em nenhuma amostra analisada. Relativamente à avaliação do manchamento dos testemunhos multifibra observou-se manchamento em algumas amostras. Nomeadamente nas amostras vermelhas da t-shirt com e sem defeito que foram avaliadas em 4/5 na poliamida algodão e acetato. Relativamente às amostras da sweat, observou-se o manchamento do testemunho multifibras na amostra sem defeito na cor laranja e vermelho tendo sido avaliadas em 4 e 4/5, na amostra com defeito verificou-se manchamento do multifibra na cor vermelha em todas as fibras avaliadas em 4 e 4/5.

4.3.2. Reprodução do defeito C

A reprodução do defeito C não foi possível ser realizada. Para a realização da reprodução deste estampado era essencial a utilização dos mesmos produtos utilizados no processo de estamparia. Embora tendo sido fornecida a receita de estamparia e dos produtos utilizados, quando se tentou que os fornecedores enviassem os mesmos, estes recusaram. A razão dada para esta situação foi que os produtos utilizados neste estampado já não continham a mesma formulação química devido a alterações do produto ou mesmo pelo acompanhamento de novas normas que foram surgindo ao longo do tempo. Foi referido também que mesmo que se tivesse guardado amostras destes produtos, estas já não se encontravam na sua data de validade, logo não se iria obter as mesmas condições aquando da realização do estampado que apresentou o defeito.

Mesmo que se quisesse simular o estampado com outro tipo de produtos nunca se iria obter resultados adequados para este estudo, pois estar-se-ia a estudar outros produtos que nada teriam em comum com os utilizados no processo deste estampado.

4.3.3. Discussão dos resultados do defeito C

Com a análise das amostras das t-shirts e das *sweats*, verificou-se que existia defeito no estampado nos dois modelos em todas as cores (amarelo, laranja e vermelho) exceto no branco. O estampado encontrava-se partido em várias zonas ao longo do estampado, não estando relacionado com zonas de costura ou outro tipo de inconvenientes para a estabilidade do estampado.

Através da análise morfológica das fibras no microscópio ótico, das duas peças com e sem defeito, não se verificou qualquer tipo de anomalias que pudessem estar na origem do problema.

Foi realizada a observação na lupa do corte transversal de todas as cores nos dois modelos, onde não se verificou irregularidades nos estampados.

Para uma análise mais aprofundada e específica, foi realizada a análise do corte transversal de cada cor do estampado, através do EDX, do qual não se verificou diferenças significativas entre as peças consideradas com e sem defeito, e também não se observou a presença de camadas. Ao longo do tempo que se manuseava as peças consideradas sem defeito (quando foram levantadas na empresa) estas começavam a apresentar algumas quebras no estampado.

Os ensaios presentes neste relatório foram todos realizados nas peças que já tinham sido sujeitas à lavagem, logo não se pôde fazer uma avaliação comparativa entre as peças que não tinham sido sujeitas à lavagem com as que já tinham passado pela lavagem. Sendo assim, não foi possível concluir o tipo de dano que a lavagem realizada na empresa possa ter provocado nas peças. De qualquer forma, realizou-se a lavagem doméstica e industrial das amostras para que se tivesse uma melhor perceção do que este processo poderia provocar nas peças, sendo que se concluiu que poderia não estar na origem do problema pois não se verificou um agravamento da quebra dos estampados.

As peças recebidas foram estampadas numa empresa que forneceu a receita do estampado, com o intuito de se realizar a reprodução do estampado, tentou-se obter os produtos necessários para a sua realização, mas não foi possível. Logo, este contratempo fez com que limitasse o desenvolvimento deste estudo de caso.

A informação sobre a impossibilidade de disponibilidade das pastas em causa foi transmitida com a justificação aceitável de que se trata de pastas produzidas no ano de 2017 que já não estariam em condições de serem utilizadas nas melhores condições passado tanto tempo da sua produção.

