

***Eco-Printing e Eco-Dyeing: um contributo para
o design de moda sustentável***

Helena Sofia da Silva Carvalho

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

Orientadora: Prof.^a Dra. Isabel Cristina Aguiar de Sousa e Silva Gouveia

outubro de 2022

Declaração de Integridade

Eu, Helena Sofia da Silva Carvalho, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M10638 do curso de Design de Moda da Faculdade de Artes e Letras, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã __12__ / __10__ / __2022__

Helena Sofia da Silva Carvalho

Dedicatória

Para a minha família.

Agradecimentos

Esta dissertação não seria possível sem a colaboração de várias pessoas, às quais gostaria de prestar os meus agradecimentos:

Aos meus pais, Olga Felicidade e Henrique Carvalho, por acreditarem nas minhas capacidades dando a oportunidade de me formar na área que sempre sonhei;

Aos meus avós, Bernardo Silva e Helena Silva, por me amarem e me ensinarem a viver a vida;

Ao meu colega e amigo Joaquim Trindade pela amizade criada ao longo dos 5 anos, e principalmente pelos desabafos nos momentos mais difíceis deste trabalho;

À minha amiga de infância, Daniela Rangel por me ajudar na sessão fotográfica deste trabalho e por todo apoio emocional envolvido;

À Professora Doutora Isabel Gouveia, orientadora deste trabalho, que acreditou em mim dando a oportunidade de poder trabalhar com um tema que me permitiu experienciar o mundo da microbiologia, pelos conselhos, disponibilidade e incentivo prestado;

À Cláudia Mouro e à Lúcia Amorim, por terem sido o meu apoio no laboratório, pela partilha de conhecimento, amizade e paciência;

À Bela Rodrigues por todo amor, dedicação, carinho, paciência e toda a ajuda na confeção.

Resumo

A sustentabilidade tem sido um tema cada vez mais debatido nos dias de hoje. Devido aos fortes impactos ambientais causados pela indústria têxtil, torna-se imprescindível ter um acompanhamento persistente sobre os perigos que nós, seres humanos e consumidores, colocamos no nosso planeta e as consequências que podem ter no ambiente.

A presente dissertação propõe elaborar o levantamento dos benefícios do uso de corantes naturais, mais concretamente ligados ao uso de microrganismos na produção de pigmentos naturais como alternativa ecológica para a indústria da moda, e quais as implicações que podem trazer ao meio ambiente.

O papel do designer de moda consiste também em mostrar à sociedade como utilizar estas novas alternativas sem degradar o meio ambiente e tentar mudar os processos de produção da moda para um processo mais sustentável e inovador. Assim, este estudo tem a intenção de mostrar a importância destas alternativas como elemento de diferenciação na moda, fazendo um contraponto com a possibilidade de usar elementos da natureza sem a destruir e incentivar a sustentabilidade. Como alternativa ecológica para a indústria da moda, além da importância dos pigmentos naturais, o *eco-printing* também se traduz igualmente numa alternativa ainda pouco estudada, mas as pesquisas e as experimentações realizadas no laboratório, validaram a viabilidade da sua aplicação em duas peças de vestuário tingidas e estampadas com pigmentos bacterianos, e com o recurso à técnica do *eco-printing*.

Em suma, espera-se contribuir e transmitir a importância e a abordagem inovadora dos tingimentos com pigmentos bacterianos e a impressão ecológica, com o objetivo de poder abrir novas vertentes para o design de moda, respondendo às questões ambientais, para poderem ser industrializadas, cumprindo com os parâmetros da sustentabilidade e garantindo as normas de qualidade exigidas pelos consumidores.

Palavras-chave

Design de Moda; Sustentabilidade; Pigmentos bacterianos; Eco-printing;

Abstract

Sustainability has been an increasingly debated topic today. Due to the strong environmental impacts caused by the textile industry, it is essential to have persistent monitoring of the dangers that we, human beings and consumers, place on our planet and the consequences they can have on the environment. This dissertation proposes to elaborate the survey of the benefits of the use of natural dyes, more specifically linked to the use of microorganisms in the production of natural pigments as an ecological alternative for the fashion industry, and what implications they can bring to the environment.

The role of the fashion designer is also to show society how to use these new alternatives without degrading the environment and trying to change the processes of fashion production to a more sustainable and innovative process.

Therefore, this study aims to show the importance of these alternatives as an element of differentiation in fashion and to provide a counterpoint to the possibility of using elements of nature without destroying them and promoting sustainability. As an ecological alternative for the fashion industry, in addition to the importance of natural pigments, eco-printing also translates into an alternative option which, still, doesn't have a lot of research upon this matter, but the research and experiments conducted in the laboratory have confirmed the feasibility of its application in two garments dyed and embossed with bacterial pigments and using the eco-printing technique.

It is expected that the project will help to communicate the importance and innovative approach of dyeing with bacterial pigments and eco-printing, with the aim of opening up new aspects for fashion design and responding to environmental issues so that they can be industrialized, while respecting the parameters of sustainability and ensuring the quality standards demanded by consumers.

Keywords

Fashion Design; Sustainability; Bacterial pigments; Eco-printing.

Índice Geral

1. Introdução	1
2. Questões de investigação	2
3. Objetivos	2
3.1. Objetivos gerais e atividades	2
3.2. Objetivos específicos	2
4. Estrutura da dissertação	3

Capítulo I

Revisão Bibliográfica | Estado da Arte

1. Sustentabilidade na moda	5
1.1. Impacto ambiental	5
1.1.1. Consciencialização das empresas e consumidores	8
1.2. Circularidade	10
2. Fibras têxteis naturais	12
2.1. O que são fibras?	12
2.2. Origem das fibras	13
2.2.1. Cânhamo	14
2.2.2. Linho	15
2.2.3. Algodão	15
2.2.4. Seda	16
2.2.5. Lã	16
3. Pigmentos e Corantes	17
3.1. Breve contextualização histórica	17
3.2. Corantes naturais vs corantes sintéticos	19
4. Pigmentos microbianos	20
4.1. Microrganismo estudado (breve descrição)	23
5. Eco-Printing	24
5.1. Contextualização	24
5.2. Como funciona a técnica do <i>eco-printing</i>	26
5.3. Mordentes e Bio-mordentes	27
6. Marcas, Designers e Empresas	28

Capítulo II

Desenvolvimento Laboratorial

1. Contextualização	46
---------------------	----

2. Diário Laboratorial	47
2.1. Primeira Etapa- Otimização das condições de crescimento ideais para a produção do pigmento castanho a partir da <i>Pseudomonas</i> sp.	47
2.1.1. Extração do pigmento castanho a partir da <i>Pseudomonas</i> sp.	49
2.1.2. Estudo das condições de tingimento da lã com o pigmento castanho	50
2.2. Segunda Etapa- Otimização do processo do <i>eco-printing</i>	52
2.2.1. Análise e discussão dos resultados das experiências	54
2.3. Terceira Etapa- Preparação dos moldes	58
2.3.1. Tingimento da peça	58
2.4. <i>Eco-Printing</i>	59

Capítulo III

Imprint Nature

1. Introdução	61
2. Inspiração	62
2.1. Conceito	62
2.2. Nome da Coleção	62
3. Mood board Geral	63
4. Mood board inspiração formas e linhas	64
5. Público-alvo	65
6. Paleta de cores	66
7. Escolha de materiais	67
8. Ilustração da coleção <i>Imprint Nature</i>	68
8.1. Descrição das peças da coleção <i>Imprint Nature</i>	68
9. Peças a confeccionar	68
10. Editorial fotográfico	70

Capítulo IV

Análise Crítica

1. Análise crítica	73
2. Considerações finais	74
3. Perspetivas futuras	74

Capítulo V

Referências Bibliográficas e Webgráficas

1. Referências Bibliográficas e Webgráficas	76
---	----

Lista de Figuras

Figura 1- Tripé da sustentabilidade.....	pág.5
Figura 2- Tripé da sustentabilidade empresarial.....	pág.6
Figura 3- Estratégias de design sustentável aplicado ao ciclo de vida de produtos de vestuário de moda.....	pág.11
Figura 4- Tipos de fibras.....	pág.14
Figura 5- Esquematização da classificação de corantes naturais.....	pág.20
Figura 6- <i>Pseudomonas</i> sp. em meio sólido (TSA).....	pág.24
Figura 7- <i>Eco-Printing</i>	pág.25
Figura 8- Coleção <i>Savoir</i> - Dior, Spring, 2020.....	pág.28
Figura 9- Projetos da Matriarcia.....	pág.29
Figura 10- Coleção com tingimento natural de Flavia Aranha.....	pág.30
Figura 11- Impressão botânica aplicada em peças de vestuário de Flavia Aranha....	pág.31
Figura 12- T-shirts sem gênero, tingidas com pigmentos naturais extraídos a partir de semente Urucum e da Alfafa de Festuca.....	pág.32
Figura 13- Estirpe bacteriana que produz pigmento natural.....	pág.33
Figura 14- Coleção Mineral Dyes da Mango.....	pág.35
Figura 15- Coleção Mediterrânea da Mango.....	pág.36
Figura 16- Exposição de algumas peças de Zeefier na Dutch Design Week- It´s in our nature.....	pág.37
Figura 17- <i>Transversal</i> , 2017.....	pág.39
Figura 18- <i>Rise and Fall of a Micropolis</i> , 2017.....	pág.40
Figura 19- <i>Scale</i> , The Faber Futures x Ginkgo Residency, 2017.....	pág.41
Figura 20- <i>Void</i> , The Faber Futures x Ginkgo Residency, 2017.....	pág.42
Figura 21- <i>Assamblage 001</i> , The Faber Futures x Ginkgo Residency, 2017.....	pág.43
Figura 22- <i>Assamblage 002</i>	pág.44
Figura 23- Método de inoculação dos microrganismos. 1- <i>Pseudomonas</i> sp. crescida em meio sólido (TSA); 2- Preparação de uma nova placa de TSA; 3- Inoculação da placa 2 com ansa de metal estéril a partir da placa 1 com <i>Pseudomonas</i> sp. crescida.....	pág.48
Figura 24- Frasco com o meio líquido (TSB) estéril; 2- Proveta para medição do meio líquido (TSB); 3- Erlenmeyer com o meio líquido para a inoculação da bactéria; 4- Repicar a <i>Pseudomonas</i> sp. a partir do meio sólido (TSA) com 48h de crescimento para o erlenmeyer; 5- <i>Pseudomonas</i> sp. inoculada no erlenmeyer de boca estreita (100ml).....	pág.48
Figura 25- Produção do pigmento castanho em diferentes condições: 1- com agitação e na presença de luz; 2- Com agitação e ausência e agitação de luz; 3- Sem agitação e na	

presença de luz; 4- Sem agitação e na ausência de luz; 30 °C com uma taxa de agitação e na ausência 1/4	pág.49
Figura 26- Etapas do processo de extração do pigmento castanho	pág.50
Figura 27- Máquina de tingimento laboratorial DataColor AHIBA IR.....	pág.51
Figura 28- 1- Substratos emersos no Bio mordente; 2- Substratos dispostos na lã; 3- Acetato sobre a lã; 4- Rolo metálico preparado; 5- Máquina vaporizadora - Werner Mathis AG.....	pág.52
Figura 29- Experiência nº1.....	pág.54
Figura 30- Experiência nº2	pág.55
Figura 31- Experiências nº3 e 4.....	pág.56
Figura 32- Experiências nº5 e 6	pág.56
Figura 33- Experiência nº7	pág.57
Figura 34- Experiências nº8 e 9	pág.58
Figura 35- Aquecimento do pigmento; 2- Colocação da lã na solução; 3- Recolha da lã.....	pág.59
Figura 36- Preparação do eco-printing na lã cortada conforme os moldes	pág.59
Figura 37- Mood Board- Geral.....	pág.63
Figura 38- Inspiração formas e linhas	pág.64
Figura 39- Inspiração formas e linhas	pág.64
Figura 40- Inspiração formas e linhas	pág.65
Figura 41- Inspiração formas e linhas	pág.65
Figura 42- Paleta de Cores.....	pág.66
Figura 43- Ilustração da Coleção <i>Imprint Nature</i>	pág.67
Figura 44-Editorial fotográfico	pág.70
Figura 45-Editorial fotográfico	pág.70
Figura 46-Editorial fotográfico	pág.71

Lista de Tabelas

Tabela 1 –Definições para a moda ecológica, ética, lenta e mais sustentável (adaptado de (Albuquerque, 2019).....	pág.9
Tabela 2- Lista de pigmentos produzidos por diferentes microrganismos usados em diferentes indústrias (adaptado de (Costa, 2019; J. Guimarães, 2018).....	pág.21
Tabela 3- Resultados das amostras com o tingimento do pigmento castanho produzido pela <i>Pseudomonas</i> sp.....	pág.51
Tabela 4- Resumo das experiências realizadas sob diferentes condições.....	pág.54

Lista de Acrónimos

SPF	Sobre Peso Fibra
TSA	Tryptic Soy Agar
TSB	Tryptic Soy Broth
RPM	Rotações por minuto
RB	Razão de Banho
MIT	Massachusetts Institute of Technology
WGSN	Worth Global Style Network

1. Introdução

A indústria da moda é baseada na limitação da vida útil dos produtos, desenvolvendo ciclos rápidos para alimentar os desejos (não sustentáveis) dos consumidores, originando desta forma muitos dos problemas presentes nos produtos, nomeadamente a baixa qualidade, trocas constantes e a pouca utilização dos mesmos, o que gera um aumento significativo da formação de resíduos têxteis e da poluição do meio ambiente (Albuquerque, 2019; Souza et al., 2021). À medida que as preocupações ambientais crescem um pouco por todo o mundo, o interesse e a necessidade de desenvolver produtos sustentáveis também aumenta, dia após dia. Partindo do pressuposto que o pensamento atual da maioria dos consumidores já é priorizar o meio ambiente, novas estratégias têm vindo a ser desenvolvidas. Entre estas, a introdução de corantes e pigmentos naturais pode ser vista como uma inovação sustentável capaz de trazer inúmeros benefícios, a si associados.

O princípio da biomimética aplicado ao design está em observar a natureza e tentar encontrar analogias para a projeção de produtos, com a finalidade de alcançar soluções possíveis, inesperadas e viáveis (Abreu et al., 2015). A produção e aplicação de pigmentos produzidos a partir de bactérias é hoje um dos campos emergentes de investigação para demonstrar o seu potencial em várias aplicações industriais. A maior parte da produção de pigmentos bacterianos para a aplicação têxtil ainda está na fase de investigação e desenvolvimento e sobre os pigmentos bacterianos, deve ser intensificada a procura de meios de crescimento economicamente sustentáveis e adequados, que possam reduzir o custo e aumentar a sua aplicação na produção industrial (Venil et al., 2013).

Com base na literatura existente e com a intenção de explorar a fonte de pigmentos bacterianos no tingimento de materiais têxteis, a presente dissertação apresenta uma revisão bibliográfica de estudos realizados com pigmentos bacterianos e potenciais aplicações. Além disso, visa combinar a utilização de bio-pigmentos, produzidos a partir de bactérias, no tingimento de fibras têxteis com processos de estamaria ecológicos, que utilizam corantes naturais das folhas, plantas e flores sem o acréscimo de substâncias agressivas para o meio ambiente, como é o caso da técnica do *eco-printing*. Dessa maneira, pretende-se minimizar parte dos danos causados pelas indústrias e fazer com que estes processos têxteis aplicados no design de moda, possam ser adotados pelo consumidor como um processo inovador para a indústria têxtil e de moda. Assim sendo, esta dissertação divide-se em cinco capítulos para uma melhor organização e compreensão da temática abordada.

2. Questões de Investigação

Para solucionar o problema do desenvolvimento sustentável e fornecer produtos inovadores, eficientes, funcionais e sustentáveis, o uso de microrganismos, nomeadamente de bactérias produtoras de pigmentos, bem como estampagens ecológicas provenientes de plantas, flores ou folhas são o ponto de partida para refletir sobre esses parâmetros. Há uma exigência crescente por alternativas capazes de suspender o uso de produtos não renováveis, pois são responsáveis por diversos problemas na saúde humana e nos ecossistemas. Além disso, graças às descobertas sobre a produção de pigmentos naturais, através da fermentação bacteriana e da técnica do *eco-printing*, a viabilidade de aplicação em materiais têxteis levanta as seguintes questões a que é necessário dar resposta: será possível criar uma alternativa sustentável que com potencial aplicação no setor têxtil? Será viável produzir estampagens ecológicas com elementos naturais com possível aplicação no vestuário de moda?

3. Objetivos

3.1. Objetivos gerais e atividades

O objetivo geral deste trabalho consiste em estudar o potencial dos pigmentos naturais produzidos a partir de bactérias em alternativa aos sintéticos, bem como utilizar os corantes naturais presentes em substratos vegetais para criar estampagens únicas. Assim sendo, o trabalho inclui um plano de atividades para criar novas formas de tingimentos, padrões, cores e estampagens com potencial aplicação no design de moda; desenvolver estratégias para melhorar a utilização dos corantes e pigmentos naturais na aplicação de processos de tingimento e estamparia de tecidos para a realização de artigos de vestuário de moda; também o de criar opções inovadoras, seguras e sustentáveis; e, por fim, garantir a eficácia dos corantes e pigmentos naturais em relação aos sintéticos.

3.2. Objetivos específicos

1. Produzir e extrair o pigmento bacteriano a ser estudado;
2. Desenvolver técnicas e estratégias capazes de garantir o tingimento em materiais têxteis (fibras naturais) utilizando o pigmento bacteriano;
3. Estudar a técnica do *eco-printing* para criar estampagens únicas, a partir dos pigmentos presentes em plantas, folhas, e flores sobre os materiais têxteis previamente tingidos;
4. Desenvolver uma coleção cápsula com peças de vestuário sustentáveis.

4. Estrutura da dissertação

Após a introdução referida, designa-se o normativo estrutural da dissertação.

Capítulo I- Revisão Bibliográfica (estado da arte)

Com a importância da sustentabilidade no design de moda, neste capítulo foi feita uma breve contextualização sobre a sustentabilidade, impactos ambientais e consciencialização das empresas e consumidores. Além disso, foi realizada uma descrição sucinta e atualizada da origem dos pigmentos e corantes, bem como as suas definições e aplicações no setor têxtil (marcas, designers e empresas).

Capítulo II- Desenvolvimento laboratorial

O capítulo II, apresenta de forma precisa o trabalho realizado no laboratório, nomeadamente em relação à bactéria utilizada para a produção do pigmento, materiais têxteis e suas propriedades, métodos usados e dados recolhidos para posterior análise da investigação.

Capítulo III- *Imprint of Nature*

O capítulo III introduz o desenvolvimento do projeto proposto a partir dos resultados estudados ao longo do capítulo II, com a aplicação do pigmento bacteriano, bem como da técnica do *eco-printing*, no design de moda na conceção de uma coleção cápsula composta de 10 peças intitulada de *Imprint of Nature*.

Capítulo IV- Análise Crítica, Considerações finais e Conclusão

O capítulo IV explica de forma sucinta os resultados obtidos, apresenta as conclusões relevantes e possíveis propostas para a utilização dos bio-pigmentos e dos processos de estamparia naturais no futuro mundo da moda.

Capítulo V- Referências Bibliográficas e Webgráficas

No capítulo V, encontram-se listadas as referências bibliográficas e webgráficas que serviram de base científica para a realização do trabalho.

Capítulo I

Revisão Bibliográfica | Estado da Arte

1. Sustentabilidade na moda

1.1. Impacto ambiental

A sustentabilidade é um tema cada vez mais abordado e com uma extrema relevância nos dias de hoje. Diante do caos que o planeta Terra tem vivenciado, a sustentabilidade ainda precisa de surgir como um assunto primordial. Não basta que tenhamos produtos sustentáveis, é necessário que toda a sociedade agregue um estilo de vida revendo os seus modos de viver e de consumo (Souza et al., 2021). Ao abordar o tema sustentabilidade, primeiramente, é importante analisar qual o significado desta palavra para, seguidamente, estabelecer relação com a moda.

O termo sustentabilidade surge da necessidade de debate a respeito da forma como a sociedade tem vindo a explorar e usar os recursos naturais (Sousa, n.d.). Uma das formas mais fáceis de compreender a sustentabilidade é também através do tripé: social, ambiental e económico (Anicet & Rüttschilling, 2013).