De acordo com os resultados obtidos, os problemas poderão ter ocorrido devido a diferentes causas como problema nalgum lote da laca, deficiente preparação da pasta.

Capítulo 5

Conclusões

Tendo em conta os resultados apresentados no estudo dos três defeitos analisados neste trabalho, é possível afirmar que o objetivo foi alcançado com sucesso. Conseguiu-se chegar a possibilidades fundamentadas do que poderia estar na causa da origem de cada um dos defeitos. Foi possível analisar os três defeitos de forma bastante pormenorizada e rigorosa para que se obtivesse uma resposta sobre a possível causa do seu aparecimento, coerente e baseada em ensaios rigorosos. Alguns ensaios que foram realizados não estão apresentados neste trabalho pois não foram conclusivos ou não trouxeram uma mais-valia para o estudo, tendo sido excluídos. Para cada um dos estudos de caso foi realizada uma investigação direcionada e específica tendo em conta o tipo de defeito.

Relativamente ao estudo do defeito A, pode dizer-se que derivou, principalmente, de uma má seleção do papel que iria ser utilizado na estampanaria por sublimação, tendo-se verificado que este não era adequado para esta função. Sendo que se confirmou pelos ensaios realizado, que não se obtinha um estampado uniforme e com cores fortes ao se utilizar a amostra 39. Verificou-se também que as duas amostras estudadas não tinham as mesmas características o que também acabou por se confirmar numa diferença no resultado final do estampado. Este defeito poderia ter sido evitado caso se tivesse feito um controlo de qualidade adequado e uma seleção apropriada do papel que iria ser utilizado na estampanaria por sublimação, porque uma boa escolha deste elemento essencial para a realização de estampanaria por sublimação. Por vezes, a procura pelo artigo mais barato com características menos adequadas pode não ser a melhor escolha e levar a um prejuízo ainda maior, trazendo contratempos para a empresa e conseqüentemente mais custos.

No que se refere o estudo do defeito B, uma mancha vermelha/alaranjada na malha tingida na cor “Pirate Black”, verificou-se ser proveniente de uma contaminação devido à utilização de “Buckles” (suspensórios) metálicos que não apresentavam as condições adequadas para serem utilizados em peças de roupa. O aparecimento de manchas em artigos têxteis pode depender de várias causas e condições atmosféricas que podem promover o seu aparecimento. Verificou-se através dos ensaios realizados que o facto dos “Buckles” não terem um revestimento adequado promoveu a contaminação da malha devido aos elementos químicos libertados pelo “Buckle”, visto que na zona das manchas (defeito recebido e defeito reproduzido) se verificou a existências de elementos metálicos que se encontravam em grande quantidade nos “Buckles”. Através da investigação também se verificou que em condições de humidade mais elevadas ocorria uma maior propensão para o aparecimento do defeito. Então, através da análise do estudo realizado, foi possível verificar que se poderia ter evitado este defeito se os “Buckles” tivessem um revestimento adequado, onde este não permitisse a contaminação da malha devido a elementos químicos presentes nas ligas metálicas dos mesmos o que conseqüentemente não levaria ao aparecimento da mancha na malha nem a complexação do corante existente nessa zona.

No que concerne o estudo do defeito C, este derivou de um estampado que apresentava quebras em várias zonas e em várias cores exceto o branco, em dois tipos de peças de roupa (*sweats* e t-shirts) tingidas na mesma cor com diferentes tipos de malha. Através da análise dos fios que constituíam os dois tipos de malhas, concluiu-se que estes estavam conformes e não apresentavam características que pudessem ter influenciado o desempenho do estampado. Então, começou-se por excluir o tipo de malha como causa do problema, visto que este defeito se encontrava nos dois tipos de peças que apresentavam estruturas diferentes. Quando as amostras das peças foram sujeitas à lavagem doméstica e industrial não se verificaram diferenças significativas nos provetes antes e depois do ensaio, logo, o facto das peças terem sido lavadas não está na causa do problema. Na continuidade, o estudo direccionou-se para os produtos que foram utilizados na estampa, a análise da camada do estampado e a solidez. Os vários ensaios realizados sobre o estampado, não mostraram diferenças significativas que evidenciassem uma diferença entre peças com defeito e sem defeito, que justificasse o aparecimento do defeito. Ao longo do tempo que se manuseava as peças consideradas sem defeito, verificava-se o aparecimento de algumas quebras no