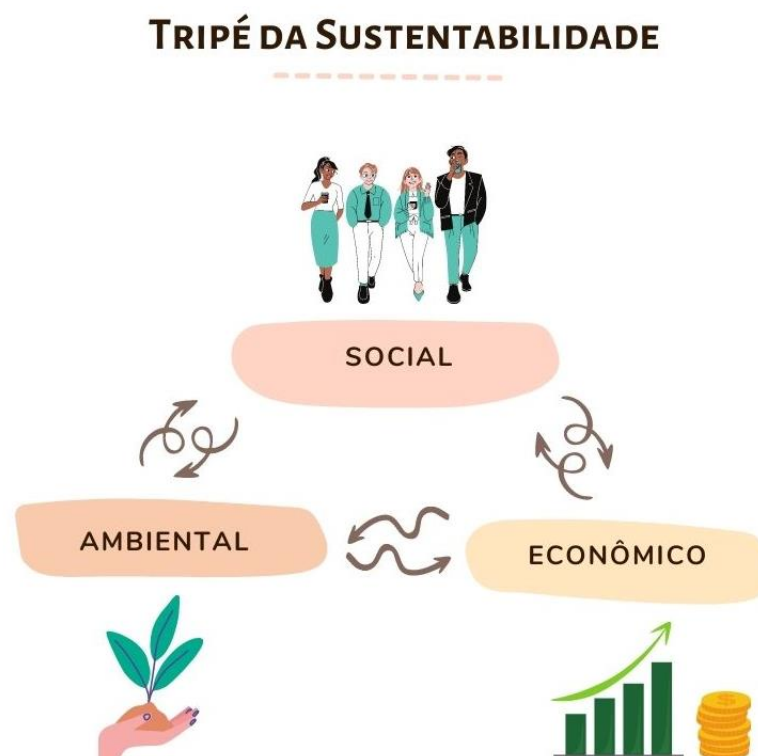
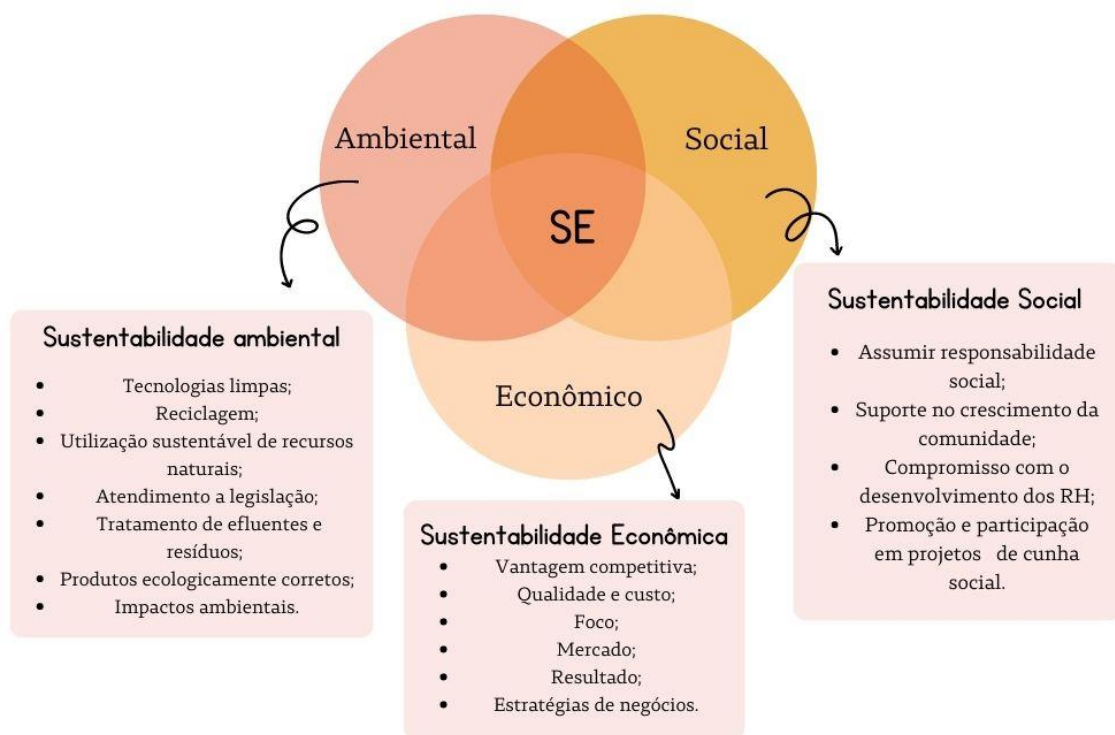


Figura 1- Tripé da sustentabilidade (Fonte: Autora adaptado de (Sousa, n.d.)).

A sustentabilidade social refere-se à participação ativa da população no que toca ao desenvolvimento social por meio da formação de propostas que visem o bem-estar e igualdade de todos em consonância com a preservação do meio ambiente; a sustentabilidade ambiental relaciona-se com a preservação do meio ambiente de maneira a que a sociedade encontre o equilíbrio entre as necessidades intensas e o uso racional dos recursos naturais, sem prejudicar a natureza; por fim, a sustentabilidade económica, aborda o modelo de desenvolvimento econômico que visa a exploração dos recursos naturais de maneira sustentável, sem prejudicar o acréscimo das necessidades da geração futura (Araújo, 2014).

TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL



SE- Sustentabilidade Empresarial

Figura 2- Tripé da sustentabilidade empresarial (Fonte: Autora adaptado de (Sousa, n.d.) com base em (Coral, 2002)).

A sustentabilidade ambiental relaciona-se com o capital natural de um empreendimento ou sociedade. Sabe-se que toda atividade económica provoca algum impacto ambiental negativo. Sendo assim, a empresa deve pensar em formas de amenizar esses impactos. Isso pode ser feito devolvendo matéria-prima ou usando-a racionalmente, medindo a quantidade de gases poluentes que são emitidos e adotando medidas para evitar essa emissão.

A sustentabilidade económica refere-se ao alcance do lucro por meio da produção, distribuição e consumo dos produtos pensando em ações que minimizem a exploração do meio ambiente. Por fim a sustentabilidade social refere-se ao capital humano do empreendimento, comunidade, sociedade como um todo; (Sousa, n.d.). Assim sendo, a crescente preocupação pela sustentabilidade deve-se ao facto de as informações sobre os problemas ambientais, sociais e económicos estarem mais facilmente ao alcance das pessoas (C. Guimarães, 2021). A educação para a sustentabilidade permitirá pelos seus pressupostos básicos, uma nova interação que irá definir o tipo de pessoa que se queira formar e conseqüentemente os cenários futuros que desejam construir para a humanidade, em função do desenvolvimento de uma nova racionalidade ambiental (C. Silva & Giuliano, 2017).

A indústria da moda é uma das que mais gera economia no cenário mundial. No entanto, é considerada grande causadora dos impactos ambientais com a sua forma linear de produção e consumo, pautada pelo extrativismo e pelo descarte, sendo também responsável por uma quantidade considerável de emissões de gases do efeito estufa, de poluição nos oceanos e de uso de água potável (C. Guimarães, 2021). O impacto mais grave conhecido da indústria da moda é o elevado consumo de água, pois a produção têxtil consome cerca de 93 bilhões de metros cúbicos de água anualmente, o que representa 4% da captação de água doce do planeta, tornando o setor responsável pelo consumo de mais de dois terços dessa água. Por exemplo, uma calça *jeans* consome durante o seu processo de fabrico em média 11.000 litros de água, o que daria para sustentar uma família de quatro pessoas durante aproximadamente 20 dias. Vale apenas ainda realçar que mais de meio bilhão de pessoas no mundo não tem acesso a água potável (Santos & Sigrist Vanina, 2020). Dados os impactos ambientais potencialmente significativos da área do design de moda, várias abordagens no design são necessárias para prolongar a vida útil do produto (Kam, 2022). Alguns consumidores nos seus momentos emocionais mais “altos” descarregam essas emoções em compras constantes, e essa procura emocionalmente “viciante” facilmente leva o consumidor a comprar por impulso, o que parece ter-se tornado num comportamento aceite no consumo de moda atual. O número médio de vezes que uma peça é usada diminuiu 36% em comparação com a situação há 15 anos (Niinimaki, 2018). Os designers enfrentam um dilema: continuar a criar produtos que providenciam o consumo excessivo dos recursos naturais do planeta e posteriormente a sua escassez ou encontrar soluções para continuarem a produzir produtos que atendam às necessidades do consumidor, mas de forma sustentável (Albuquerque, 2019). Neste contexto, o designer tem que atuar com responsabilidade, pois o papel desempenhado por ele funciona como ligação entre a indústria, o comércio e a sociedade. (“É, cada vez mais necessária a intervenção do

designer para alcançar uma melhor relação produto - ambiente – sociedade, e isto inicialmente pode ser alcançado com a formação de uma cultura de designers conscientes dos problemas sociais e dos impactos ambientais” (Araújo, 2014)).

1.1.1. Consciencialização das empresas e consumidores

O conceito de sustentabilidade tem vindo a evoluir ao longo das últimas quatro décadas e, especialmente, a forma como pode ser incorporado nas empresas para equilibrar a prosperidade económica, a justiça social e o ecossistema (Lima, 2019). Em relação à consciencialização ambiental, o setor industrial precisa de alterar a sua forma de produção com alternativas menos impactantes para o ambiente (Narimatsu et al., 2020). Sensibilizar o consumidor para considerar o impacto ambiental dos produtos que consome parece ser a forma mais rápida de pressionar a indústria, seja de moda ou de outros produtos, para diminuir o dano que causa na natureza (N. Schulte & Lopez, 2007). Sabemos que as indústrias têxteis e do vestuário estão “formuladas” para funcionar em ciclos rápidos de tendências de moda que visam produzir continuamente novas coleções para atender às necessidades dos consumidores e que as empresas têm a necessidade de substituir os seus artigos mais rapidamente (Souza et al., 2021), o que gera, a grande causa, resultando na atual situação global que todos vemos e vivemos. As empresas e designers devem refletir sobre a metodologia aplicada à moda sustentável, aumentando o desempenho dos futuros processos referentes à produção, compreendendo que certas etapas são importantes para a conclusão do ciclo de vida do produto na economia circular. Os impactos ambientais devem ser incluídos nessas etapas para produzirem produtos de moda sustentáveis, desde a etapa de desenvolvimento (pesquisa, seleção de materiais e processos), à produção (modelagem, corte, costura e expedição) e pós-produção de produto (comunicação, venda, distribuição, uso, e fim de vida) até o descarte pelo consumidor (Lima, 2019; N. K. Schulte & Lopes, 2008). Diante da conectividade e da carga de informações às quais temos acesso, existe uma modificação de hábitos e padrões de consumo, o ciclo de vida dos produtos tem vindo a ser cada vez mais reduzido, a um ritmo constante. A preocupação existente, principalmente na utilização em excesso das águas pela indústria têxtil, incluindo todas as outras etapas necessárias pela mesma, é um caso que pode ser mudado, através de diversos métodos, tais como a reciclagem das correntes de efluentes líquidos e de recuperações de produtos e subprodutos, o que apesar de ser ainda um estudo caro e pouco eficaz, mostra soluções na diminuição da quantidade usada de água (Narimatsu et al., 2020). No entanto, isso não é suficiente, pois é preciso tratar do problema antes que ele chegue até à natureza. (Viana et al., 2015). Por conta desses fatores, a indústria tem investido largamente na produção de pigmentos naturais, derivados de plantas. No entanto, as produções de

pigmentos por plantas podem apresentar algumas desvantagens: fraca estabilidade à luz e ao calor e não se encontram disponíveis durante todo o ano, no entanto são pigmentos biodegradáveis, o que deve prevalecer em relação às desvantagens. Assim, surge um maior interesse também na produção de pigmentos microbianos baseado principalmente na estabilidade de produção e na grande disponibilidade de tecnologias para a produção (H. Silva, 2016). Devido ao aumento da procura de produtos de origem natural, o papel do designer de moda é mostrar à sociedade como utilizar os corantes e os pigmentos naturais sem degradar o meio ambiente e, assim, transformar os processos de produção um modo mais sustentável. O designer tem a responsabilidade de ter o cuidado na criação de novos produtos para que haja um desenvolvimento sustentável, tendo em consideração os impactos ambientais que o desenvolvimento de um produto necessita para a criação de novos produtos, da origem da matéria-prima até o descarte pelo consumidor (N. Schulte & Lopez, 2007). Acredita-se que por ser uma junção de uma combinação de fatores, nomeadamente a preferência pelo natural e o respeito pelo ambiente fez com que os consumidores se interessassem por esta vertente. No entanto, apesar destes fatores poderem trazer melhorias ambientais, e mesmo que todos os seres humanos mudassem a sua vida significativamente, ainda assim, não seria possível restringir todos os impactos ambientais a nível zero. A introdução de novos artigos na produção para o vestuário, de acordo com os princípios da sustentabilidade, é um grande desafio para o mundo da moda, mas gradualmente, o desenvolvimento sustentável está a converter-se numa prioridade para as empresas.

Tabela 1. Definições para a moda ecológica, ética, lenta e mais sustentável (adaptado de (Albuquerque, 2019)).

ABORDAGENS	DEFINIÇÕES
MODA ECOLÓGICA	Conhecida também como moda bio ou moda orgânica. Engloba os produtos de moda desenvolvidos por métodos menos prejudiciais ao meio ambiente. Destaca a redução do impacto ambiental. Na área das fibras é comum a utilização de termos como: orgânico, biológico e ecológico para se referir à mesma coisa (Salcedo, 2014).
MODA ÉTICA	Além de considerar o meio ambiente concentra-se também na saúde dos consumidores e nas condições de trabalho das pessoas da indústria da moda (Salcedo, 2014).

SLOW FASHION

Não é o oposto de *fast-fashion*. É uma abordagem diferente, na qual designers, distribuidores e consumidores estão mais conscientes com o impacto da roupa na sociedade. Considera o consumidor e seus hábitos como parte importante da cadeia. Proporciona diferentes relações entre o designer e o produtor fabricante e peças, roupa e consumidor. O slow-fashion desafia a obsessão do fast-fashion com a produção em massa e o estilo global tornando-se defensora da diversidade.

Promove uma maior percepção do processo de design e os seus impactos nos fluxos de recursos, trabalhadores, comunidades e ecossistemas. (Fletcher and Grose, 2011).

**MODA MAIS
SUSTENTÁVEL**

Inclui todas as opções acima referidas. Abrange todas as iniciativas que permitem que a indústria permaneça ao longo do tempo, dados os recursos dos quais dispomos e garantindo igualdade e justiça social. Isto é, iniciativas que promovem boas práticas sociais e ambientais, incluindo uma redução na produção e no consumo (Salcedo, 2014).

1.2. Circularidade

Uma economia circular aborda a montagem relacionada com recursos e desafios para as empresas e economias, podendo gerar crescimento, criar empregos, e reduzir os impactos ambientais, incluindo as emissões de carbono (Macarthur, 2015). A indústria têxtil e da moda é um dos maiores setores industriais, que consome muitos recursos e causa sérios problemas ambientais (Niinimäki, 2018). Torna-se cada vez mais necessário a produção de planos voltados para os ideais de sustentabilidade. Assim sendo, tomando por base as atividades industriais, é essencial um repensamento adequado de produtos e processos por meio de ações que resultem no prolongamento da vida útil daquilo que será produzido ou mesmo que sejam voltadas para o reprocessamento de subprodutos e reintegração na cadeia de produção, aumentando o ciclo de vida (Oliveira et al., 2019). O conceito de moda circular tem sido discutido particularmente nos últimos anos devido à crescente importância do tema da sustentabilidade perante os impactos socioambientais

negativos causados pela indústria têxtil. A moda circular tem como proposta uma mudança em relação ao modo da projeção dos produtos, tendo em conta a preocupação da longevidade, a eficiência de recursos locais, a biodegradabilidade, a não toxicidade, reciclabilidade e a ética, além de pensar em diferentes formas de consumo (Santos & Sigrist Vanina, 2020). Pode-se entender o desenvolvimento sustentável como um modelo que procura preservar o ambiente do qual a economia se beneficia para satisfazer as necessidades da geração que lhe é contemporânea, sem comprometer a capacidade de vivência das gerações futuras. Assim, quanto maior for a durabilidade do produto e quanto menos energia for consumida para atender as necessidades, mais sustentável o processo se torna (Macarthur, 2015).

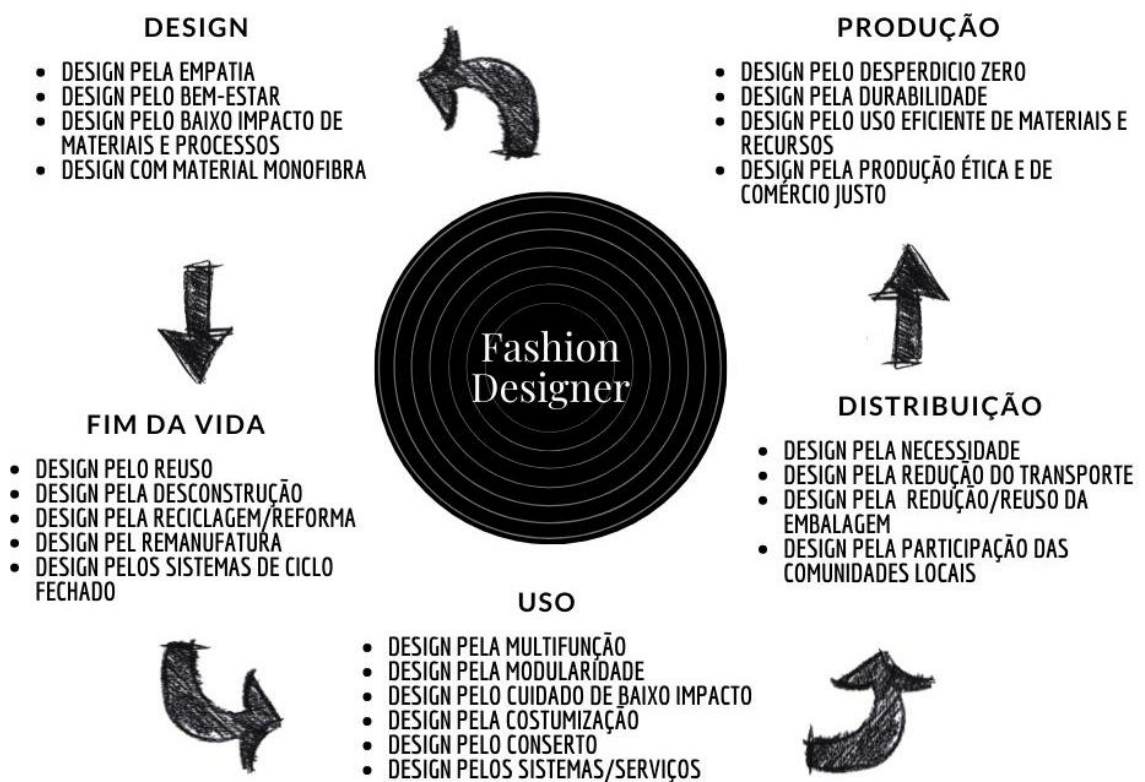


Figura 3- Estratégias de design sustentável aplicado ao ciclo de vida de produtos de vestuário de moda. (Fonte: autora com base em (Albuquerque, 2019)).

A economia circular tem como base a inteligência da natureza, para a qual não há a ideia de resíduo, sendo tudo fonte para um novo ciclo. Não é apenas uma atitude voltada para a sustentabilidade, mas uma mudança no paradigma do atual sistema produtivo (Niinimaki, 2018). Necessita-se de uma utilização mais racional dos recursos naturais. Para isso, é necessário o aprimoramento da eficiência na conceção de produtos, os quais devem ser pensados pretendendo o design regenerativo e restaurativo por natureza,

eliminando o desperdício e os restos do processo; utilizando matérias-primas mais facilmente recicláveis e não perigosos, maximizando o valor dos materiais para permitir uma maior vida útil dos componentes e do produto; com o esgotamento de uso do manufaturado, prestando-se ao upcycling (reaproveitamento), à reforma, ao conserto, à remanufatura e à última etapa da reciclagem (Santos & Sigrist Vanina, 2020).

Torna-se cada vez mais necessário a criação de modelos de produção voltados para os ideais de sustentabilidade. De forma geral, todo o ciclo de vida do produto não deve trazer impactos ambientais e socioeconômicos negativos, mas sim contribuir para o desenvolvimento e bem-estar dos seres humanos, da sociedade e da natureza em geral (Dias, 2014).

2. Fibras Têxteis naturais

2.1.O que são fibras?

As fibras são elementos filiformes que apresentam um elevado comprimento em relação à dimensão transversal máxima, sendo caracterizadas pela sua flexibilidade e finura (Fibrenamics, n.d.). As fibras são constituídas por macromoléculas, os polímeros, que por sua vez, são compostos por uma sequência de monómeros (unidade que se repete num polímero). Os polímeros são quimicamente estáveis, enquanto os monómeros são quimicamente instáveis, o que explica a reação de união de monómeros na formação do polímero de base que constitui as fibras (Craig & Caulfield, 2005). As fibras, naturais e não-naturais, possuem cadeias moleculares bastante longas, podendo apresentar maior ou menor grau de orientação molecular. Quando apresentam uma elevada orientação formam zonas cristalinas, ou seja, os polímeros encontram-se alinhados longitudinalmente e numa ordem mais ou menos paralela. Quando as moléculas apresentam baixa orientação, formam-se zonas amorfas, de orientação indefinida. Estes fatores influenciam diretamente as propriedades das fibras. Assim, uma elevada orientação dos polímeros confere elevada resistência à tração, baixo alongamento, resistência ao calor e aos químicos, sendo que fibras com elevadas zonas amorfas tendem a apresentar características contrárias, assim como maior flexibilidade, suavidade e confortabilidade.

As fibras podem ser contínuas ou descontínuas. As contínuas apresentam comprimento ilimitado e são normalmente produzidas pelo processo de extrusão de fibras não-naturais, excetuando o caso da fibra de seda e similares, que é natural e continuamente extraída pelo bicho-da-seda. As descontínuas apresentam comprimento limitado, podendo resultar do corte de fibras contínuas extrudidas, das

limitações naturalmente inerentes às dimensões das fibras naturais ou de processos não-convencionais, como a eletrofiação (Chandramohan & Marimuthu, 2011).

2.2. Origem das fibras

A fibra natural é um tipo de fonte renovável e uma nova geração de reforços e suplementos para materiais à base de polímeros. O desenvolvimento de materiais compósitos de fibra natural ou compósitos ecologicamente corretos tem sido um tema quente recentemente devido à crescente conscientização ambiental. (Chandramohan & Marimuthu, 2011)As fibras naturais podem ser de origem vegetal, provenientes de diferentes partes das plantas como por exemplo sementes, caule e até mesmo flores e folhas. De origem animal, obtidas dos pelos de animais ou produzidas por eles. Menos conhecidas, as fibras de origem mineral também são naturais e podem ser obtidas a partir de minérios como basalto e amianto. As fibras sintéticas e artificiais são consideradas de origem química, ou por serem derivadas de compostos químicos como é o caso do poliéster produzido a partir do petróleo (fibra sintética) ou por passarem por alguma etapa em que ocorre o tratamento da celulose com reagentes químicos, como é o caso do rayon (fibra artificial) (I. Ferreira, 2021).

As fibras naturais são todas as fibras extraídas de elementos de origem natural, como por exemplo animal, vegetal ou mineral. As fibras naturais de origem animal podem provir da secreção glandular de alguns insetos, como é o caso da seda, em que dois filamentos de fibroína são ligados por sericina, ou, então, de bolbos pilosos de alguns animais e apresentar uma estrutura molecular composta de queratina, como é o caso da lã. As fibras vegetais são estruturas alongadas, de secção transversal arredondada, que podem ser classificadas, de acordo com a sua origem, em: fibras da semente, fibras do caule, fibras das folhas e fibras dos frutos. Comparativamente com as fibras naturais tradicionais, as fibras vegetais apresentam como principais vantagens: a abundância, o baixo custo, a baixa massa volúmica, a capacidade de absorção de dióxido de carbono do meio-ambiente, a biodegradabilidade e a renovabilidade. Em contrapartida, as suas principais desvantagens são: a elevada absorção de humidade, a baixa resistência a micro-organismos, a baixa estabilidade térmica e propriedades mecânicas inferiores às das fibras não-naturais. As fibras de origem mineral têm a sua origem em rochas com estrutura fibrosa e são constituídas, essencialmente, por silicatos. Um exemplo de uma fibra de origem mineral é o amianto (Craig & Caulfield, 2005).



Figura 4- Tipos de fibras (fonte: (A Versatilidade Das Fibras Naturais, 2020)).

2.2.1. Cânhamo

O cânhamo é uma fibra muito controversa. Assim como o linho, vem do caule da planta. Ela é produzida pela planta Cannabis, a planta da maconha, por isso a sua produção é proibida em muitos lugares. Mas a contrário do seu consumo, o tecido não causa quaisquer efeitos secundários pois o princípio THC (*Tetrahydrocannabinol*) fica nas folhas e nas sementes, e a fibra é obtida no caule da planta. É uma planta alta que pode chegar até a 5 metros de altura, o seu plantio é rápido e relativamente fácil. É uma planta que recupera o solo, mata ervas daninhas, e não precisa de pesticidas. Seu plantio vantajoso para o meio ambiente e de baixo custo. Apresenta boa resistência, não rompe com facilidade, sendo 5x mais forte que o algodão. Também é bastante absorvente, fica

fresca no verão. Tem uma aparência um pouco mais rústica. Não fica tão fina e delicada quanto o linho, mas os seus tecidos são macios. Possui naturalmente uma proteção contra raios ultravioleta (I. Ferreira, 2021; Kuasne, 2008).

2.2.2.Linho

O linho é das fibras mais antigas já utilizadas pelo homem, e até hoje é uma importante matéria-prima, principalmente para produtos têxteis. Em média tem 1,5m de altura. Precisa de muita água pra crescer, ou seja, nasce sempre em beiras de rios e brejos (como às margens do Rio Nilo). As fibras são obtidas a partir do caule da planta, por isso é cortada, seca, e as fibras são separadas do centro da planta. Como é uma planta alta, as suas fibras são longas e rendem fios mais delicados. A produção em massa do linho tem um custo elevado, por isso é que o tecido de linho é mais caro. A solução para minimizar o custo do tecido é misturar o linho com outras fibras. Em relação às características do linho, é um tecido macio, mas não igual ao algodão. Por ser o caule da planta ele apresenta uma aparência mais lustrosa, e um leve brilho discreto. É uma fibra bem resistente e permite criar fios finos. Fios tão finos, que no Egito Antigo ficava quase transparente. O linho possui uma absorção ainda maior que a do algodão, absorve bem a água e seca rapidamente. Assim mantém sempre com um toque fresco. Por ser uma fibra de caule, ela não apresenta boa resiliência, isto é, a sua aparência é sempre engelhada. As fibras quando são expostas ao sol tendem a clarear (I. Ferreira, 2021). É uma fibra considerada “eco-friendly” por necessitar de poucos insumos químicos para o seu desenvolvimento (*A Versatilidade Das Fibras Naturais*, 2020).

2.2.3.Algodão

O algodão é o rei das fibras naturais. Extraída a partir da semente da planta de algodão, é quase inteiramente composta por celulose (cerca de 95%). O algodão dá origem a um tecido resistente, com ótima absorção da humidade e apresenta longa durabilidade, mantendo-se igual mesmo após muitas lavagens. Para extrair a fibra da semente, é preciso colher o algodão. Essa colheita pode ser feita de forma mecanizada ou manual, se for manual, é um trabalho árduo, e o tempo e mão de obra gasto são altos; se for mecanizada, a colhedora agiliza o processo, no entanto a colheita pode sujar as fibras e carregar mais resíduos (pedaços da planta), diminuindo sua qualidade. Após colhido, as fibras de algodão passam por uma etapa em que as máquinas separam as fibras das sementes. (*A Versatilidade Das Fibras Naturais*, 2020). A qualidade do algodão é medida pelo comprimento da fibra, pela coloração, pela resistência. Quanto mais branco, longo e flexível melhor. Hoje em dia o melhor tipo de algodão é o algodão egípcio, que

apresenta todas essas características. Quanto às suas características, possui um toque macio e aveludado, absorve bem a água, tem boa transpiração, ou seja, absorve o suor do seu corpo e evapora rapidamente, contém boa resiliência, mas se exposto ao sol ou calor prolongado as suas fibras tendem a amarelar. Não possui muita resistência ao fogo e nem a agentes biológicos (fungos e bolor).

2.2.4.Seda

A seda é uma outra fibra natural de origem animal constituída de um filamento proteico produzido por algumas espécies de animais, como por exemplo, o bicho-da-seda (*Bombyx mori*) quando faz o seu casulo. É considerada uma das fibras mais nobres que existe. As fibras de seda merecem destaque por apresentarem alta capacidade de tração, extensibilidade, biocompatibilidade e resistência a produtos químicos, é uma fibra muito antiga, descoberta na China, e até hoje um dos maiores produtores de seda. A sua produção consiste em alimentar uma lagarta específica até construir o casulo para se transformar em borboleta. Antes de virar borboleta o casulo é colhido e fervido. Seu único longo fio começa-se a soltar e é todo desenrolado na água quente.

A criação de animais e obtenção dos fios ainda é um processo manual e artesanal, tornando a seda num tecido mais caro que os demais. O fio da seda é extremamente longo e possui um grande brilho natural e muita elasticidade. Por ser um fio fino e delicado os tecidos de seda são também sempre finos e delicados, com excelente caimento. A seda é uma fibra com boa absorção e evaporação, por isso mantém sempre um toque fresco e macio na pele. Quando exposta ao sol a seda tende a amarelar as fibras. Não é um tecido que absorve bem o tingimento, sendo dificilmente encontrada em cores fortes. Tem pouca tendência ao amarrotamento e quando molhada reduz a sua resistência em cerca de 80% (I. Ferreira, 2021).

2.2.5.Lã

Bastante antiga, a lã faz parte da pele da ovelha, sendo utilizada pelo homem há milhares de anos. A fibra já foi chamada de “presente de Deus” devido a sua maciez e conforto. A fibra de lã é constituída principalmente de alfa-queratina, retirada mais habitualmente de ovelhas, é a fibra de queratina mais estudada e utilizada no mundo. A produção de lã é considerada economicamente rentável e sem resíduos, uma vez que é possível aproveitar quase inteiramente a lã das ovelhas. No entanto, o processamento do velo (conjunto de lã que cobre o corpo do ovino) para indústria têxtil é bastante trabalhoso e quase que inteiramente manual (I. Ferreira, 2021). As fibras de lã são bastante versáteis com ótimas propriedades mecânicas e de conforto, além disso podem

ser tingidas com corante de quase todas as cores. É um excelente isolante térmico, “respira” no corpo, é naturalmente elástico e não amassa (*A Versatilidade Das Fibras Naturais*, 2020).

A qualidade da lã depende muito do tipo de animal do qual ela é extraída. Mas existem lãs mais finas, macias e sedosas, e outras mais grossas, rústicas e pesadas. Isso varia conforme o animal e conseqüentemente no preço. As lãs mais comuns são as de ovelhas e alpacas. Porém podem ser encontradas dos mais diversos animais (I. Ferreira, 2021).

Dá-se o nome de lã ao revestimento piloso natural dos ovinos vulgarmente chamados carneiros, ovelhas, borregos ou cordeiros. Esta designação pode também ser utilizada em conjunto com o nome de outro animal, em substituição da palavra "pêlo", como por exemplo, lã de alpaca, lã de camelo, lã de vicunha, lã de moer, etc. As fibras finas e médias apresentam um brilho superior ao das fibras grossas. Fibras com elevado brilho têm aparência semelhante à da seda. A resiliência da lã é extremamente boa, dando-lhe credenciais de sustentabilidade, pois quanto mais tempo um produto é usado, menos impacto ele tem no meio ambiente, pois seu custo de fabricação é distribuído ao longo do ciclo de vida do produto; recupera a sua forma original, após a retirada da carga ou força que a deformava (compressão, dobra ou amarrotamento). A lã é muito flexível, tem bom toque e é bastante confortável, possuindo uma boa retenção de água (Kuasne, 2008). A fibra cultivada regenerativamente pode transformar as indústrias de lã. A prática ajuda ativamente o meio ambiente melhorando o solo, sequestrando carbono e promovendo a biodiversidade, O manejo da pecuária de animais e rebanhos livres vem com uma pegada ambiental mais leve; Este grupo de fibras é renovável, natural e pode ser biodegradável com segurança em seu estado bruto e não processado (Palmer & Charlotte, 2022).

3. Pigmentos e Corantes

3.1. Breve contextualização histórica

Os termos “corante” e “pigmento” são muitas vezes confundidos, por se achar que são sinónimos, mas na realidade existem diferenças fundamentais. Os corantes podem ser divididos em dois tipos segundo sua origem: sintético ou natural. O natural pela sua substância corada, extraída de uma matéria-prima animal ou vegetal, seja por meio de processos físico-químicos ou por bioquímicos; já o sintético possui estrutura química muito semelhante à dos corantes naturais, porém são sintetizados através de processos químicos em laboratório. (L. Ferreira & Graciani, 2013).

A utilização de corantes de origem animal, vegetal e mineral pelo Homem já vem desde a pré-história. Os corantes eram empregues como adorno pessoal, decorações de objetos, armas, utensílios, pinturas e principalmente no tingimento têxtil com os quais cobriam o corpo e embelezavam as habitações. Muitas das substâncias dos corantes eram obtidas através de flores, sementes, bagas, frutos, cascas, madeiras e raízes de plantas. No entanto a maior parte desses corantes tinham cores pouco persistentes e que desvaneciam facilmente com lavagens ou mesmo pela exposição à luz. Apesar destas desvantagens, alcançaram grande valor económico, levando à ganância, guerras, fortuna de impérios, mas também à desgraça de vários povos (Araújo, 2006). Pertence à China de 2600 a. C. os primeiros registos da utilização dos corantes naturais. Outro fator importante da história da tinturaria é que até o rompimento das fronteiras com as grandes navegações a utilização de corantes e mordentes (agentes responsáveis pela fixação da cor) estava ligada à sua disponibilidade regional. A história dos corantes pode ser contada não como sendo única, mas como múltipla, que varia de acordo com a localização geográfica, bem como a cultura e a sociedade que norteiam seus principais atores (os tintureiros). Em diferentes culturas, as práticas tradicionais de tingimento revelam um saber apurado dos povos locais sobre os corantes e demais substâncias utilizadas no tingimento (Kumar et al., 2015). No que toca ao período exato da utilização dos corantes naturais pela humanidade a resposta é incerta. O que se pode afirmar é que a utilização dos mesmos foi detetada em amostras de tecidos de tumbas egípcias e hieróglifos registadas em 2500 a.c. e em desenhos coloridos feitos com pigmentos inorgânicos nas paredes da caverna Altamira na Espanha, registada em 15,000-90000 a.c. e dos tecidos tingidos em 2000 a.c. na Índia (Rodrigues, 2013). No entanto, a descoberta do primeiro corante sintético a anilina (ou malveína), por William Perkin em 1856 (Neves et al., 2021) veio revolucionar a indústria têxtil. Os corantes sintéticos passaram desde então a ser cada vez mais utilizados dada a sua estabilidade, reprodutibilidade e facilidade de serem produzidos. Contudo, a consciencialização sobre os efeitos prejudiciais à saúde e meio ambiente gerados pelo uso de produtos químicos, bem como a mais recente proibição de utilização de corantes azoicos na Europa, levou à necessidade de dar um passo atrás e voltar aos corantes naturais explorados antes da síntese química.

Os pigmentos podem ser divididos em três grandes categorias: pigmentos inorgânicos, pigmentos orgânicos e pigmentos de efeito. Os pigmentos inorgânicos (minerais) compreendem compostos de diferentes classes e propriedades químicas, como os óxidos, os sulfetos, os carbonatos, os cromatos, os sulfatos, os fosfatos e os silicatos de metais. Há também alguns materiais que são usados na sua forma elementar, como o ouro e o alumínio (pigmentos metálicos); pigmentos orgânicos são largamente

empregados em tintas e vernizes utilizados nas indústrias automóveis e de construção civil, em tintas gráficas, em cosméticos e substâncias higienizadoras. Esses pigmentos também são bastante utilizados em plásticos e polímeros destinados a produtos como brinquedos, utilidades domésticas, equipamentos eletroeletrônicos, materiais de escritório, peças e componentes de veículos, aviões, entre outros (Costa, 2012).

3.2. Corantes naturais vs corantes sintéticos

Os corantes naturais, bem como os corantes sintéticos, são extensivamente utilizados em várias situações da vida cotidiana, tais como, na produção alimentar, na indústria têxtil, na produção de papel e nas práticas agrícolas. De acordo com a tecnologia verde, produtos menos tóxicos e materiais de partida mais naturais são favoráveis às linhas de produção de hoje. Os corantes naturais não só têm a aptidão de aumentar a capacidade de comercialização dos produtos, como também apresentam atividades biológicas vantajosas, como propriedades antioxidantes e anticancerígenas (Venil et al., 2020).

Nomeadamente na indústria alimentar, na década de 1960, nos EUA, os ativistas ambientais manifestaram-se contra a utilização de aditivos alimentares e esta atitude foi amplamente difundida. Os ativistas fizeram campanha por corantes naturais destacando as suas características nutricionais como ferramenta de venda. Assim, gerou-se a tendência mundial pela utilização de corantes naturais. Devido às suas propriedades farmacológicas, o número de vantagens de manusear corantes naturais, em vez de corantes sintéticos, aumentou ainda mais. Por sua vez, na indústria têxtil os corantes sintéticos que são amplamente utilizados por garantirem uma maior e vasta variedade de cores e fixação da cor nos tecidos, um baixo custo, resistência à luz e à lavagem e uma melhor uniformidade nos tecidos, têm suscitado alguma preocupação uma vez que os resíduos destas substâncias são tóxicos e podem ser diretamente absorvidos pela pele ou mesmo por inalação, causando alergias e danos graves à saúde do ser humano (Rodrigues, 2013). Além disso, a indústria de tingimento causa diversos danos ao meio ambiente, sabendo-se que os corantes sintéticos são os mais utilizados largamente na indústria têxtil. Entretanto podem causar danos irreversíveis à natureza. Uma pequena quantidade de corante lançada como efluente aquático pode facilmente colorir os rios, produzir danos nas plantações, na fauna e é facilmente detetado pelo ser humano (Viana et al., 2015). Assim sendo, os corantes naturais são uma alternativa ecológica para a indústria da moda, e não só.

CLASSIFICAÇÃO DE CORANTES NATURAIS

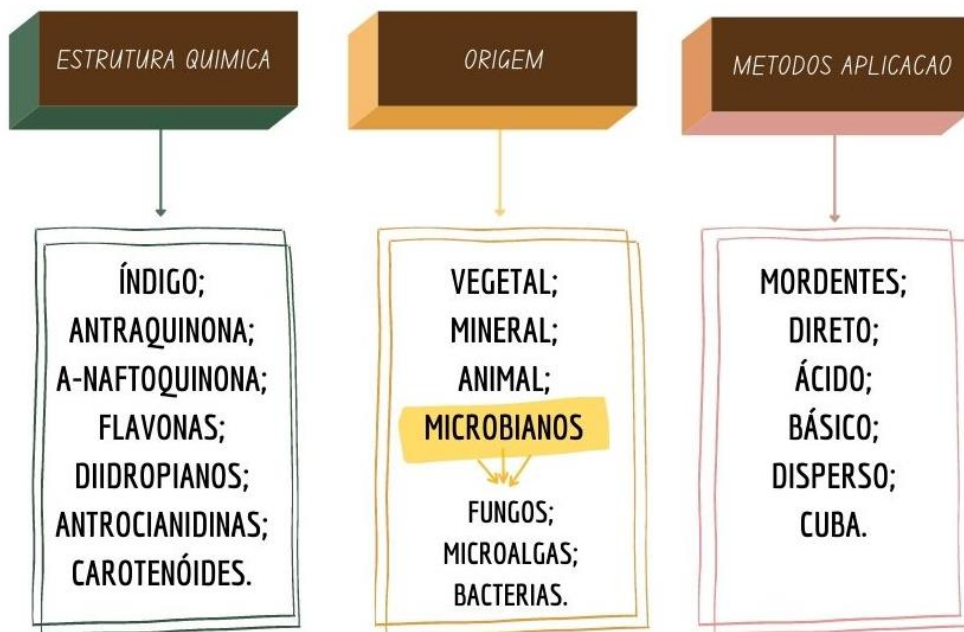


Figura 5- Esquematização da Classificação de Corantes Naturais (Fonte: Autora adaptado de (Costa, 2019)).

4. Pigmentos microbianos

Os pigmentos têm papéis funcionais em todos os organismos, incluindo microrganismos plantas e animais. Os pigmentos microbianos podem estar principalmente presentes na forma difusível/solúvel, na água onde o pigmento é segregado nos meios de cultura, e em não difusível, onde o pigmento é mantido dentro do organismo. Os microrganismos são organismos fáceis de analisar, selecionar, conservar, modificar a genética, e possuem alta velocidade no crescimento e variadas funções. Assim, dada a sua versatilidade, os pigmentos de fontes microbianas são boas alternativas sustentáveis para várias aplicações (Venil et al., 2013). A natureza não tóxica e não patogénica dos pigmentos microbianos tem proporcionando a sua aplicação em diferentes áreas como corantes, suplementos alimentares e aplicações nutracêutica, sendo também utilizados com finalidades médicas, cosméticas e biotecnológicas (H. Silva, 2016). Atualmente, existe uma propensão gradual pelos pigmentos produzidos através de bactérias na indústria têxtil. No entanto, os pigmentos naturais podem ser mais caros do que os corantes sintéticos. Um exemplo é o β -caroteno produzido por

bactérias, que tem um custo aproximado de US\$1000/kg (925,98€/kg) contra US\$500/kg (462,99€/kg) quando produzido por meios sintéticos. Embora os pigmentos naturais sejam mais dispendiosos, o β -caroteno produzido por bactérias compete em segmentos de mercado onde é importante que todos os corantes sejam naturais (Venil et al., 2013). Logo, a utilização de substratos renováveis e ecológicos para a produção de pigmentos a partir de bactérias tem vindo a ser uma alternativa cada vez mais procurada. Nesse sentido, a utilização de resíduos agrícolas como fonte de nutrientes para o crescimento bacteriano, como por exemplo resíduos da indústria do processamento do ananás, bagaço de cana-de-açúcar e melaço, pode contribuir para a redução dos custos de produção destes pigmentos ((Venil et al., 2013). Contudo, os pigmentos bacterianos são bastante instáveis a altas temperaturas, luz, oxigénio e difíceis de reter as suas características quando expostos a determinadas condições inerentes. Para superar estas limitações, foram estudadas estratégias capazes de tornar os pigmentos naturais mais estáveis e rentáveis a nível de produção. Desta forma, o método de microencapsulação é uma alternativa capaz de aumentar a estabilidade e a solubilidade destes compostos pois os pigmentos encapsulados exibem uma melhor solubilidade, maior estabilidade às condições ambientais, aumentando a sua vida útil. Por exemplo, a flexirubina produzida a partir da *Chryseobacterium artocarp* CECT8497 é um exemplo de que através da microencapsulação aumentou a sua estabilidade, conferindo-lhe uma maior proteção em comparação com a flexirubina não encapsulada. Os pigmentos bacterianos são também capazes de oferecer ótimas vantagens devido à sua maior aceitabilidade ambiental e desempenho superior (Venil et al., 2020).

Tabela 2. Lista de pigmentos produzidos por diferentes microrganismos usados em diferentes indústrias (estudos) (adaptado de (Costa, 2019; J. Guimarães, 2018).

INDÚSTRIA	MICROORGANISMO	PIGMENTO	COR
TÊXTIL	· <i>Serratia marcescens</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Serratia rubidaea</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Serratia Plymuthica</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Rugamonas rubra</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Pseudomonas</i> sp;	-	Castanho
	· <i>Corynebacterium insidium</i>	Indigo	Azul
			Violaceína

	· <i>Janthinobacterium Lividum</i> ;	Prodigiosina	Rosa
	· <i>Streptoverticillium Rubrireticuli</i> ;	Violaceína	Violeta
	· <i>Chromabacterium violaceum</i> ;		
	· <i>Chryseobacterium shigense</i> ;	Flexirubin	Amarelo/Laranja
COSMÉTICA	· <i>Janthinobacterium Lividum</i> ;	Violaceína	Violeta
	· <i>Streptomyces Virginiae</i> ;	Violaceína	Vermelho
	· <i>Staphylococcus aureus</i> ;	Zeaxanthin	Amarelo
	· <i>Flavobacterium Bacillus thuringiensis H-14</i>	Zeaxanthin	Amarelo
		Melanina	Castanho
ALIMENTAR	· <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ;	Phenazine	Amarelo/Laranja
	· <i>Serratia spp</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Kluyveromyces marxianus</i> ;	Melanin	Preto/Castanho
	· <i>Alteromonas rubra</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Vibrio sp</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Streptomyces echinoruber</i> ;	Rubrolone	Vermelho
	· <i>Agrobacterium Aurantiacum</i> ;	Astaxantina	Salmão
	· <i>Bacillus subtilis</i> ;	Riboflavina	Amarelo
	· <i>Paracoccus Xanthinifacilus</i> ;	Zeaxantina	Amarelo
	· <i>Bradyrhizobium spp</i> ;	Cantaxantina	Vermelho Escuro
		Cantaxantina	Vermelho
	· <i>Dietzia maris</i> ;	Cantaxantina	Laranja-avermelhado

	· <i>Brevibacterium</i> spp;		Vermelho
	· <i>Monascus roseus</i> ;	Zeaxanthin	Laranja
	· <i>Flavobacterium</i> ;	Flexirubin	Laranja
	· <i>Xanthomonas oryzae</i>	Xanthomonadin	Amarelo
	· <i>Rhodococcus maris</i> ;	β -caroteno	Vermelho-Azulado
	· <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ;	Piocianina	Azul-Esverdeado
	· <i>Corynebacterium Insidiosum</i> ;	Índigo	Azul
FARMACÊUTICA	· <i>Streptomyces aureofaciens</i> ;	Índigo	Azul
	· <i>Aspergillus</i> sp;	Melanina	Preto/Castanho
	· <i>Alteromonas rubra</i> ;	Prodigiosina	Vermelho
	· <i>Chryseobacterium Shigense</i> ;	Flexirubina	Amarelo/Laranja

4.1. Microrganismo estudado (breve descrição)

***Pseudomonas* sp.**

Nos últimos anos, existe cada vez mais interesse por parte dos consumidores em relação à utilização de corantes naturais e pigmentos nos tingimentos têxteis, nas indústrias alimentares, na cosmética e nas farmacêuticas, pois os pigmentos sintéticos são vistos como agressivos ao meio ambiente e contaminação das águas (DeBritto et al., 2020). A *Pseudomonas* sp. caracteriza-se por ser uma bactéria Gram-negativa, pertencente à família *Pseudomonadaceae*, contando com 191 espécies. Demonstra uma grande diversidade metabólica e é capaz de colonizar uma vasta quantidade de hospedeiros, sendo de fácil proliferação em águas e plantas. A *Pseudomonas* sp. é um dos organismos comercialmente mais valiosos, sendo responsável pela produção de pigmentos solúveis de diferentes cores como a piocianina (azul) a pioveridina (amarelo-verde), a piorubina (vermelha) e a piomelanina (castanha) (Mohammed & Flayyih, 2015; Ogunnariwo & Hamilton-Miller, 1974).