estampado. Tendo em conta todo o estudo realizado confirmou-se que a quebra do estampado estava diretamente relacionada com a utilização de produtos não conformes. A investigação deste defeito foi significativamente prejudicada, pois não foi possível realizar a reprodução do mesmo em laboratório, devido à inexistência de todos os produtos utilizados no estampado. Este ponto seria fundamental para uma melhor investigação e justificação do problema, pois seria possível reproduzir todas as etapas a que este foi sujeito ajudando significativamente na procura da causa e perceber qual o produto utilizado que provocou a quebra no estampado. Assim, os ensaios foram apenas realizados nas peças recebidas, de forma pormenorizada para que se obtivesse uma análise o mais rigorosa possível. Concluiu-se que as possíveis causas para a origem da quebra do estampado estavam diretamente relacionadas com a etapa de estamparia, onde pode ter sido provocado devido às pastas não se encontrarem conformes e em bom estado, uma inadequada estamparia ou uma secagem do estampado a elevadas temperaturas, tendo conseqüentemente originado um estampado com quebras. Como prevenção para este tipo de problemas aconselha-se uma constante verificação da conformidade dos produtos auxiliares utilizados para estamparia, verificação do processo de estamparia mais adequado e as condições de secagem do estampado serem as mais apropriadas, com o objetivo de não se produzir artigos defeituosos e conseqüentemente um grande desperdício e prejuízo para as empresas envolvidas.

Por vezes não é possível obter uma resposta concreta sobre a causa de um defeito. Contudo, o estudo de defeitos permite colocar hipóteses e fatores que possam provocar problemas na produção. Com essa informação e conhecimento as empresas conseguem prevenir e compreender o que proporcionou o aparecimento de determinados defeitos, para que em situações futuras não voltem a acontecer.

Como demonstrado, existe uma grande variedade de defeitos que podem ocorrer na indústria têxtil, sendo esta uma indústria com inúmeras fases de produção e com variados produtos a serem diariamente produzidos com características diversas. Serve esta dissertação para mostrar uma metodologia de, como devem ser analisados os defeitos e de que forma o conhecimento e adoção de medidas preventivas proporciona às empresas oportunidade de melhoria para que o problema não se volte a repetir e consigam alcançar zero defeitos.

Bibliografia

- Almeida, A. (2014). *Estudo da aplicação de um polímero em superfícies têxteis e desenvolvimento de novas texturas*. Dissertação de Mestrado em Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo.
- Amaral, L. (2021). *Estudo do impacto da reutilização de formulações químicas para revestimento em luvas de suporte têxtil*. Universidade de Coimbra.
- Carmo, S. (2016). *Acabamentos Funcionais Têxteis Aplicados por Estamparia Digital em Substratos Têxteis Ativados por Plasma*. Tese Doutorado em Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães.
- Carmo, S. N. (2016). *Acabamentos Funcionais Têxteis aplicados por Estamparia Digital em Substratos Têxteis Ativados por Plasma*. Universidade do Minho.
- Cordova, A. P., Souza, B. S., Castro, H., Damásio, M. C., & Alves, J. C. (2014). Congresso Brasileiro de Engenharia Química. *Análise comparativa entre corantes naturais (Urucum) e artificiais*.
- Gomes, J. (2019). *Estudo comparativo de corantes reativos para algodão: gama standard versus ecológica, tingimento, controlo de qualidade e ensaios de solidez*. Dissertação de Mestrado em Técnicas de Caracterização e Análise Química , Universidade do Minho, Escola de Ciências , Braga.
- Guilhon, D., Silva, L. S., & Silva, F. K. (2020). Colóquio Internacional de Design. *Avaliação de papéis sublimáticos usados na produção de produtos personalizados* .
- Lima, A. S., & Sikora, M. (2015). Degradação de corantes modelo por fotólise. *Fórum Ambiental da Alta Paulista, XI(8)*.
- Magalhães, D. (2014). *Aplicações de Espectroscopia de Infravermelho Próximo na Monitorização de Processos Farmacêuticos*. Dissertação de Mestrado em Química Tecnológica, Universidade de Lisboa.
- Maia, R., Pereira, M., Rodrigues, M., Gonçalves, R. M., Mesquita, A., Botelho, C., . . . Acácio, C. (2000). *Guia das boas práticas de gestão da qualidade*. Porto: Associação Portuguesa de Têxteis e Vestuário.