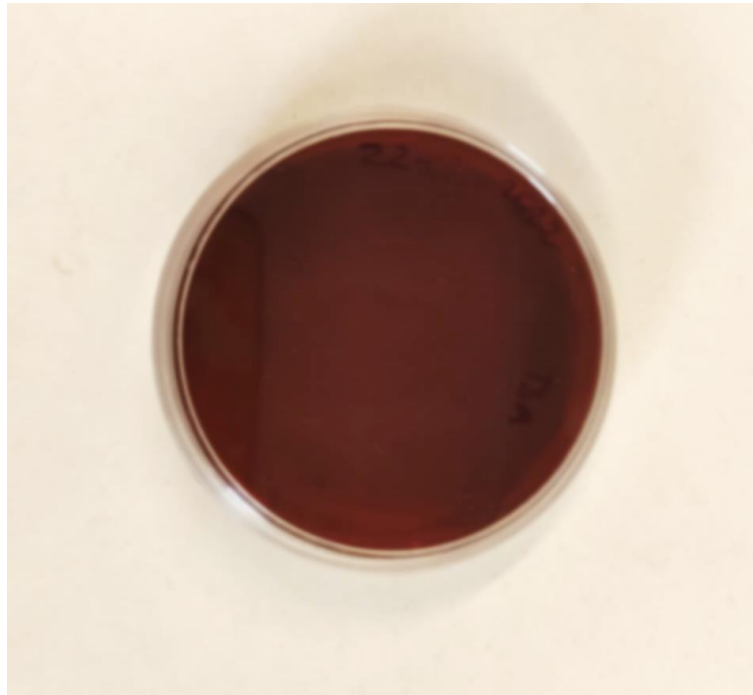


Figura 6- *Pseudomonas* sp. em meio sólido (TSA) (Fonte: Autora).

5. Eco-Printing

5.1.Contextualização

A indústria têxtil é uma das contribuidoras para a subida de resíduos poluentes no mundo. Um dos resíduos produzidos pela indústria têxtil é o resíduo líquido proveniente do excedente dos corantes sintéticos que contêm diversas substâncias químicas perigosas (Hikmah & Retnasari, 2021). Uma alternativa que pode ser efetuada para reduzir o desperdício líquido derivado dos corantes sintéticos é substituí-los pelos corantes naturais. Uma técnica inovadora e sustentável que pode ser usada para criar padrões através da estampagem natural nos tecidos é o *eco-printing* (impressão ecológica) (Rahmaningtyas et al., 2021). A técnica consiste num processo de transferência de cores e formas para a superfície têxtil, através do contacto direto entre as folhas, plantas ou flores com o tecido. A exploração da impressão ecológica para produtos de moda sustentável responde às questões ambientais que estão intimamente relacionadas com a indústria da *fast-fashion* (Herlina & Setyawan, 2018; Salsabila & Ramadham, 2018). A exploração da impressão ecológica visa obter novas possibilidades visuais que futuramente poderão ser aplicadas aos produtos de moda, mas nem todos os tecidos são propensos para a impressão.

O processo do *eco-printing* utiliza naturalmente materiais provenientes da natureza, e uma das vantagens importantes a realçar em relação à impressão ecológica, é que os resíduos produzidos não são prejudiciais ao meio ambiente, seja os resíduos sólidos ou líquidos. A sua desvantagem presencia-se no processo de repetição das formas e cores produzidas, pois não será exatamente a mesma, ou seja, o mesmo tipo de folha, planta ou flor pode mostrar resultados diferentes em cada impressão. A técnica é considerada demorada, que exige calma, delicadeza e paciência no que toca ao seu desenvolvimento. (Agung & Afrizal, 2021). Sabendo que um dos aspetos importantes no papel do design é o aspeto estético, e estão subjacentes a todo o processo a partir das técnicas, materiais, desenhos e padrões que são definidos, o elemento estético da técnica *eco-printing* é fortalecer a singularidade no resultado final, realçando os efeitos visuais derivados das plantas e os seus respetivos detalhes. Além da atenção aos aspetos estéticos, os aspetos éticos devem ser considerados (Herlina & Setyawan, 2018).



Figura 7- *Eco-Printing* (Fonte: Sofia Carre- Vogue).

A técnica do *eco-printing* ou impressão ecológica representa um sistema de impressão/coloração/estampagem com a utilização de substratos naturais em superfícies têxteis, por meio de vaporização ou imersão. Estes materiais costumam ser reutilizáveis como adubo, tornando este um processo totalmente natural, o que agrega alto valor aos produtos aos quais é aplicado (Santos, 2018). O *eco-printing* simboliza uma opção sustentável de enobrecimento de peças de vestuário e outros artigos têxteis para diversos artesãos dentro e fora do território brasileiro. Estes empreendedores

buscam uma oportunidade de negócio ou de renda extra, ocupando-se da necessidade demandada pelo mercado por métodos de produção mais limpa e sustentável. A artista plástica e artesã australiana India Flint, conceituadíssima nesta arte, relata que em 1999 ela descobriu a técnica ao fazer um teste com folhas de eucalipto, com inspiração em sua mãe que tingia ovos nas celebrações de Páscoa. Para compreender a técnica e a sua aplicabilidade, é preciso compreender as suas especificações e quais os fatores que englobam as suas etapas, assim como conectar a técnica a assuntos reais e atuais, como o mercado de trabalho de moda.

5.2. Como funciona a técnica do *eco-printing*

Na impressão ecológica, os substratos naturais (folhas, flores, plantas, etc.) são prensados em têxteis ou papel, dependendo do objetivo pretendido da pessoa, embalados por método de enrolamento sob pressão com ajuda de um fio para manter o conjunto prensado, depois é imerso em água quente para extrair os corantes dos substratos e produzir a impressão. Também é possível fazer por meio de vaporização.

É essencial o contacto direto e estreito entre a planta e o substrato para uma boa revelação e textura da impressão. Em diferentes estações do ano, os pigmentos também podem ser diferentes, pois o pigmento pode concentrar-se em várias partes do substrato, tornando assim a variabilidade de cor ser grande. Uma impressão ecológica nunca pode ser repetida, porque cada folha deste planeta é diferente, mesmo os dois lados dessa folha são diferentes. Assim sendo, o *eco-printing* não se foca na replicação rigorosa dos resultados, pois muitas plantas não são consideradas plantas de corante tradicional para produzir estampados, e por vezes, as plantas tradicionais de corante produzem cores diferentes quando processadas como impressões ecológicas. Os substratos naturais podem ser utilizados, frescos e/ou secas. A estampagem com cores e formas bem definidas e atrativamente difundidas são produzidas por este processo. A grande vantagem desta técnica é conseguir obter as mais incríveis impressões e cores apenas usando elementos naturais que não prejudicam o nosso planeta de nenhuma forma. Este processo é muito lento, mas é essa a beleza disso. Aprender a observar e a entender a sua natureza.

5.3. Mordentes e Bio Mordentes

No processo de tingimento, tanto natural como sintético, na maioria das vezes é necessário um auxílio, nomeadamente um mordente. O mordente serve para formar uma ponte química entre o corante e a fibra para que a afinidade do corante aumente para a fibra e seja útil para produzir uma boa cor (Santos, 2018; Sholikhah et al., 2022). O mordente pode ser aplicado antes, durante ou depois do processo do tingimento.

O mordente é uma substância associada ao tingimento com a função de manter a durabilidade da cor, conferindo maior resistência às lavagens e exposição ao sol. Os mordentes podem ser derivados de sais metálicos como sulfatos (magnésio, alumínio, zinco, cobre, cobalto, níquel, manganês ou estanho), cloretos (estânico, férrico, cobre, zinco, alumínio e até neodímio ou zircónio), hidróxidos (cálcio) e óxidos (férrico ou lantânio). Muitos desses mordentes podem causar problemas com os resíduos resultantes, (contaminação do solo e desperdício de água). Outro problema com o uso desses mordentes é a incompatibilidade com o conceito ecologicamente correto usado no tingimento natural. O uso em larga escala levaria a sérios problemas ambientais. Na utilização desses sais metálicos como mordentes, apenas uma pequena quantidade é fixada nos tecidos e o restante é descartado como efluente, levando à contaminação dos recursos terrestres e aquáticos (Neves et al., 2021). Sabendo que a indústria têxtil é considerada um grande poluidor do ambiente usando substâncias químicas, tais como fixadores de cor na produção de resíduos tóxicos, há uma procura crescente no mercado da moda por produtos menos agressivos para o ambiente e utilização de processos amigos do ambiente. Existem resultados que mostram a eficácia da serragem de acácia mearnsii como bio-mordente para os corantes testados, apresentando uma cor intensa e suavidade de fibra. Assim, pretende-se contribuir com novas alternativas ao tingimento natural através de materiais e procedimentos de processamento sustentáveis aplicados às fibras naturais (Pinheiro et al., 2019). Alguns bio-mordentes, como casca de romã, alecrim e folhas de thuja, foram propostos como alternativas promissoras para o alumínio, sulfato de ferro II, sulfato de cobre II, cloreto estanoso e dicromato de potássio.

O mesmo acontece com os polifenóis naturais, também chamados de taninos, obtidos de várias partes das plantas, como cascas, madeiras, frutas, cascas de frutas, folhas, raízes e galhas das plantas.

6. Marcas, Designers e Empresas

Dior

Em 24 de setembro de 2019 a Dior deu início à Semana de Moda em Paris com um desfile no hipódromo de Longchamp. Uma coleção repleta de detalhes florais em homenagem à irmã de Christian Dior, Catherine, que era jardineira. Catherine Dior, "Miss" de Miss Dior, foi uma lutadora da resistência e prisioneira de campo de concentração que emergiu dos escombros da Segunda Guerra Mundial para se tornar uma aclamada jardineira e botânica. Ela literalmente cresceu para fora da escuridão do pós-guerra com rosas e flores silvestres em abundância (Singer, 2019). 170 árvores foram colocadas na clareira do cavalo de corrida Longchamp para o desfile de moda primavera/verão 2020 da marca Dior. *Maria Grazia Chiuri* assumiu o desafio deste cenário extraordinário, ao lado do coletivo paisagista, e trabalharam juntos para criar uma floresta urbana no centro de Paris. Desde o início, o cenário deu o tom: a coleção primavera/verão 2020 da Dior foi inspirada no campo. A marca colocou o seu *know-how* para trabalhar usando métodos de produção ecologicamente corretos. A casa de moda francesa Dior experimentou o *eco-printing*, usando flores secas como corantes para alguns dos vestidos presentes da coleção. O resultado foi uma seleção de conjuntos pastorais flutuantes, onde detalhes rurais fundiram a essência de Dior e a obra de *Maria Grazia Chiuri* ao lado do *grande herbário do Museu Nacional de História Natural da França* (Salessy, 2019).



Figura 8– Coleção *Savoir*- Dior, Spring, 2020 (Fonte: Adaptado de (*Christian Dior Spring 2020 Ready-to-Wear Collection / Vogue*, n.d.)).

Matricaria

Maibe Marocolo, mestre em desenvolvimento sustentável pela University of Arts London, depois de um período de estudos e especializações no Reino Unido, Maibe mergulhou nas suas raízes brasileiras e dedicou-se a pesquisar e mapear plantas tintoriais, com foco em aplicações têxteis e artísticas. Desde 2013, a sua pesquisa gira em torno do potencial de corantes naturais da flora brasileira e nasce, assim, a Matricaria.

O atelier também regista métodos tradicionais voltadas para as práticas artesanais. O projeto é uma iniciativa voltada para a pesquisa da flora brasileira tintorial. A marca atua na promoção da cultura de sustentabilidade na produção têxtil e artística tendo como missão modificar a racionalidade de produção e consumo, fortalecendo a preservação de métodos tradicionais e saberes originários. O projeto existe desde 2014 e leva o nome científico da Camomila (*Matricaria Chamomilla*), que se refere à calma e à leveza (*Sobre Nós – Matricaria*, n.d.). Maibe oferece cursos e workshops para compartilhar os seus conhecimentos adquiridos com o público. Além da comercialização física e online das suas peças, ela ainda presta serviços de tingimento para outras marcas. Como decisão pessoal procura manter a empresa pequena, por ter preferências pelos materiais que os seus arredores oferecem, e reconhecer que isso não precisa ser uma limitação. A sua perceção é que esse processo é personalizado, autoral e em pequena escala. A designer de moda Maibe não cultiva nenhuma espécie em seu atelier, mas conta com parcerias de fornecedores e mercados distribuidores para conseguir a sua matéria-prima, e até mesmo a coleta pode ser realizada pessoalmente por ela, ao caminhar pela cidade (Santos, 2018).

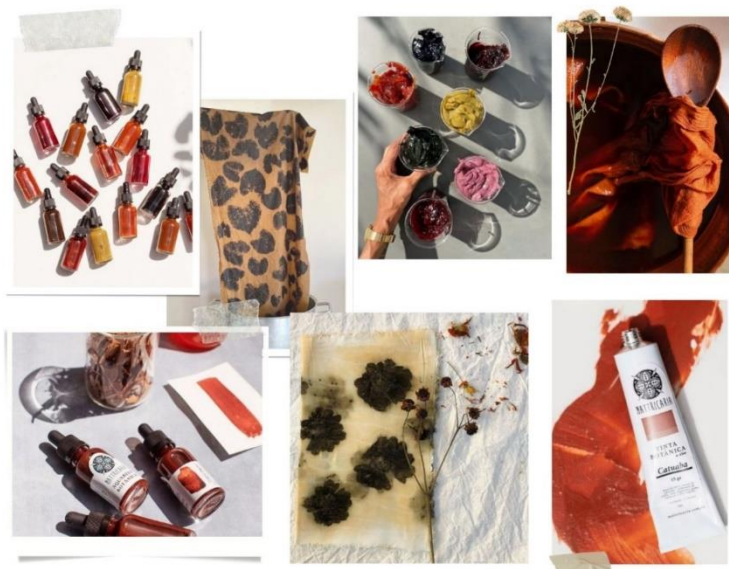


Figura 9- Projetos de Matricaria (Fonte: autora com base em (*M A T T R I C A R I A* (@matricaria) • *Fotos e Videos Do Instagram*, n.d.)).

Flavia Aranha

Desde 2016 que a empresa é certificada pelo Sistema B, uma iniciativa ativa em mais de 50 países que consolida a transparência nos processos de produção e as preocupações com os impactos socioambientais, equiparando-os ao lucro nas prioridades da gestão de uma empresa. A marca investe em pesquisas e maquinarias focadas nos processos industriais e tecnológicos. Através de processos biodegradáveis e inovações de tingimentos e estamparia, a marca procura otimizar a produção e gerar impactos positivos.

“Nossa inspiração vem da poética residente no cotidiano, dos encontros fortuitos, das preciosidades que se revelam no inesperado. A magnitude do nosso território nos abraça e abarca na sua diversidade. Por isso, transladamos o nosso centro, voltamos para o coração do país, aos seus ricos e criativos sertões” - (Tingimento Natural | Flavia Aranha, n.d.).

A matéria-prima utilizada pela marca é 100% natural e de fontes renováveis, sem qualquer uso de metal pesado. Para os processos de tingimentos naturais de origem renovável, a marca utiliza cascas de árvore, frutos, folhas e raízes. Esse material pode ter uma nova vida antes de ser descartado e poder ser inserido em processos de impacto ambiental positivo. O Pau-Brasil, Crajirú, Urucum, Macela, Erva-Mate, Romã, Jabuticaba, e tantas outras plantas, são utilizadas para o processo de tingimento natural com o intuito de conectar os recursos da origem com a sua história (*Tingimento Natural | Flavia Aranha, n.d.*).



Figura 10- Coleção com tingimento natural de Flavia Aranha. (adaptado de (*Tingimento Natural | Flavia Aranha, n.d.*)).

O tingimento natural conecta as questões relevantes para a marca: a biodiversidade, conhecimentos ancestrais, o desenvolvimento sustentável e tecnológico. Flavia Aranha visa aprofundar as relações com a terra e com quem produz, fortalecer produtores e gerar autonomia. Para além disso, mapear materiais disponíveis no cotidiano que usualmente descartamos, mas que, através das técnicas de tingimento natural, podemos incorporar na criação de novos produtos e cores utilizando um olhar do design circular.

A impressão botânica é uma das técnicas que define a marca “Flavia Aranha”. Um processo manual e delicado, longo e vivo, que evidencia e potencializa as propriedades individuais de cada planta, feito um a um pelas mãos da equipa, aplicando tempo, dedicação e amor (Flavia Aranha).

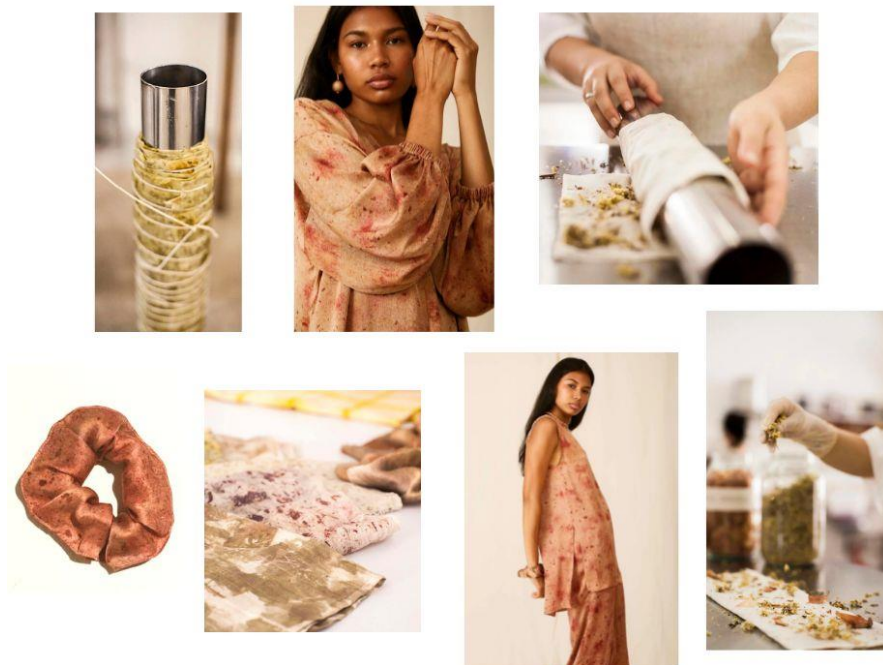


Figura 11- Impressão botânica aplicada em peças de vestuário de Flavia Aranha. (Fonte: Autora adaptado de (*Tingimento Natural* | *Flavia Aranha*, n.d.)).

Youcom

Youcom anunciou em outubro de 2021 o lançamento de três t-shirts sem gênero, tingidas com pigmentos naturais extraídos a partir da semente de Urucum e da Alfafa da Festuca (*Festuca arundinaceae*). Esta não foi a primeira vez que a *Youcom* utilizou a técnica de pigmentação natural, (anteriormente já tinha sido realizada coleções-cápsula e peças de vestuário). Além disso, a marca também trabalha com outras frentes de sustentabilidade nos seus produtos. Um exemplo disso é a campanha *Jeans For Change*,

cujos resultados são gerar peças circulares de jeans (*Youcom*, n.d.). Para que o uso desses pigmentos se tornasse possível no tingimento, foram alterados e associados a uma baixa percentagem (5% a 10%) de corantes sintéticos de baixo impacto ambiental. Com elementos responsáveis presentes do início ao fim do processo, a trama das peças é produzida com algodão responsável, baixo consumo de água e energia, auxiliares têxteis (produtos utilizados no tingimento) e tempo de processo. A finalização das peças utiliza ainda amaciadores com óleos vegetais também derivados de resíduos. *Youcom* não utiliza nenhum processo de lavagem posterior ao tingimento ou agentes de fixação, garantindo ainda mais economia de produção. Do ponto de vista institucional, a iniciativa da *Youcom* está em consonância com os movimentos de moda responsável e valores da Companhia. Além disso, cruza no contexto do YC Change, selo de moda responsável da *Youcom*, que comporta todas as ações de sustentabilidade da marca. “As nossas práticas de sustentabilidade são parte fundamental da *Youcom* desde o seu lançamento, em 2013. Recentemente, inclusive, implementamos a coleta permanente de peças jeans em todas as nossas lojas físicas, que tem como objetivo fomentar o conceito de circularidade”, diz Cláudio Barone, diretor da *Youcom*.



Figura 12- T-shirts sem género, tingidas com pigmentos naturais extraídos a partir da semente de Urucum e da Alfafa da Festuca. (Fonte: Autora adaptado de (*Youcom*, n.d.)).

ColoriFix

Colorifix foi fundada em 2016 por Jim e Orr, dois biólogos sintéticos, enquanto desenvolviam sensores biológicos para monitorizar a contaminação de metais pesados na água potável no Nepal rural. Enquanto testavam os sensores, começaram a estudar o impacto da indústria do tingimento sobre as águas e a saúde humana, e, perceberam que, em vez de simplesmente controlar o problema, estes já possuíam instrumentos necessários para o resolver. A missão da *Colorifix* é transformar o tingimento industrial num processo ecologicamente correto, socialmente responsável e economicamente viável. A empresa foca-se para melhorar as etapas do processo de tingimento quando se trata de recursos naturais e poluição. Em comparação com a etapa de tingimento convencional do algodão, a tecnologia da *Colorifix* reduz o consumo de água pelo menos 49%, 35% de eletricidade e 31% em emissões de CO₂. Minimiza ainda o impacto ambiental do tingimento industrial, substituindo a química pela biologia em todas as etapas do processo, desde a criação dos corantes até à sua fixação nos tecidos. Quanto à produção de pigmentos, para encontrar uma cor produzida através de um organismo de origem animal, vegetal ou microbiana, na *Colorifix* recorrem à engenharia genética para isolar os genes de produtores de pigmentos para inserirem nas bactérias, de forma a otimizar a sua produção (*Colorifix*, n.d.).



Figura 13- Estirpe bacteriana que produz pigmento natural. (Fonte:(*Colorifix*, n.d.)).

O microrganismo manipulado resultante pode então produzir-se o exatamente como é produzido na natureza. No tingimento convencional, muitos produtos químicos agressivos, metais pesados e sais são introduzidos na fase de fixação para criar uma

ligação permanente entre a cor e a fibra, enquanto os microrganismos projetados na Colorifix são capazes de concentrar os sais e metais nutrientes, que já estão presentes na água, para níveis que facilitam esta interação corante-tecido com zero adição de substâncias. Em relação à moda, a empresa afirma poder fornecer às marcas de moda um produto mais ecológico que não comprometa a qualidade do mesmo. Para que os pigmentos naturais alcancem em larga escala, precisam atender aos padrões da indústria, tais como as altas pontuações da cor. A *Colorifix* fornece a primeira solução não-tóxica e de custo competitivo onde os resultados competem com corantes sintéticos em testes certificados independentemente (*Colorifix*, n.d.).

Pili.bio

A tecnologia é baseada em enzimas microbianas, projetadas para produzir corantes e eficazes a partir de recursos renováveis. Essas proteínas catalisam as reações químicas necessárias para sustentar a vida e criar uma variedade de moléculas encontradas na natureza, desde alimentos a perfumes e pigmentos. A síntese enzimática permite fazer parcerias com micróbios para criar materiais sustentáveis, economizando energia e reduzindo o desperdício. Atualmente estão a desenvolver uma tecnologia de tingimento completamente nova, projetando cascatas enzimáticas que transformam matérias-primas de carbono renovável, como o açúcar, em corantes têxteis. Usando a especificidade e eficiência das enzimas, conseguem produzir corantes de grande variedade de tons e aplicações de cores. Hoje, 99% das cores da Pili são produzidas com recursos fósseis. A missão da Pili é produzir corantes e pigmentos sustentáveis para reduzir a pegada ambiental. Atualmente a Pili está focada nas aplicações têxteis, com o objetivo de mudar radicalmente a indústria têxtil, reduzindo a dependência dos corantes sintéticos, bem como a enorme quantidade de poluição da água produzida pelos processos de tingimento. Os seus produtos são compatíveis com a infraestrutura e os processos atuais de tingimento e oferecem um avanço revolucionário na procura de uma moda verdadeiramente sustentável. Atualmente já estão a desenvolver uma linha de produtos, aperfeiçoando todos os processos para se prepararem para produzir em escala industrial (*Pili.Bio*, n.d.).

Mango

São cada vez mais as marcas que evidenciam o seu compromisso com a sustentabilidade e a Mango não é exceção. A marca antecipou os seus objetivos ambientais tendo conseguido que cerca de 80% dos seus produtos fossem de origem

“Committed”, ou seja, de origem responsável (Ganhão, 2022). A Mango em abril de 2021 lançou uma coleção-cápsula intitulada de *Mineral Dyes*. Os tons predominantes da coleção são tons naturais, com peças tingidas unicamente com pigmentos naturais. O tingimento através destes processos naturais resulta em cores únicas e ao mesmo tempo permite a reciclagem do desperdício biodegradável deste processo. Em relação aos materiais utilizados, as peças são de algodão sustentável, produzidas através de pigmentos orgânicos extraídos de plantas, insetos e minerais, cujas propriedades químicas permitem o tingimento em fibras naturais, criando peças ecológicas e sustentáveis que não contaminam as águas, não contêm substâncias químicas derivadas do petróleo ou substâncias tóxicas e prejudiciais para a saúde ou para o ambiente.



Figura 14- Coleção *Mineral Dyes* da Mango. (Fonte: Adaptado de Mango(“*Mineral Dyes*”. *Mango Apresenta Coleção Tingida Com Pigmentos Naturais*, n.d.)).

Mango lançou também em 2021 uma coleção com peças concebidas com materiais ecológicos, inspirada pela essência do Mediterrâneo, quer pelos seus tecidos, quer pelas cores e estilo contemporâneo. Os tecidos em destaque são o algodão orgânico,

linho, popelina sustentável e o tencel. Os tons lembram a natureza como o verde, o azul, o castanho ou terracota, como se pode observar na figura 15.

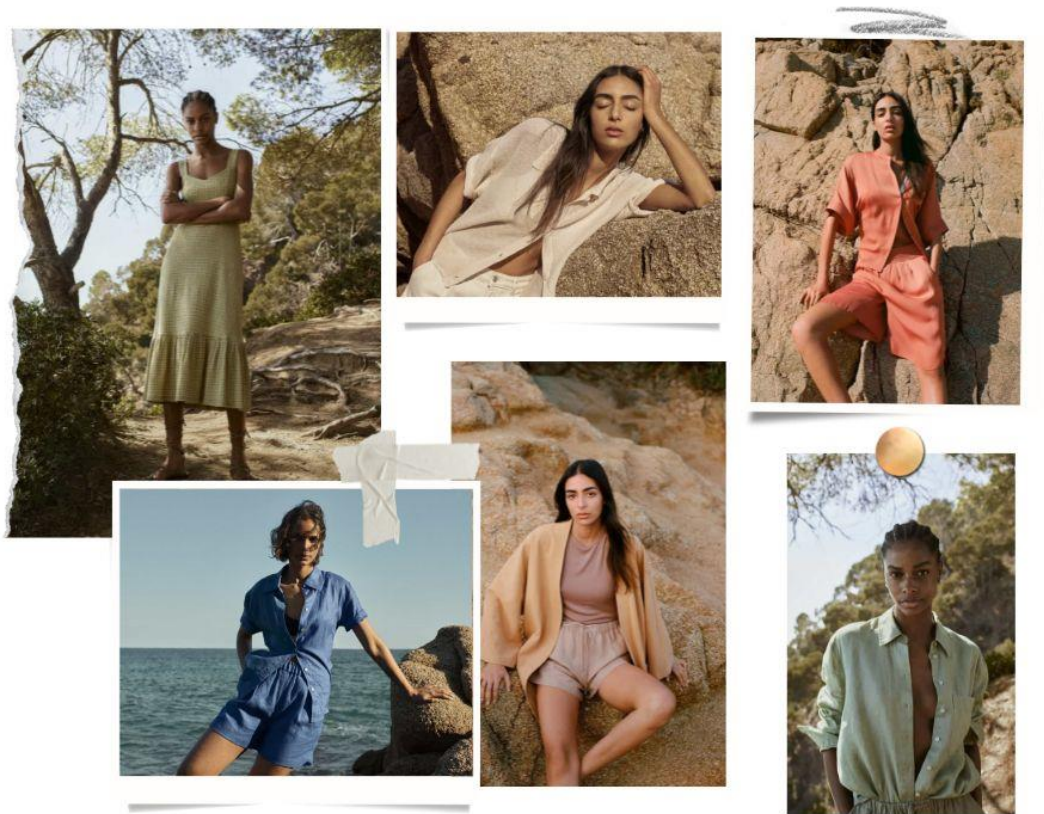


Figura 15- Coleção *Mediterrânea* da Mango. (Fonte: autora adaptado de (*Mango Apresenta Coleção Comfy e Sustentável Inspirada No Mediterrâneo*, 2021)).

“Temos o compromisso de continuar a trabalhar para ser uma empresa cada vez mais sustentável. É por isso que estamos a dar grandes passos em projetos muito ambiciosos e que vão permitir minimizar o nosso impacto e alcançar os exigentes objetivos de sustentabilidade que definimos”, afirma Toni Ruiz, diretor geral da Mango.

Zeefier

Designer e artista Nienke Hoogvliet trabalhou na receita perfeita para corantes têxteis artesanais e circulares de algas marinhas nos últimos 8 anos. O seu sonho sempre foi conseguir mudar radicalmente a indústria têxtil. Assim sendo, uniu forças com Anne Boermans e juntos fundaram a empresa Zeefier. Com o fascínio por cores, tecidos, algas marinhas e sustentabilidade, a empresa decidiu elevar o processo de tingimento

artesanal de algas marinhas do cofundador Nienke Hoogvliet para um nível industrial. Juntamente com a equipa de especialistas, o objetivo é substituir o maior número possível de corantes sintéticos perigosos pelos corantes de algas marinhas. As algas marinhas têm diversas vantagens, entre elas o rápido crescimento (algumas até trinta centímetros por dia) sem precisar do auxílio de pesticidas ou produtos químicos adicionais para crescer, produzem mais oxigénio do que as árvores, não precisam de água doce para o seu crescimento, o que se compararmos com toda a água que é necessária para o uso têxtil, é um enorme benefício (Zeefier, n.d.).

Relativamente ao processo de transformação da alga em corante, o processo é muito idêntico ao tingimento com plantas. Pode parecer que as algas marinhas oferecem tons de cor limitados, mas, de acordo com Hoogvliet, que testou cerca de cinquenta espécies que deram tons variados, isso depende do tipo de alga, bem como da extração e do pré-tratamento (Gustin,2022). Uma desvantagem dos corantes de algas marinhas é que só podem ser aplicados em materiais naturais como algodão, linho, lã e seda, pois o corante não adere a tecidos sintéticos, como nylon e poliéster. Por um lado, esta desvantagem torna-se uma vantagem, pois ao não conseguirmos tingir em materiais sintéticos, essa consequência é incentivo para deixar de usar esses materiais que são prejudiciais ao meio ambiente (Hoogvliet). As cores que podem ser obtidas variam entre o verde-escuro, amarelo-pálido, rosa-claro a castanho-escuro. É bastante irónico, mas a única cor que não podemos obter das algas é o azul, embora venha do oceano, admite Hoogvliet (Zeefier, n.d.).



Figura 16- Exposição de algumas peças de Zeefier na Dutch Design Week - *It's in our nature*. (Fonte: Adaptado de Lizzy Zaanen, Cleo Goossens, Evy Cornelissen).

Faber Futures

Natsai Audrey Chieza é fundadora e designer da *Faber Futures*. É uma das principais pensadoras sobre o papel transformador que o design pode desempenhar no desenvolvimento equitativo da biotecnologia do consumidor. Através da sua rede global de laboratórios e colaboradores de biotecnologia, a *Faber Futures* baseia-se nas possibilidades de bio fabricação apresentadas por organismos como bactérias, fungos e algas para desenvolver novos materiais, processos e aplicações através de um espectro de indústrias, desde o design têxtil ao setor energético. Ao imitar, cocriar e criar sistemas de vida de engenharia, a *Faber Futures* trabalha para gerar quadros eficazes e escaláveis para os desafios cada vez mais prementes da escassez de recursos, das alterações climáticas e da sustentabilidade, revolucionando o tingimento com o uso de bactérias, usando 500 vezes menos água do que o tingimento tradicional. No cruzamento do design e da biotecnologia, a *Faber Futures* é uma agência de design na intersecção entre a natureza, a tecnologia e a sociedade, projetando com sistemas vivos para construir futuros sustentáveis (ABOUT | Natsai Audrey Chieza, 2020; Orsini, 2013).

"Como queremos ver a mudança do mundo não pode acontecer isoladamente. A biologia ensina-nos que precisamos de diversidade para prosperar." - Natsai Audrey Chieza

Encomendado pelo Museu Cooper Hewitt, ***Transversal*** é uma escultura de seda concebida pela *Faber Futures*. A peça explora como a escala dos processos de bio fabricação pode ser alcançada não só se focando no pigmento produzido por miligrama através do processo de fermentação, mas sublinhando a montagem de componentes bio fabricados. A organza de seda foi cortada em viés para aproveitar o máximo de tecido sem haver grande desperdício. Como se pode ver na figura 17 resultou numa estrutura maleável e respirável, pigmentada com a bactéria *streptomyces coelicolor*. A ***Transversal*** demonstra como organismos vivos aplicados no têxtil podem fornecer um meio espacial para criar formas arquitetónicas inovadoras (*Transversal - Faber Futures*, n.d.).



Figura 17– *Transversal* (Fonte: Adaptado de IMMATTERS Studio).

Como parte da pesquisa da *Faber Futures* para estabelecer metodologias únicas e orientadas para a indústria de tingimento e impressões têxteis, com bactérias produtoras de pigmentos, a empresa investigou como o período longo na fermentação pode influenciar o processo e o resultado. Nesse projeto, as bactérias foram cultivadas com têxteis de seda durante um total de 816 horas (34 dias). O projeto explorou as implicações do uso de recursos em incubação prolongada, as consequências estéticas deste novo período de tempo e as propriedades materiais resultantes do substrato. O artefacto material produzido na experiência permitiu considerar as estratégias de desempenho colaborativas entre o designer e o organismo – tanto a natureza como a mecânica da aparente simbiose entre os dois (*Rise and Fall of a Micropolis - Faber Futures*, n.d.).



Figura 18– *Rise and Fall of a Micropolis*, 2017. (Fonte: Adaptado de *Faber Futures*).

A *Faber Futures* fez uma parceria com Ginkgo Bioworks, uma empresa de biotecnologia dos Estados Unidos fundada em 2009 por cientistas do MIT e liderada por Jason Kelly, para explorar as capacidades e desenvolver impressões têxteis gráficas, padrões de maior escala e impressões personalizadas para aplicação em peças de vestuário. Esta colaboração experimental incorporou três linhas distintas de investigação: *Scale*, *Void* e *Assemblage 001* (*Scale*, *Void*, *Assemblage 001* - *Faber Futures*, n.d.).

Scale explora como a infraestrutura de Ginkgo permite que maiores comprimentos de tecido sejam tingidos. Com ascensão e queda da Micropolis, a empresa já tinha elaborado um protocolo para tingir tecidos com medidas de 2m x 2m. A escala da infraestrutura de Ginkgo possibilitou o aumento da paramétrica do design para comprimentos mais longos de tecidos (*Projects Archive* - *Faber Futures*, n.d.), como se pode observar na figura 19.

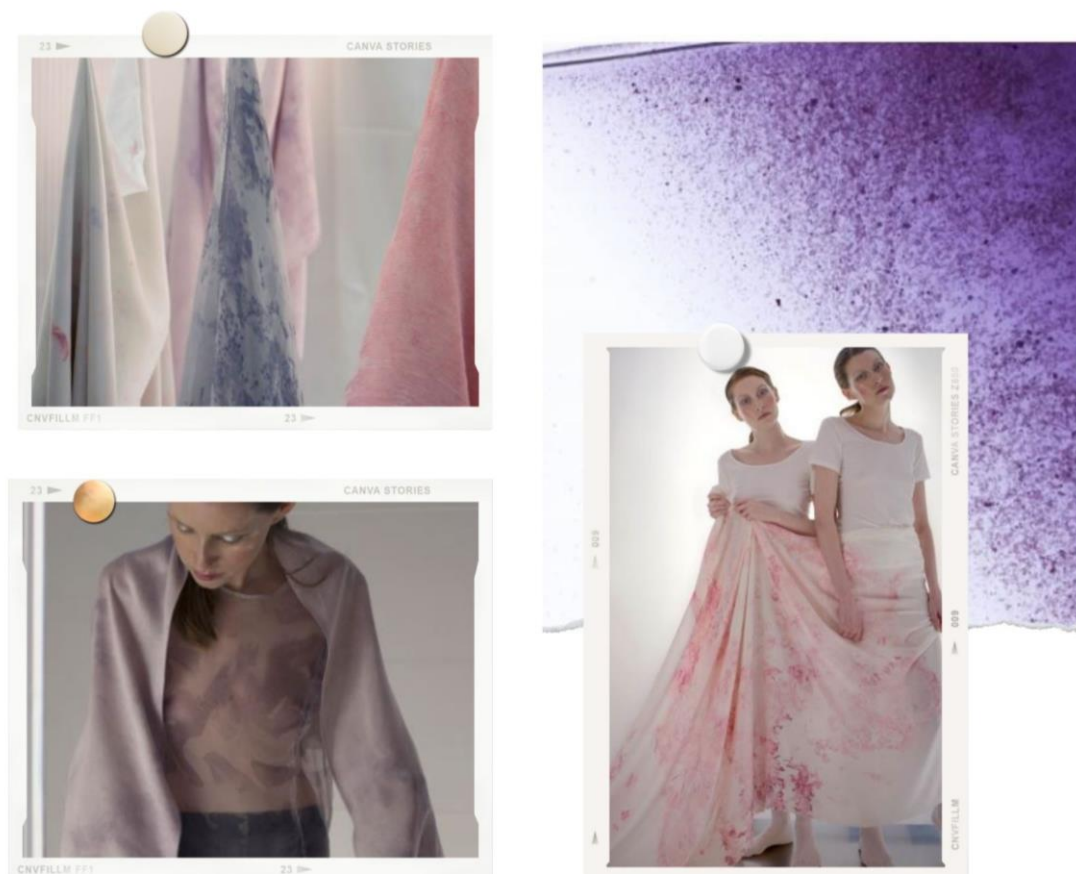


Figura 19– Scale, The Faber Futures x Ginkgo Residency, 2017. (Fonte: Adaptado de IMMATTERS Studio).

Void representa protótipos existentes para as ferramentas sob medida projetadas para controlar os padrões de crescimento da *streptomyces coelicolor*, e para estampagens têxteis maiores dimensões. Foram realizadas duas experiências de impressão para obter impressões gráficas em larga escala, o que permitiu ajudou a entender como a larga escala funciona com novas ferramentas de impressão e como pode influenciar os protocolos já existentes (*Projects Archive - Faber Futures*, n.d.).

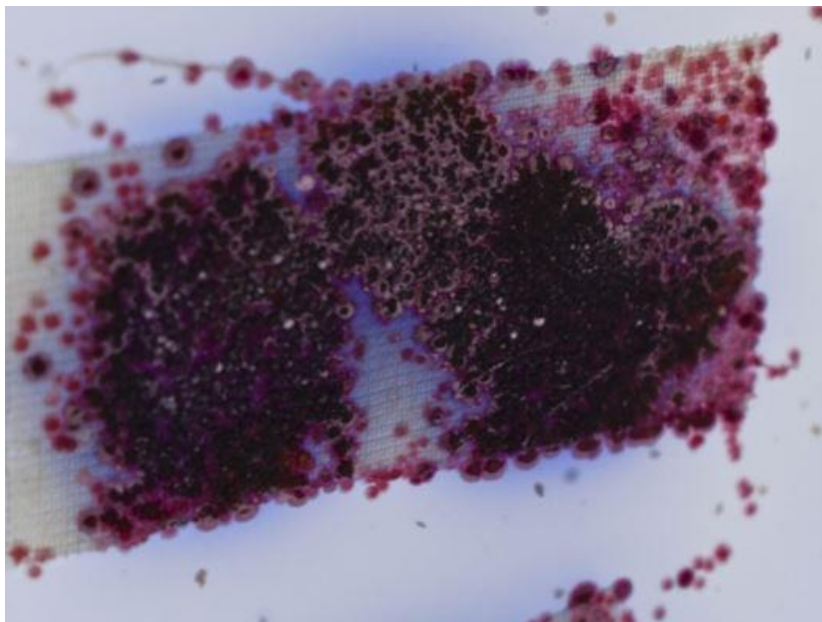


Figura 20– *Void*, The Faber Futures x Ginkgo Residency, 2017. (Fonte: IMMATTERS Studio).

Assemblage 001 é a primeira peça que incorpora pigmentos bacterianos como base da sua construção. Nesta experiência, desenvolveu-se um método de corte de padrões que permitiu desconstruir uma peça de vestuário nas suas peças componentes antes do tingimento in-vitro – o que significa que cada parte pode receber um acabamento distinto e altamente especificado. O desenvolvimento da Assemblage 001 marcou mais um passo rumo a um processo de tingimento totalmente personalizável e um marco na criação de um novo método de biofabricação eficiente em termos de recursos para a produção, coloração e modelação de produtos têxteis complexos (*Projects Archive - Faber Futures*, n.d.).



Figura 21– *Assemblage 001*, The Faber Futures x Ginkgo Residency, 2017. (Fonte: IMMATTERS Studio).

Encomendado e adquirido pelo Museu *Cooper Hewitt*, **Assemblage 002** é um casaco de seda reversível produzida pela Faber Futures e tingido com a bactéria produtora de pigmentos, *streptomyces coelicolor*, que é uma bactéria de fácil crescimento, e mais importante, é inofensiva para os seres humanos e para o meio ambiente. Natsai Chieza começou a trabalhar com o microrganismo em 2011. Ela mesma se propôs responder à pergunta: “Se uma bactéria produz um pigmento, como

trabalhamos com ela para tingir tecidos?” (Faber Futures, n.d.; *Projects Archive - Faber Futures*, n.d.).



Figura 22- *Assemblage 002* (Fonte: Oskar Proctor e Manthe Ribane).

Capítulo II

Desenvolvimento Laboratorial

1. Contextualização

Sendo o foco principal melhorar o impacto ambiental causado pela indústria da moda através do uso excessivo de corantes sintéticos, o presente estudo laboratorial teve como objetivo analisar novos métodos de tingimento recorrendo ao uso de bactérias produtoras de pigmentos naturais, explorar as oportunidades que esta nova abordagem proporciona no design de moda, bem como as vantagens a nível ambiental e do vestuário para o futuro.

Por outro lado, o *eco-printing*, uma técnica sustentável de estamparia, foi também investigada devido ao seu potencial em obter incríveis impressões ecológicas e cores apenas usando elementos naturais, como folhas, flores, sementes e raízes. Além disso, a impressão ecológica nunca pode ser repetida, isto é, cada folha tem a sua particularidade e apesar da sua repetição o resultado será sempre diferente. O processo não se centraliza na replicação rigorosa da forma, da cor das folhas e das flores diretamente nos tecidos. Desta forma, esta técnica tem sido usada em diferentes partes do mundo, em diferentes momentos e para diferentes aplicações, para criar padrões únicos utilizando materiais naturais. Portanto, o presente estudo propõe analisar métodos ecológicos e sustentáveis, bem como avaliar a sua eficácia em fibras têxteis de origem natural, com a finalidade de encontrar soluções inovadoras, possíveis, inesperadas e viáveis para aplicação na indústria têxtil e do vestuário.

Para isso, inicialmente foram otimizadas as condições de crescimento da bactéria *Pseudomonas* sp. para a produção do pigmento castanho. De seguida, o pigmento foi extraído e recuperado em pó a fim de ser utilizado no tingimento por esgotamento do material têxtil. Após o tingimento, o material têxtil tingido foi utilizado como base na estamparia botânica (*eco-printing*) de forma a criar padrões, formas e cores únicos. Por fim, os resultados obtidos ao longo das diferentes etapas foram analisados para consequentemente auxiliar o planeamento da coleção.