- Neves, J. (2000). *Manual de Estamparia Têxtil*. Escola de Engenharia Universidade do Minho.
- Ngan, H. Y., Pang, G. K., & Yung, N. H. (2011). Image and Vision Computing. *Automated fabric defect detection - A review*.
- Rei, M. F., Carrasqueiro, A., Rodrigues, F., Morgado, J., Silva, A., Rosa, C., . . . Braga, C. (2004). *Defeitos - Pintas e manchas em artigos têxteis*. Porto: ATP - Associação Têxtil e Vestuário de Portugal.
- Rei, M., Almeida, L., Rosa, C., Morgado, J., Pimenta, A., Rodas, A., . . . Carneiro, N. (2000). *Guia de Defeitos Industriais Têxteis Classificação, deteção e prevenção*. (Vol. I). Porto: Associação Portuguesa de Têxteis e Vestuário.
- Rei, M., Carrasqueiro, A., Rodrigues, F., Morgado, J., Silva, A., Rosa, C., . . . Braga, C. (2004). *Defeitos - Falta de Elasticidade em Tecidos e Malhas*. Porto: ATP - Associação Têxtil e Vestuário de Portugal.
- Rei, M., Carrasqueiro, A., Rodrigues, F., Morgado, J., Silva, A., Rosa, C., . . . Braga, C. (2004). *Fibras Estranhas em Artigos Têxteis (contaminações)*. (C. -C. Portugal, Ed.) Porto: ATP - Associação Têxtil e Vestuário de Portugal .
- Rei, M., Carrasqueiro, A., Rodrigues, F., Morgado, J., Silva, A., Rosa, C., . . . Braga, C. (2004). *Guia de Defeitos Industriais Têxteis - Buracos em artigos têxteis* (Vol. II). Porto: ATP - Associação Têxtil e Vestuário de Portugal.
- Rei, M., Carrasqueiro, A., Rodrigues, F., Morgado, J., Silva, A., Rosa, C., . . . Braga, C. (2004). *Guia de Defeitos Industriais Têxteis - Pintas e manchas em artigos têxteis* (Vol. II). (C. - C. Portugal, Ed.) Porto: ATP - Associação Têxtil e Vestuário de Portugal.
- Soares, B., & Saron, E. (2010). Instituto de Tecnologia de Alimentos. *Microanálise elementar de materiais: aplicações do sistema MEV-EDX*.
- Tomaz, A., Godinho, R., Bento, L., Barata, J., & França, A. (2003). Medicina Interna. *Intoxicação auto-agressiva por ingestão de ácido fluorídrico - um caso clínico de evolução desfavorável*, X(3).
- UFSC - Laboratório de pesquisa em Polímeros e Compósitos. (25 de Junho de 2021). Obtido de <https://policom.ufsc.br/espectroscopia-de-infravermelho/>

Anexos

Anexo I

Receita de tingimento dos macacões infantis, na cor "Pirate Black" do defeito B.