2. Diário Laboratorial

Todo o equipamento necessário nos procedimentos microbiológicos, foi devidamente esterilizado através da autoclave¹ num ciclo normativo de 21 minutos. As proteções de todo o material com papel de alumínio foram respeitadas, garantindo a proteção e a conservação dos mesmos. As experiências de inoculação foram realizadas na câmara de fluxo laminar, previamente esterilizada num ciclo de 10 minutos com luz UV, de modo a garantir as condições estéreis de trabalho. Foi ainda utilizado etanol a 70% para garantir a esterilidade da superfície da câmara e de todo o material. Para o procedimento da inoculação foi utilizada uma ansa previamente e devidamente esterilizada com o bico de Bunsen. Transferindo a bactéria de uma placa crescida para uma nova placa de petri.

2.1. Primeira Etapa- Otimização das condições de crescimento da *Pseudomonas sp.* para a produção do pigmento castanho

A bactéria *Pseudomonas sp.*, gentilmente cedida ao laboratório² pelo Professor Pete Askew (Industrial Microbiological Services Ltd, GB), que particularmente possui como característica a produção de um exo-pigmento solúvel de cor castanha, que se difunde para o meio, foi inicialmente inoculada em *erlenmeyers* de boca estreita e foram testadas diferentes condições de crescimento bacteriano a fim de selecionar as mais adequadas para obter uma maior produção de pigmento. Para isso, a bactéria foi inicialmente inoculada em *erlenmeyers* de boca estreita (100 mL) em *Tryptic Soy Broth* (TSB) a partir de uma colónia isolada, com uma ansa estéril, de uma placa de *Tryptic Soy Agar* (TSA) com 48 horas de crescimento, figura 23 e figura 24. Os *erlenmeyers* foram posteriormente incubados a 30 °C com uma taxa de oxigenação de 1/4, na presença e ausência de luz, com e sem agitação, durante 7 dias.

¹ Equipamento utilizado para esterilizar materiais e meios de cultura, utilizados em microbiologia, submetendo-os a vapor saturado pressurizado a 121 °C, durante 15 a 20 minutos.

² Laboratório de Química Têxtil e Biotecnologia, na Universidade da Beira Interior, integrado na Unidade de I&D Fib.E.Tech- Materiais Fibrosos e tecnologias Ambientais.

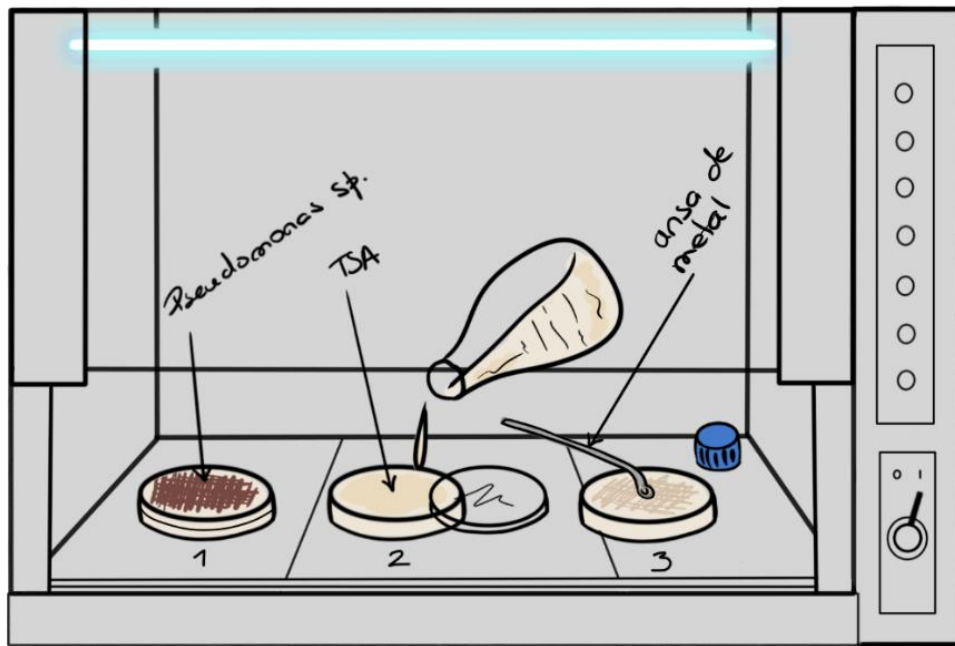


Figura 23- Método de inoculação dos microrganismos. 1- *Pseudomonas* sp. crescida em meio sólido (TSA); 2- Preparação de uma nova placa de TSA; 3- Inoculação da placa 2 com a ansa de metal estéril a partir da placa 1 com *Pseudomonas* sp. crescida. (fonte: autora).

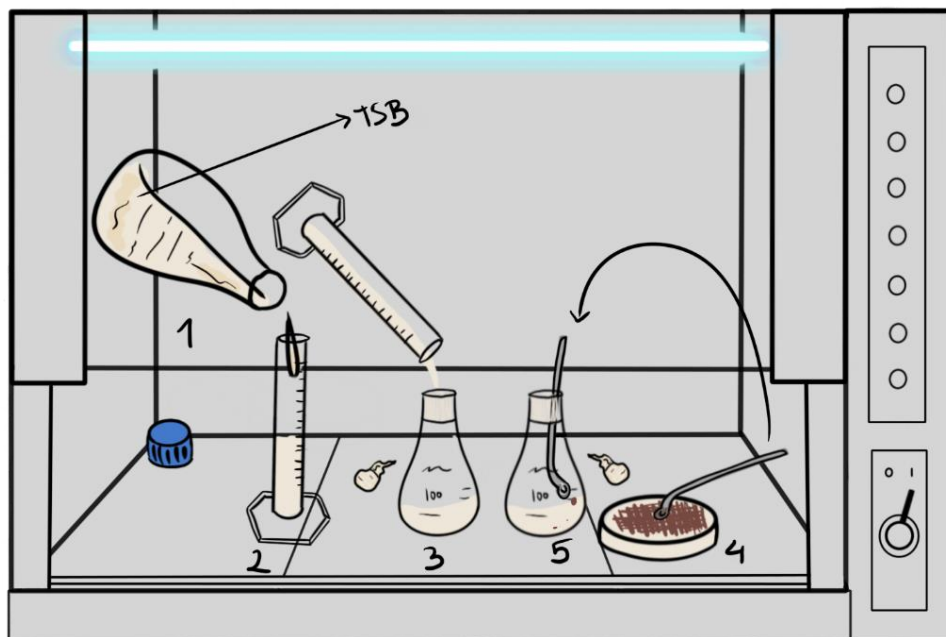


Figura 24- 1- Frasco com o meio líquido (TSB) estéril; 2- Proveta para medição do meio líquido (TSB); 3- Erlenmeyer com o meio líquido para a inoculação da bactéria; 4- Repicar a *Pseudomonas* sp. a partir do meio sólido (TSA) com 48h de crescimento para o erlenmeyer; 5- *Pseudomonas* sp. inoculada no erlenmeyer de boca estreita (100ml). (fonte: autora)

Após esta experiência verificou-se que o *erlenmeyer* 1 que foi incubado a 30 °C sob agitação constante (70 rpm) na presença de luz com uma taxa de oxigenação 1/4 exibiu uma melhor eficácia na produção do pigmento, como se pode verificar na figura 25. Portanto, optou-se por prosseguir com estas condições para as seguintes etapas.

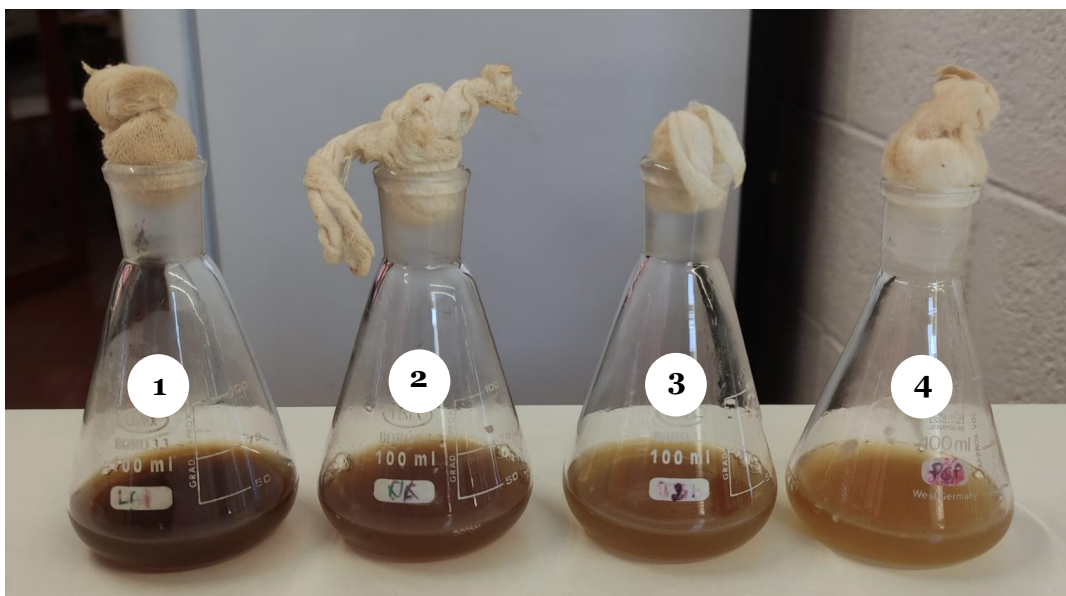


Figura 25- Produção do Pigmento castanho em diferentes condições: 1- com agitação e na presença de luz; 2- com agitação e ausência de luz; 3- sem agitação e na presença de luz; 4- sem agitação e na ausência de luz; a 30 °C com uma taxa de oxigenação 1/4. (fonte: autora).

2.1.1. Extração do pigmento castanho a partir da *Pseudomonas* sp.

Após serem criadas as condições ideais para que a bactéria *Pseudomonas* sp. atingisse o máximo de produção de pigmento castanho a ser utilizado posteriormente no processo de tingimento, o pigmento difundido, após 7 dias, no meio TSB, foi extraído através de centrifugação a 5500 rpm durante 15 minutos e o sobrenadante contendo o pigmento foi recolhido e colocado a secar na estufa a 25 °C até peso constante.

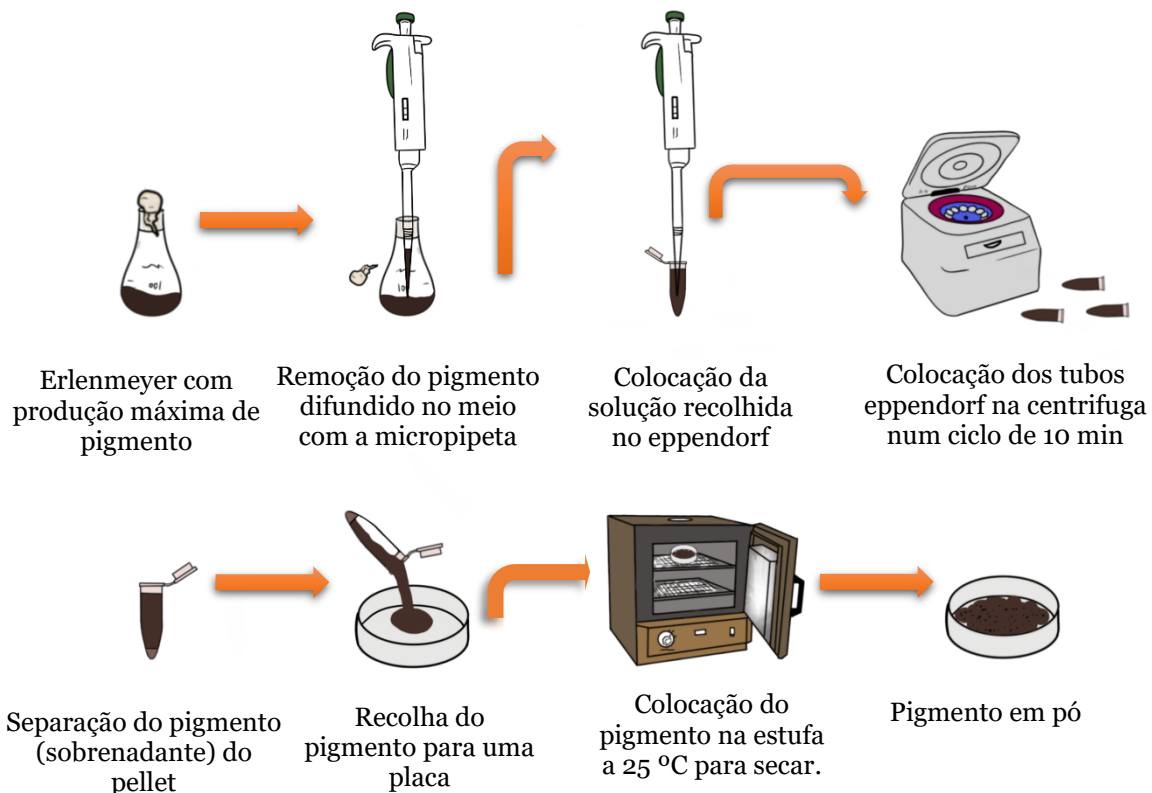


Figura 26- Etapas do processo da extração do pigmento castanho (fonte: autora)

2.1.2. Estudo das condições de tingimento da lã com o pigmento castanho

Para o procedimento do tingimento foram preparadas diferentes soluções de pigmento em água destilada. Para isso, 5 amostras (2cm x 2cm) de lã, devidamente identificadas foram inseridas em recipientes individuais aos quais foram adicionadas as soluções de pigmento previamente preparadas com uma concentração de 28g/L, 40g/L, 50g/L, 60g/L e 100g/L. Após colocada a amostra em contacto com as soluções de pigmento, os recipientes foram inseridos numa máquina de tingimento laboratorial (*Datacolor AHIBA IR*) (figura 27) a qual foi programada durante 40min a 80 °C, com um gradiente de temperatura de 2 °C/min e com agitação de 20 rpm.

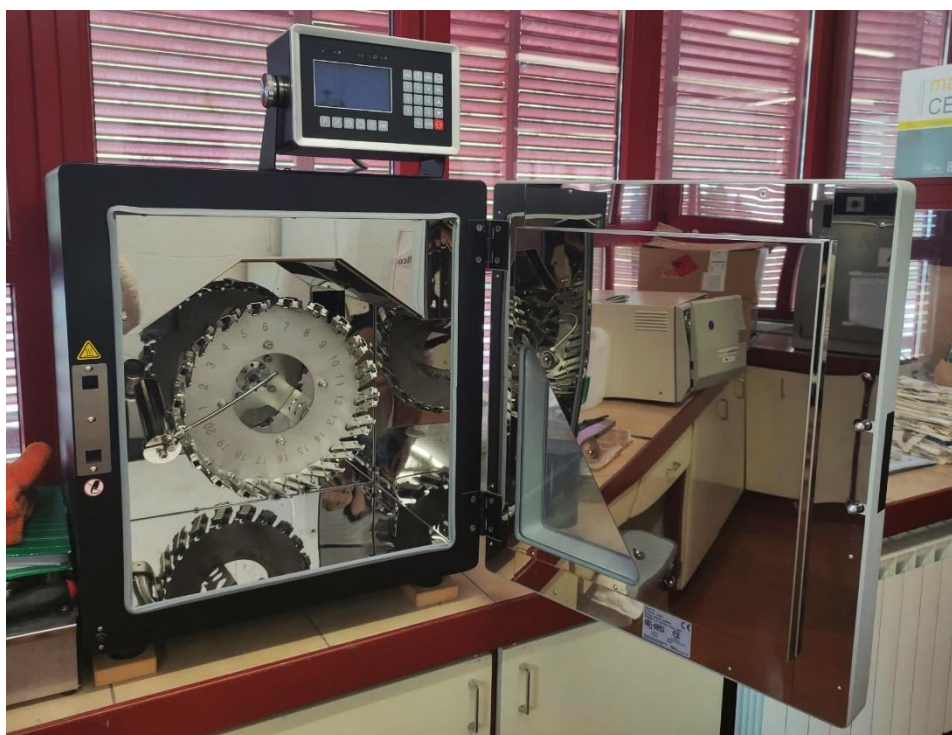







Figura 27- Máquina de tingimento laboratorial Datacolor AHIBA IR. (fonte: autora)

Tabela 3- Resultados das amostras com o tingimento do pigmento castanho produzido pela *Pseudomonas* sp.

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Concentração g/L	28 g/L	40g/L	50g/L	60g/L	100g/L
Cor Aparente					

Todas as amostras revelaram um tingimento uniforme, com uma boa solidez da cor após o enxaguamento, como se pode observar na tabela 3. Foi perceptível visualizar nas amostras a capacidade de fixação e penetração do corante na lã. Além disso, a cor obtida através do tingimento com o pigmento castanho a partir da menor concentração (28g/L) revelou-se demasiada clara para aplicar na lã, enquanto a maior concentração de pigmento (100g/L) mostrou um castanho-escuro. Sabendo que este estudo de tingimento servirá de base para o processo de *eco-printing*, esta concentração também não seria a desejável, pois não iria realçar a estampagem com esta tonalidade. Desta

forma, para o objetivo pretendido a concentração 40g/L foi a mais indicada para o tingimento posterior das peças dada a tonalidade adquirida.

2.2. Segunda etapa- Otimização do processo do *Eco-Printing*

Para a execução da técnica do *eco-printing* foram preparadas previamente amostras de lã e de acetato com 45cm de altura por 25cm de largura para a realização de diferentes experiências com o objetivo de otimizar a condição ideal para a execução das peças propostas para a coleção cápsula. Inicialmente, colocou-se sobre a bancada um plástico para evitar o escorrer dos líquidos e sobre este posicionou-se a lã. De seguida, colocou-se os substratos previamente recolhidos (flores, folhas e plantas) numa solução de bio-mordente (3g/L) num período aproximado de 10 minutos. Após esse tempo, foi feita a disposição dos elementos sobre a amostra de lã, seguidamente sobrepôs-se o acetato para evitar que houvesse sobreposição da estampagem, e enrolou-se o conjunto com o auxílio de um rolo metálico, aplicando alguma pressão e prendendo-o com uma fita para garantir que a montagem se mantivesse no lugar. Terminada a preparação o rolo foi colocado a vaporizar na máquina de vaporização-Werner Mathis AG durante 45 minutos a 100 °C. Por fim, desenrolou-se o conjunto e passou-se a amostra de lã por água corrente para retirar alguns dos substratos ainda agarrados, bem como o cheiro que estes originaram durante o processo de vaporização (**experiência nº1**), figura 28.



Figura 28- 1- Substratos imersos no bio-mordente; 2- Substratos dispostos na lã; 3- Acetato sobre a lã; 4- Rolo metálico preparado; 5- Máquina vaporizadora - Werner Mathis AG. (Fonte: Autora).

De seguida, realizaram-se vários testes sob diferentes condições:

Experiência nº2- Os substratos vegetais não foram imersos no bio-mordente para perceber o comportamento sem o auxiliar de fixação. Em contrapartida, colocou-se a amostra de lã num agente molhante durante 30 minutos. O restante processo manteve-se conforme descrito na experiência 1, à exceção do tempo no vaporizador que passou a ser de 30 minutos.

Experiência nº3- A amostra da lã foi submergida no agente molhante durante 30 minutos. Enquanto isso, os substratos foram preparados e imersos no bio-mordente a 1 g/L durante 10 minutos. O restante processo manteve-se igual à experiência nº2.

Experiência nº4- A amostra de lã foi imergida na solução com agente molhante e ácido acético durante 30 minutos. Todo o processo posterior foi igualmente cumprido conforme a experiência nº3, à exceção da imersão dos substratos vegetais no bio-mordente.

Experiência nº5- A amostra de lã foi imergida numa solução composta pelo agente molhante e ácido acético, durante 30 minutos. Seguidamente, a lã e o acetato foram impregnados no foulard com a solução de bio-mordente a 1 g/L durante 5 minutos. O restante processo foi mantido conforme a experiência nº4.

Experiência nº6- A lã foi colocada na solução com o agente molhante e o ácido acético durante os 30 minutos. Ao fim desses minutos a lã e o acetato foram impregnados diretamente na solução do bio-mordente (1 g/L) durante 2 minutos. Por fim, o processo posterior foi igualmente cumprido conforme a experiência nº5.

Experiência nº7- O processo foi o mesmo que o descrito anteriormente para a experiência nº6.

Experiência nº8- A lã foi imersa na solução com o agente molhante e o ácido acético durante os 30 minutos. Após esse período, a lã e o acetato foram imergidos diretamente na solução de bio-mordente a 1% durante 2 minutos. Os substratos também foram colocados no bio-mordente durante 10 minutos. O restante processo foi mantido conforme o descrito anteriormente.

Experiência nº9- Por fim, manteve-se igual todo processo explicado na experiência nº8.

Tabela 4. Resumo das experiências realizadas sob diferentes condições.

Experiência n°	Bio-Mordente		Molhagem Prévia	Adição de Ácido	Vaporização com vapor saturado	Tempo de Vaporização		
	Substratos Vegetais					Materiais Têxteis	102 °C	45 min
	3 g/L	1 g/L			1 g/L			
1	×				×	×		
2				×	×		×	
3		×		×	×		×	
4				×	×		×	
5			×	×	×		×	
6			×	×	×		×	
7		×	×	×	×		×	
8		×	×	×	×		×	
9		×	×	×	×		×	

2.2.1. Análise e discussão dos resultados das experiências

Relativamente à **experiência n°1**, foi perceptível que a imersão dos substratos vegetais na solução de bio-mordente (3 g/L) resultou em manchas alaranjadas na lã, como se pode observar na figura 24 (experiência n°1). Este efeito não era desejável para o objetivo pretendido e foi necessário ponderar e refletir sobre as condições selecionadas para encontrar uma alternativa para esse problema. Além disso, foi notável que os elementos naturais mais volumosos não revelaram eficácia na transferência da forma ou cor, proporcionando a sua exclusão nas experiências que se seguiram. Foi ainda perceptível a alteração do aspeto dos elementos, nomeadamente da cor, para uma tonalidade bastante escura, possivelmente devido à exposição prolongada no vaporizador.

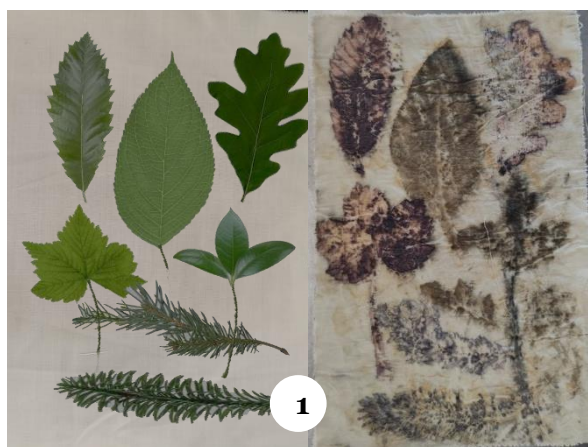


Figura 29- experiência n°1.

Assim sendo, na **experiência nº2**, o tempo no vaporizador foi reduzido para 30 minutos para comprovar a existência de diferenças no comportamento dos substratos associados a uma maior exposição ao vapor. Além disso, a exclusão da utilização do bio-mordente, devido às manchas laranjas presentes na amostra de lã da **experiência nº1**, confirmou que estas estavam associadas à sua aplicação e permitiu-nos entender o comportamento dos elementos vegetais sem a adição do bio-mordente. Em contrapartida, a lã foi imersa durante 30 minutos num agente molhante, que teve como funcionalidade ajudar na molhabilidade da sua superfície e desta forma contribuir para a transferência da cor e das respetivas formas dos elementos vegetais, pois sem o auxiliar de fixação, a probabilidade de não haver um resultado promissor na estampagem era alta. Assim, apesar de na **experiência nº2** as manchas laranjas associadas ao bio-mordente não serem perceptíveis, como esperado, as tonalidades dos elementos tornaram-se muito claras, pois não existiu uma adequada fixação das cores, o que pode levar ao desvanecimento rápido das mesmas, bem como das formas dos substratos.



Figura 30- Experiência nº 2.

Portanto, optou-se na **experiência nº3** por colocar os substratos vegetais numa solução de bio-mordente menos concentrada (1 g/L) e manteve-se a etapa da imersão da lã no agente molhante. Porém, como os elementos vegetais selecionados eram grandes ocorreram sobreposições e o resultado não foi o esperado, verificando-se o arrastamento da forma de alguns elementos e a criação de um efeito menos agradável. Por outro lado, na **experiência nº4**, a lã foi imersa no agente molhante, mas desta vez foi adicionada a essa solução ácido acético (1% (v/v)) para melhorar a afinidade da lã e conseqüentemente o tingimento por parte dos corantes presentes nos elementos vegetais. Verificou-se que nestas condições, mesmo sem a utilização do bio-mordente, existem elementos que exibem uma boa impressão. No entanto, outros criaram formatos mais abstratos, como se pode observar na figura 31.



Figura 31- Experiência nº3 e nº4.

Na **experiência nº5**, após 30 minutos da lã em contacto com a solução de agente molhante contendo ácido acético, esta foi impregnada no *foulard* para ajudar a escoar o excedente da solução previamente absorvida pela lã. Após essa primeira impregnação, a solução de bio-mordente (1 g/L) foi vertida no *foulard* para que tanto a lã como o acetato tivessem contacto com a solução de forma uniforme e estática. O resultado foi promissor, como se pode observar na tabela 4, não houve presença de manchas laranjas, nem arrastamento das formas ou cor, o que provou mais uma vez que os 30 minutos no vaporizador seriam o tempo ideal a ser utilizado nas seguintes experiências. A revelação das formas, bem como a textura dos elementos vegetais foi bastante notória, tanto em relação à solidez da cor, como do relevo. Além disso, foi possível criar o efeito sombra das folhas. Contudo, chegou-se à conclusão que apesar da condição ser promissora, a largura do *foulard* era inferior à largura máxima dos moldes finais. Assim, a fim de encontrar uma alternativa para esse problema, na **experiência nº6**, em vez da lã e do acetato serem impregnados no bio-mordente com o auxílio do *foulard*, estes foram diretamente colocados num recipiente contendo o bio-mordente com as medidas adequadas ao tamanho dos moldes.



Figura 32- Experiências nº5 e nº6.

Na **experiência nº7** mantiveram-se as mesmas condições da **experiência nº6**, aplicando-se folhas e flores de diferentes tamanhos a fim de compreender quais os substratos que funcionam melhor no *eco-printing*, garantir uma vasta gama de elementos naturais promissores e entender quais os que transferiam melhor os corantes naturais para a lã. Como se pode observar na tabela x, praticamente todos os elementos pequenos não revelaram impressão na lã, tendo sido excluídos para aplicação nas peças da coleção cápsula. Contudo, as flores cumpriram com a expectativa resultando numa agradável estampagem. O afastamento dos elementos tornou também o *eco-printing* mais perceptível.



Figura 33- Experiência nº7.

Por fim, nas **experiências nº8** e **nº9**, os substratos vegetais de diferentes tamanhos foram imersos no bio-mordente (1 g/L), para além da lã e do acetato, a fim de tentar melhorar a sua impressão. No entanto, apesar de não se ter verificado a presença de manchas alaranjadas ou arrastamento da forma ou cor dos substratos na lã, os elementos pequenos utilizados na **experiência nº 9** não resultaram, enquanto os elementos vegetais de maior dimensão, utilizados na **experiência nº8**, revelaram um bom comportamento na estampagem. Portanto, está à vista que os elementos mais pequenos não são os ideais para o *eco-printing*, a menos que se pretenda conferir à lã alguns pequenos detalhes claros em combinação com outros elementos capazes de criar um efeito divertido e funcional.



Figura 34- Experiências nº8 e nº9.

Efetivamente, após a realização destas experiências podemos concluir que o comportamento de cada elemento é único e imprevisível e que nem sempre as condições do processo interferem na impressão, podendo a natureza dos elementos selecionados, por vezes, não ser a mais indicada para a realização da técnica do *eco-printing*. Cada experiência serviu de motivação para a próxima, apesar dos resultados nem sempre serem os desejados. Contudo, é preciso compreender e aceitar o que a natureza nos dá. A escolha dos elementos será sempre um desafio. Foi por esse motivo que se realizaram 9 experiências, para recolher o máximo de informações possíveis e posteriormente desenvolver a coleção cápsula. Assim sendo, a condição ideal para prosseguir com a técnica, foi a condição da lã e do acetato impregnados diretamente na solução de bio-mordente, após imersão no agente molhante e ácido acético, que corresponde às **experiências nº5, 6 e 7**.

2.3. Terceira etapa- Preparação dos moldes

2.3.1. Tingimento da peça

Após realizado o estudo das condições de tingimento da lã com o pigmento castanho na primeira etapa, e sabendo que a concentração ideal para o tingimento das peças seria os 40g/L, começou-se por extrair o pigmento em pó necessário para executar o tingimento. Assim sendo, após pesar as 40g do pigmento, preparou-se o 1L de água destilada. Num goblé adicionou-se a água e pigmento castanho, quando dissolvido, o goblé foi posto na placa de agitação e aquecimento com um agitador magnético. Após serem atingidos os 80 °C colocou-se a lã durante 20 minutos, como se pode observar na figura 35. Todo o processo foi repetido para as restantes peças cortadas de lã.



Figura 35- 1- Aquecimento do pigmento; 2- Colocação da lã na solução; 3- Recolha da lã.

2.4.Eco-Printing

Para a execução do *eco-printing*, foi feito de acordo com as condições referentes às experiências nº5, 6 e 7.

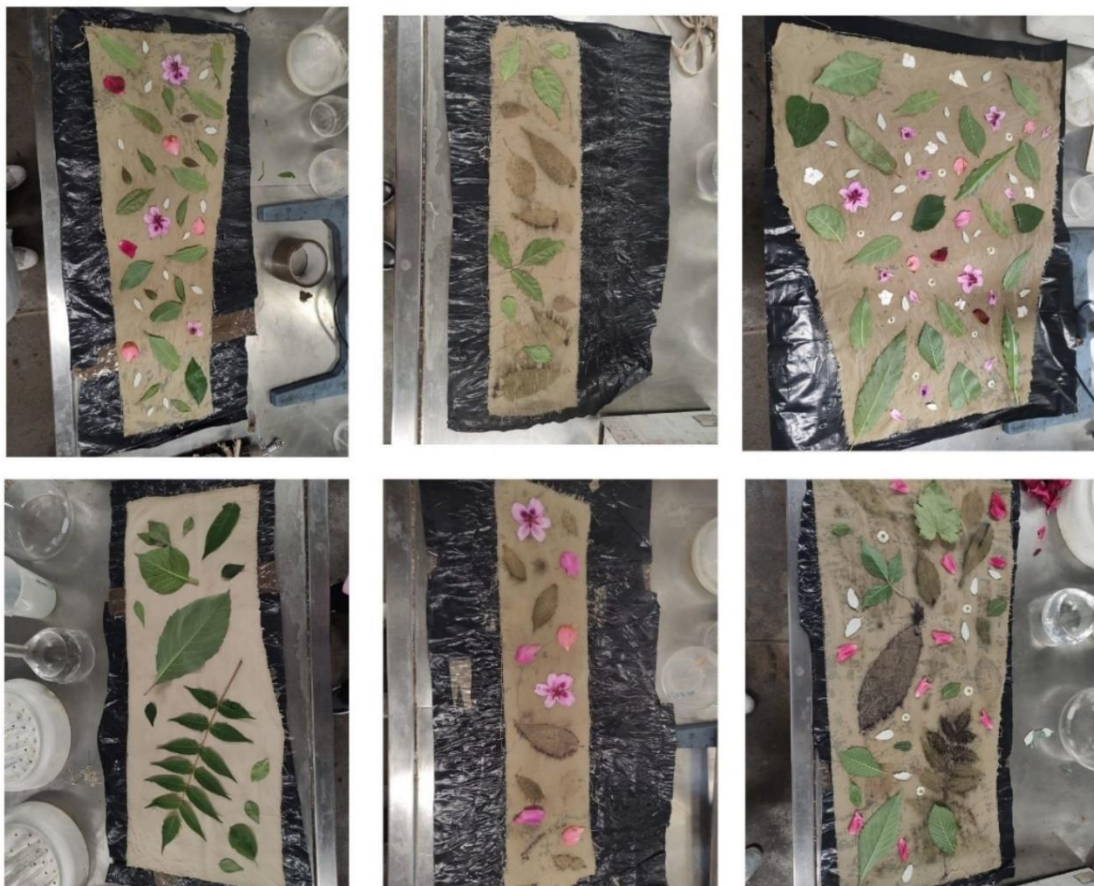


Figura 36- Preparação do *eco-printing* na lã cortada conforme os moldes (Fonte: Autora).

Capítulo III

Imprint Nature

1. Introdução

O papel do designer de moda deve essencialmente mostrar à sociedade alternativas inovadoras e viáveis sem degradar o meio ambiente e alterar os processos de produção de moda para um processo mais sustentável (Viana et al., 2015) mas sem esquecer as necessidades estéticas procuradas pelos consumidores. No que toca ao assunto das bactérias, por vezes a falta de conhecimento ou de divulgação, ou até mesmo pela pouca utilização da mesma na área do design de moda, o tópico torna-se recetivo aos ouvidos do público. Na verdade, é um assunto desafiante, pois ainda há muito por descobrir na utilização de bio-pigmentos. É importante realçar que a palavra bactéria nem sempre é sinónimo de perigo, até porque a *Pseudomonas* sp., que foi o microrganismo estudado ao longo da dissertação, é uma bactéria não patogénica, o que significa que não traz malefícios para o ser humano, e além disso é uma alternativa sustentável que só traz vantagens, não só para o meio ambiente como também para a inovação do design de moda.

Apesar disso, como se trata de um ser vivo, pode causar algum tipo de risco caso não haja as devidas precauções. No entanto, ao longo da utilização da *Pseudomonas* sp. não revelou nenhum malefício no contacto direto com a pele nos momentos de inoculação e de extração, sabendo que todas as precauções foram garantidamente estritas em todos os momentos. Deste modo, a intenção da envolvência com a biotecnologia foi sempre com o intuito de juntar a inovação e garantir que os processos realizados ao longo do projeto fossem respeitados, assegurando a sustentabilidade e a preocupação ambiental.

O *eco-printing* é outro ponto importante a abordar, pois o mesmo visa a sustentabilidade através do reaproveitamento do caimento das folhas na transformação dos elementos numa estampagem para posteriormente a elaboração da coleção cápsula.

2. Inspiração

2.1. Conceito

A grande parte das indústrias da moda está voltada para o seu sucesso económico, focando-se em criar, confeccionar, distribuir e comunicar os seus produtos, sem refletir as fases de uso e descarte. Assim sendo para o desenvolvimento da coleção cápsula, foi feita uma reflexão necessária para projetar os princípios da sustentabilidade e levando em consideração a sociedade, o meio ambiente e a economia.

Nesta perspetiva, foi elaborado a ilustração pensada para a coleção-cápsula de moda sustentável baseando-se nos procedimentos metodológicos básicos. Como inspiração para a coleção, a natureza bem como os seus tons foram essenciais para a inspiração da coleção. A natureza possui uma importância fundamental na vida dos seres vivos, e principalmente para os humanos, que dependem diariamente dos seus inúmeros recursos, como a água potável, os animais, os alimentos, o oxigênio, o clima e o solo fértil para o plantio. Ela está presente no dia a dia de muitos seres, que necessitam do seu desenvolvimento e equilíbrio para se manterem vivos.

Só fazia sentido a inspiração ser a natureza pois tudo está relacionado com ela os elementos a utilizar no processo do *eco-printing*, bem como a utilização de bactérias produtoras de pigmentos, tudo isto vem da natureza. A coleção foi pensada para o público feminino para a estação outono/inverno 2023.

2.2. Nome da Coleção

Após a explicação da inspiração e do conceito para a realização da coleção-cápsula, foi necessário encontrar um nome que refletisse tudo isso, que explicasse e representasse a natureza e os seus elementos. Assim sendo, *Imprint Nature* que em português significa Impressão da Natureza, foi o nome escolhido para representar a coleção. A palavra impressão derivou da impressão conseguida do *eco-printing*, e natureza como a própria palavra indica de tudo relacionado com ela, os elementos utilizados na estampagem ecológica e no tingimento bacteriano.

3. Mood Board- Geral

O mood board é uma apresentação visual composta por colagens de imagens, por vezes com algumas palavras-chave, numa composição só. Um mood board pode ser usado para transmitir uma ideia geral ou um determinado tópico. Podem ser físicos ou digitais e podem ser ferramentas auxiliares para compreender algo de uma forma criativa e eficaz. O mood board abaixo apresentado foi executado para refletir a inspiração da coleção, com os elementos necessários para a sua reflexão.

No mood board estão presentes as cores predominantes da coleção, sendo variados tons de verdes referentes aos elementos da natureza, (utilizados no *eco-printing*), o castanho-claro que resultou do tingimento prévio com o pigmento da bactéria utilizada, por esta ser a cor base da coleção. É possível ainda observar os materiais presentes na coleção, por exemplo a lã, ainda algumas imagens referentes à técnica do *eco-printing* e ao ambiente laboratorial.

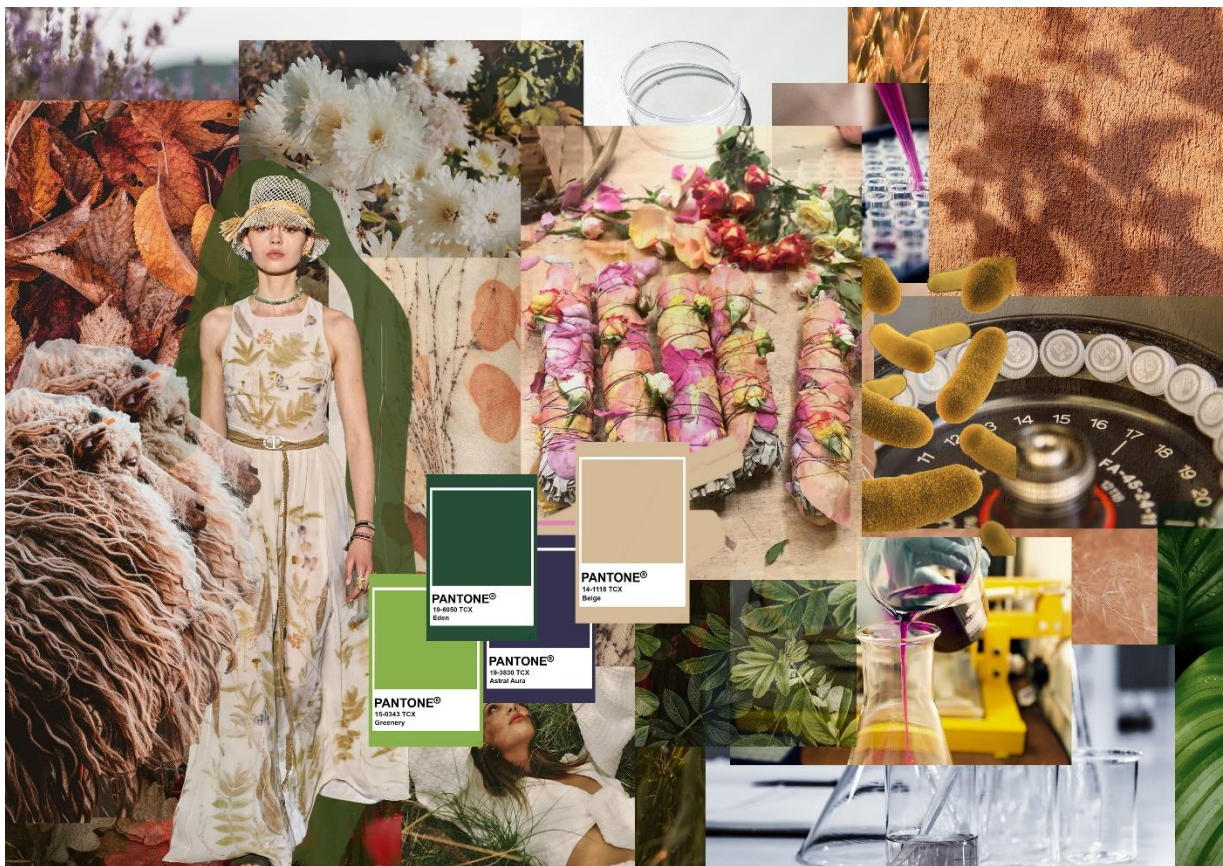


Figura 37- Mood Board (Fonte: Autora).

4. Inspiração formas e linhas

Para a inspiração das peças da coleção, foi feita uma pesquisa de tendências na WGSN, e, de acordo com a autoridade de tendências, como se pode observar na figura 38 abaixo, essas serão algumas das peças tendências essenciais para o outono/inverno 2023.

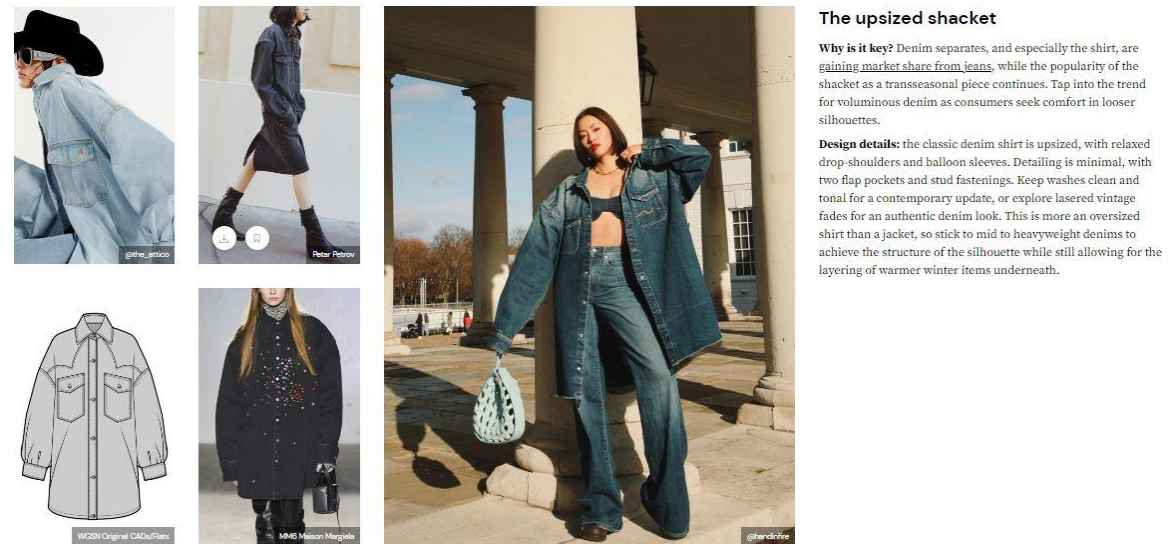


Figura 38- Inspiração formas e linhas (Fonte: *(Key Items Fashion: Women's Denim A/W 23/24 - WGSN Fashion, n.d.)*).

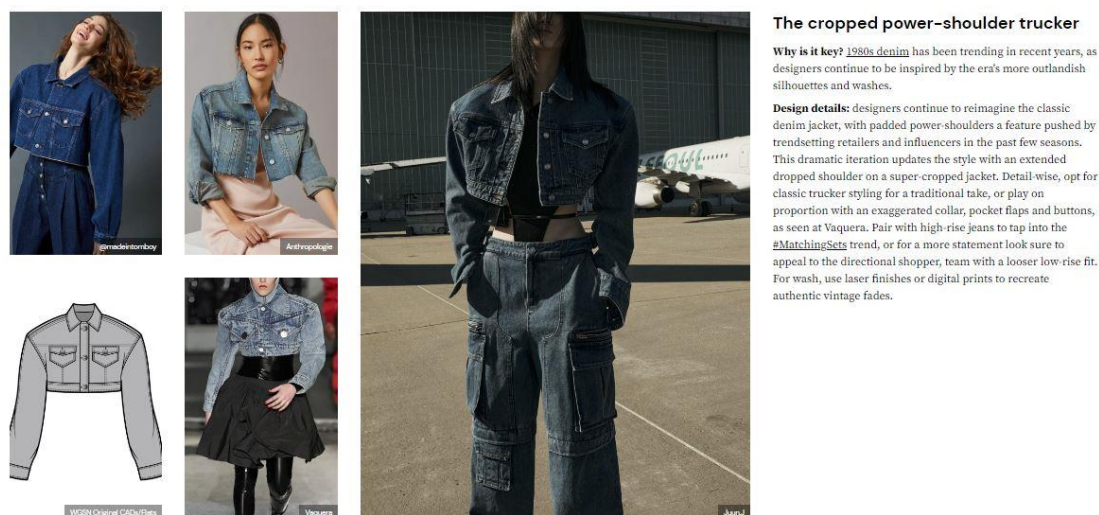


Figura 39- Inspiração formas e linhas (Fonte: *(Key Items Fashion: Women's Denim A/W 23/24 - WGSN Fashion, n.d.)*).