Receita	0000222671	Nome	PIRATE BLACK 315186	Data:	2017-09-21								
Nº de Lab	315186 / 1	Cor	0000023049										
Encomenda					Esgotamento								
Observações	<table border="1"> <tr> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Artigo:</td> <td>1410010100 JERSEY ALGODAO</td> </tr> <tr> <td>Operação:</td> <td>21350 TINGIR ALGODAO</td> </tr> <tr> <td>Processo:</td> <td>2172</td> </tr> </table>					Cliente:		Artigo:	1410010100 JERSEY ALGODAO	Operação:	21350 TINGIR ALGODAO	Processo:	2172
Cliente:													
Artigo:	1410010100 JERSEY ALGODAO												
Operação:	21350 TINGIR ALGODAO												
Processo:	2172												


Código	Nome	Partes	Concentracao
000008000	GPB HUNTSMEN 2015		
000001600	AUXILIARES REAT60 AFT GPB		
00003175	AVITERA OURO AMARELO SE		0.84600 %
00000570	Avitera VERMELHO SE		0.56000 %
00000571	Avitera DEEP BLEU SE 214 DP		1.18000 %
	---pedido---COLORSERVICE---pedido---		
00000208	SULFATO DE SODIO ANIDRO		70.00000 Gr/Lt
	---pedido---COLORSERVICE---pedido---		
00000216	SODA SOLVAY Sacos_MANUAL		2.00000 Gr/Lt
	---pedido---COLORSERVICE---pedido---		
0041	soda solvay avitera algodão	100.00	
0043	soda caustica avitera algodao	100.00	
	PH FINAL TINGIMENTO		
000000850	2*SABAO 2015		

Anexo II

Ficha técnica do estampado do defeito C

Cliente	Data	Nº Quadro
	6/11/2017	

Desenho: V/ Ref.:	Nº de Cores	Combinação1/Fundo:	Combinação2/Fundo:	Combinação3/Fundo:
Honda 123	4			

<u>Versão1-Cores</u>	<u>Versão2-Cores</u>	<u>Versão-3Cores</u>
		

Continuação da ficha técnica da receita do estampado do defeito B

Receita:
Amarelo Torrado : 15-1150 TPX <ul style="list-style-type: none">• Texilakcolor Transparente M SF -1500g• Texilakcolor Elastic White SF - 1500g• C5 - 160g• C30 - 25g• C10 - 18g• C99 - 0.3g
Laranja: <ul style="list-style-type: none">• Texilakcolor Elastic White SF - 2400g• Texilakcolor Transparente M SF - 1200g• C10 - 330g• C55 - 85g• C5 - 50g
Amarelo Limão: <ul style="list-style-type: none">• Texilakcolor Elastic White SF - 3300g• C10 - 112.5g• C5 - 320g• C99 - 1.3g
Branco: <ul style="list-style-type: none">• Texilakcolor Elastic White SF
Pigmentos: <ul style="list-style-type: none">• C55 - TENPRINT VERMELHO 5R• C10 - TENPRINT LARANJA IRUC• C99 - NEGRO TM17• C5 - AMARELO TH3• C30 - CASTANHO BT

Anexo III

Receita de lavagem das *sweats* e t-shirts do defeito C

LAVANDARIA Lavagem Normal

R.B.:	10	Cliente:		Tipo de peças:	Sweats
Kgs:	25	Enc.:	Honda		
Volume:	250				
Máquina:	55	Código lav.:	Lavagem Normal		

Observ.: Lavagem do Avesso

Água (L)	Quantidade (g)	Produtos / Processo	Unid.	Dosagem	
250	Processo				
	2500	Amaciador - <i>Alfalina FLQ 100</i>	g/l	10	
		<i>Anda 5 min a frio</i>			

Secagem: Temperatura a 70°C