The bodycon dress

The perennial bodycon dress provides a canvas for new updates. Add a [#squareneck](#), considered cutouts, or look to subtle corset influences including underwires or seams that emulate semi-structured boning, tapping into our [#underwearouterwear](#) story. Ruching and gathers add [#surfaceinterest](#) and avoid glitzy embellishment while offering a sense of occasion. The shape proves versatile for print, ranging from trending patterns such as [#graphicskins](#) to bold florals that have an artificial quality.

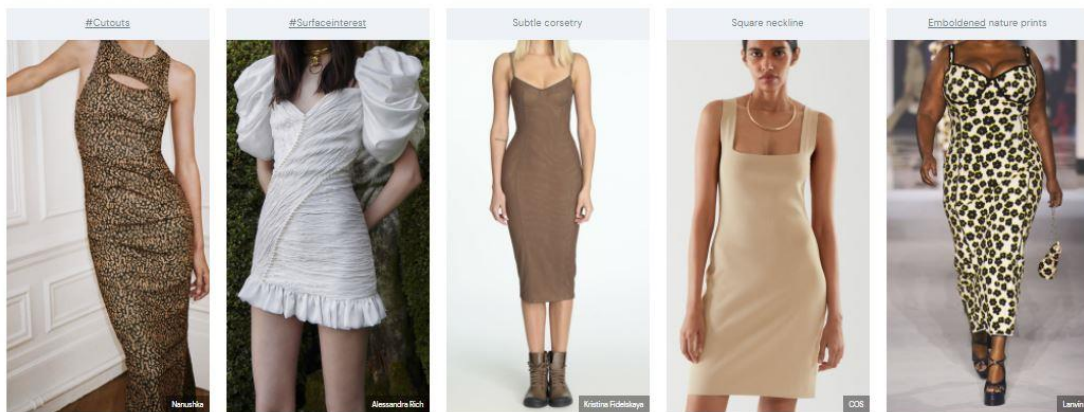


Figura 40- Inspiração formas e linhas (Fonte:(My WGSN, n.d.)).

The shirt dress

Offer solutions to size inclusivity and comfort with elasticated panelling at the waist to allow for a wider fit range, balancing fashion and function. For a contemporary feel, look to digital or hand-drawn botanical prints in dense large scales and unnatural colours, or rework end-of-roll materials in designs with half-and-half [#splicing](#) to refresh and modernise the shirt dress.

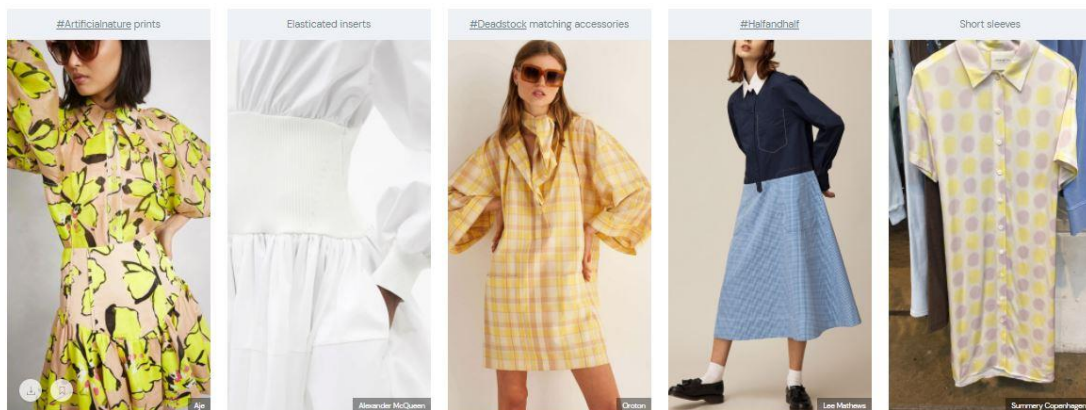


Figura 41- Inspiração formas e linhas (Fonte: (My WGSN, n.d.)).

5. Público-alvo

A coleção-cápsula foi executada e pensada para o público-alvo feminino, com especial atenção ao cariz sustentável da sua escolha de vestuário, com algum espírito revolucionário, capaz de optar por algo inovador, desconhecido e diferente do habitual.

Como se trata de peças delicadas e com algumas especificidades científicas, o consumidor deve ser alguém que esteja informado e apto a dar a conhecer as peças, expondo as vantagens deste tipo de produtos, desmitificando os contras que os demais poderão apontar. A coleção é composta por peças com especial atenção aos pormenores, criadas de forma a olhar e encontrar sempre novos detalhes. A estampagem e estruturas volumosas dão o ar artístico e inovador do projeto. Deste modo, o público feminino que,

por si só, tem especial atenção aos detalhes, terá oportunidade de adquirir peças arrojadas que se destacam pela sua originalidade e abordagem experimental, seguindo tendências atuais e que vão ao encontro do estilo de vida descontraído e confortável.

6. Paleta de cores

A WGSN, autoridade global para a mudança, usa a previsão de tendências de especialistas combinada com a ciência de dados para ajudar o público a superar as tendências corretas. Através da perspicácia do consumidor, da direção do design de produtos e das estratégias de negociação, conseguindo criar de forma sustentável e aprovar as tendências certas para o momento e maximizar as vendas. Assim sendo, as bases de cores que escolhi para a minha coleção *Imprint Nature* estação outono/inverno 2023 é a *Nostalgic midcentury*. Presente nas tendências da WGSN, este leque de cores cativou-me logo pelos seus tons calmos e neutros, também por conter os tons castanhos, que seriam implementados devido à utilização da *Pseudomonas sp.*, todos os outros tons são aplicados em detalhes dos elementos naturais utilizados no *eco-printing*.

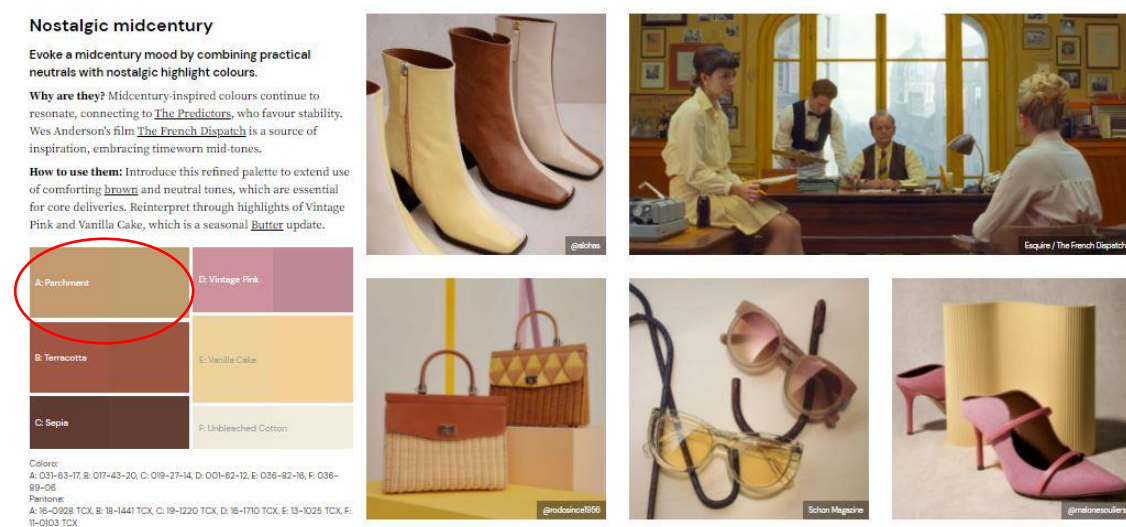


Figura 42- Paleta de cores (Fonte: *Trend Forecasting & Analytics 2023-2031* | WGSN, n.d.).

7. Escolha de materiais

Depois do estudo das fibras naturais no capítulo I, e dos estudos dos tingimentos e do *eco-printing* no capítulo II, de forma a garantir eficácia não só no tingimento, mas também da estampagem nos suportes adequados para responder à proposta da coleção, seguindo uma linha de pensamento sustentável, utilizando apenas fibras têxteis naturais, a fibra selecionada foi a lã. Para a coleção cápsula, as peças experimentais foram concebidas de modo a enaltecer o potencial dos microrganismos bem como as características inovadoras dos bio-pigmentos e da técnica do *eco-printing* como alternativas sustentáveis e viáveis para aplicação no vestuário de moda.

8. Ilustração da coleção *Imprint Nature*



Figura 43- Ilustração da coleção *Imprint Nature* (Fonte: Autora).

8.1. Descrição das peças da coleção *Imprint Nature*

O primeiro coordenado é composto por um blazer com corte reto, mangas volumosas, todo em lã tingido com o pigmento bacteriano e posteriormente estampado com o *eco-printing*. A parte de baixo contém um calção estilo “cycling short” também em lã, mas apenas tingido com a *Pseudomonas sp.*

No segundo coordenado é composto por uma camisola estilo camisa, com botões à frente, contém uma gola redonda. Para acompanhar uns calções com bolsos cargo.

Ambas as peças serão tingidas com a *Pseudomonas sp.* e posteriormente aplicada a técnica *eco-printing*. O terceiro coordenado é um vestido de corte reto com gola redonda, com as mangas volumosas com o tingimento castanho produzido pela bactéria. Para destacar o vestido foi pensado num corpete sem o tingimento, mas com o *eco-printing*.

Em relação ao quarto coordenado o vestido altera-se, acrescentando um decote em “V” e com o *eco-printing*. Por fim o quinto, e último coordenado, é composto por uma camisa/vestido de manga curta, com o pigmento castanho, e com um casaco de alças finas, contém 2 bolsos e aperta com cinto. O casaco não contém tingimento, mas sim o *eco-printing*.

9. Peças a confeccionar

Para a aplicação do estudo realizado ao longo da dissertação foi pensado confeccionar o blazer referente ao coordenado 1 da coleção a sua confeção. Para a elaboração do casaco foi preciso a execução prévia dos moldes. Após concluído o casaco, e sabendo que para a realização do *eco-printing* tal como nas experiências anteriores, foi necessário o acetato como auxiliar, houve um reaproveitamento desse material têxtil e optou-se por executar mais uma peça da coleção *Imprint Nature*, sendo a camisola do coordenado 2.

Não só para aproveitar esse desperdício têxtil, mas também para mostrar a viabilidade da técnica noutro material e sem o tingimento bacteriano. Assim sendo, nas próximas figuras 44, 45 e 46 é possível verificar a aplicação dos métodos anteriormente estudados no vestuário de moda no editorial fotográfico.

10. Editorial fotográfico



Figura 44- Editorial fotográfico (Fonte: Autora).



Figura 45- Editorial fotográfico (Fonte: Autora).



Figura 46- Editorial fotográfico (Fonte: Autora).

Capítulo IV

Análise crítica, considerações finais e perspectivas futuras

1. Análise crítica

Com toda a aprendizagem sobre as potencialidades das bactérias produtoras de pigmentos, o estudo desenvolvido ao longo da dissertação revelou resultados promissores. No entanto, existem melhorias a ter em consideração. É necessário ainda otimizar o meio de crescimento da *Pseudomonas* sp. de forma a reduzir o seu tempo de crescimento para render no processo de extração do pigmento, para que esta alternativa possa vir a ser implementada e explorada a outros níveis, quem sabe industrialmente.

A escassa informação sobre a *Pseudomonas* sp. estudada leva à necessidade contínua de estudo e aperfeiçoamento das vias de utilização do pigmento microbiano. Em geral, os microrganismos são muito sensíveis, isto é, apesar de serem tomadas as medidas necessárias de precaução, por vezes as bactérias surpreendem-nos com contaminações nos meios de cultura sem aparente explicação.

Existem fatores que afetam o crescimento e produção de pigmento que ainda não conseguimos controlar. No entanto, a contínua investigação do comportamento dos microrganismos ajuda na compreensão dos mecanismos envolvidos e, será uma mais-valia para uma produção coerente, otimizada e economicamente viável.

O mesmo acontece com o *eco-printing* apesar da eficácia da estampagem presente nas peças, ainda existem fatores a serem aperfeiçoados. No entanto, o *eco-printing* é muito imprevisível e por isso, por muitos estudos que se façam nunca vai haver 100% garantia da eficácia nos resultados. Ainda, foram importantes todas as experiências realizadas para chegar o mais próximo de uma realidade previsível, mas a beleza do *eco-printing* é também não saber o resultado, é essa surpresa que dá a beleza de trabalhar com esta técnica. A contínua investigação por esta técnica será uma mais-valia para as aplicações têxteis para uma produção coerente, otimizada e esteticamente apelativa. É notório que mesmo em outros trabalhos relacionados com o *eco-printing*, existem sempre incertezas em relação aos métodos, bem como os elementos mais adequados para a sua aplicação.

Assim sendo, com apenas alguma informação científica e com a experiência partilhada pela minha orientadora, foi possível verificar que esta alternativa sustentável tem capacidades para ser implementada no design de moda, e não só. É incrível que

existem inúmeras possibilidades que podem ser adotadas na área da moda através do que a natureza nos dá sem a prejudicar.

2. Considerações finais

Sendo a indústria da moda uma das que mais produz economia, mas também a que mais acarreta efeitos negativos para o meio ambiente, os objetivos estudados presentes sobre alternativas sustentáveis foram atingidos com sucesso, como se pode verificar nas peças confeccionadas. A bactéria *Pseudomonas* sp. mostrou eficácia no tingimento natural, mostrando desta forma que é possível a utilização de pigmentos bacterianos aplicados aos têxteis de moda, tornando a sustentabilidade uma realidade cada vez mais exequível, trazendo inovações possíveis e viáveis na área do design de moda. O mesmo acontece com impressão ecológica, ou *eco-printing*, esta alternativa de estampagem natural, apesar de ser ainda pouco estudada e aplicada na moda, a sua infinidade de possibilidades com a aplicação deste tipo de estamperia, e das inúmeras variações na aplicação, apresenta sempre características únicas.

No entanto, conforme a análise de todo o desenvolvimento na presente dissertação, esta solução deve ainda ser aprimorada, para atingir os métodos necessários para a produção. A questão da escolha dos materiais também foi relevante para mostrar a eficácia do tingimento. Sendo a lã uma fibra que absorve bem qualquer corante, e dada as suas características sustentáveis, a escolha foi a mais acertada a todos os níveis.

Também é possível observar com a demonstração discutida e confirmada, que é possível e real a aplicação/impressão ecológica, por conta da exclusividade que deixa nas peças, sem prejudicar o meio ambiente.

Com os estudos laboratoriais realizados e aplicados, já é possível confirmar a potencialidade da impressão ecológica em têxteis, sendo viável como um negócio de finalidade comercial, com alto apelo ecológico e, conseqüentemente carrega um valor agregado maior. A técnica de impressão botânica também apresenta vantagens econômicas, ecológicas e produtivas, pois sabendo que não exige grandes custos, para além do suporte têxtil, e o resto a natureza oferece graças às mudanças de estação, que é a melhor altura para fazer a recolha dos elementos naturais.

3. Perspetivas futuras

Como seres humanos curiosos que somos, e com acesso às tecnologias que estão em constante avanço, o aumento de novas soluções e métodos são cada vez maiores. É interessante como se pode interligar áreas distintas com a área da moda, mas que apesar

de por vezes não serem do mesmo interesse, complementando-se, com o intuito de encontrar novas invenções, ou alternativas para equilibrar e preservar o nosso ambiente.

Apesar do interesse mais recente por microrganismos, há ainda diversos desafios a superar para serem adotados em grande escala, como referi anterior, até a nível industrial, pois na perspetiva do design de moda e têxtil, era necessário haver grandes máquinas de agitação para caberem muitos frascos de erlenmeyer para aumentar a produção do pigmento. Sabendo que nem todos os microrganismos tem o mesmo tempo de crescimento, é necessário encontrar alternativas económicas e viáveis para uma produção maior e mais rápida. Ou então, haver a possibilidade de trabalhar com o método de microencapsulação, um método alternativo capaz de aumentar a estabilidade e a solubilidade, pois os pigmentos encapsulados exibem uma melhor solubilidade, maior estabilidade às condições ambientais, aumentando a sua vida útil, sem necessitar de qualquer a adição de compostos sintéticos, de forma a garantir apenas a utilização de compostos naturais, nos processos de introdução de cor nos suportes têxteis, mantendo o carácter sustentável.

Existem inúmeras aplicações e metodologias por explorar no que toca aos pigmentos de origem bacteriana e espera-se que no futuro seja possível ser notório a importância da implementação dos microrganismos em várias indústrias. A pesquisa e o estudo estão sempre em constante movimento.

Assim sendo, futuramente estas questões serão desmistificadas e quiçá implementadas nas novas tecnologias, tornando os bio-pigmentos preparados para uma utilização em grande escala, promovendo uma nova via de produção, económica e sustentável.

Capítulo V

Referências Bibliográficas e Webgráficas

- A versatilidade das fibras naturais.* (2020, August 17). CropLife Brasil.
<https://croplifebrasil.org/noticias/a-versatilidade-das-fibras-naturais/>
- ABOUT | Natsiaudrey.* (2020). <https://www.natsiaudrey.co.uk/>
- Abreu, B., Lima, G., & Nóbrega, C. (2015). *Bioestúdio: Tingimento de Tecidos Orgânicos com Bactérias.*
- Agung, C., & Afrizal. (2021). Otimização da Produção de tecidos com Eco-Printing com Técnicas de Impressão Rotativa. *Jurnal Penelitian Seni Budaya*, 13(n2).
- Albuquerque, C. O. (2019). *Estratégias de sustentabilidade na moda: a percepção do consumidor.* Universidade Federal de Pernambuco.
- Anicet, A., & Rüthschilling, E. (2013). *Relações entre moda e sustentabilidade.*
- Araújo, M. (2006). Corantes naturais para têxteis – da Antiguidade aos tempos modernos. In *Conservar Patrimônio* (pp. 39–51).
- Araújo, M. (2014). *Marcas de Moda Sustentável: Critérios de Sustentabilidade e Ferramentas de Comunicação.*
- Chandramohan, D., & Marimuthu, K. (2011). A Review on Natural Fibers. In *IJRRAS* (Vol. 8, Issue 2). www.arpapress.com/Volumes/Vol8Issue2/IJRRAS_8_2_09.pdf
- Christian Dior Spring 2020 Ready-to-Wear Collection | Vogue.* (n.d.).
https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2020-ready-to-wear/christian-dior?utm_medium=internal&utm_source=vogue.fr
- Colorifix.* (n.d.). <https://colorifix.com/colorifix-solutions/>
- Coral, E. (2002). *Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial.* Universidade Federal de Santa Catarina.
- Costa, A. (2012). *Corantes e aplicações.*
- Costa, A. (2019). *Tingimento de fibras têxteis com prodigiosina produzida por Serratia plymuthica.* Universidade da Beira Interior.
- Craig, C., & Caulfield, F. (2005). *Natural Fibers.* Wiley-VCH.
- DeBritto, S., Gajbar, T. D., Satapute, P., Sundaram, L., Lakshmikantha, R. Y., Jogaiah, S., & Ito, S. ichi. (2020). Isolation and characterization of nutrient dependent

- pyocyanin from *Pseudomonas aeruginosa* and its dye and agrochemical properties. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58335-6>
- Dias, C. (2014). *A Moda e o Tempo: Entre a Linearidade e a Circularidade*.
- Faber Futures. (n.d.). *Faber Futures- Assemblage 002*. <https://faberfutures.com/projects/project-coelicolor/assemblage002/>
- Ferreira, I. (2021). *Fibras naturais: aprenda a identificar e escolher a melhor para suas costuras*. https://inara.art.br/fibras_naturais/
- Ferreira, L., & Graciani, N. (2013). *Corantes Naturais e Sustentabilidade no Setor Têxtil* (Issue 9).
- Fibrenamics. (n.d.). *As Fibras: O que são e que tipos existem*. INTELLIGENCE. <https://www.fibrenamics.com/intelligence/reports/as-fibras-o-que-sao-e-que-tipos-existem>
- Ganhão, C. (2022, February 16). *Mango reforça a sua política de sustentabilidade*. <https://www.imagensdemarca.pt/artigo/mango-reforca-a-sua-politica-de-sustentabilidade/>
- Guimarães, C. (2021). *Fashion Law e Sustentabilidade na Moda: Um estudo sobre mudanças climáticas, produção de fibras têxteis e economia circular*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Guimarães, J. (2018). *Bio Fermented Colors- Pigmentos de Origem Bacteriana: Uma Alternativa Sustentável no Design de Moda e Têxtil*. Universidade da Beira Interior.
- Herlina, M., & Setyawan, F. (2018). Exploração do eco-Printing para produtos de Moda Sustentáveis. *Revista Kriya*, 15(N2).
- Hikmah, A., & Retnasari, D. (2021). *Eco-Printing como Oportunidade de Negócios de Moda Alternativa Amigável*.
- Kam, S. (2022). Three-dimensional printing fashion product design with emotional durability based on korean aesthetics. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/su14010240>
- Key Items Fashion: Women's Denim A/W 23/24 - WGSN Fashion*. (n.d.). Retrieved June 13, 2022, from <https://www.wgsn.com/fashion/article/93885>
- Kuasne, A. (2008). *Fibras Têxteis*.
- Kumar, A., Vishwakarma, H., Singh, J., & Kumar, M. (2015). Microbial Pigments: Productions and their applications in various industries. *IJPCBS*, 1, 203–212. www.ijpcbs.com

- Lima, B. L. (2019). *Estratégias de Design para Pós-Produção de Produtos de Moda*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- M A T T R I C A R I A (@mattricarria) • fotos e vídeos do Instagram. (n.d.). Retrieved June 10, 2022, from <https://www.instagram.com/mattricarria/>
- Macarthur, F. E. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*.
- Mango apresenta coleção comfy e sustentável inspirada no Mediterrâneo. (2021, April 12). Lifestyle Moda. <https://www.noticiasaminuto.com/lifestyle/1730072/mango-apresenta-colecao-comfy-e-sustentavel-inspirada-no-mediterraneo>
- “Mineral Dyes”. Mango apresenta coleção tingida com pigmentos naturais. (n.d.). Retrieved June 8, 2022, from <https://www.noticiasaminuto.com/lifestyle/1734911/mineral-dyes-mango-apresenta-colecao-tingida-com-pigmentos-naturais>
- Mohammed, A. K., & Flayyih, M. (2015). Purification and Physiochemical Characterization of Pyomelanin Pigment Produced from Local Pseudomonas Aeruginosa Isolates. In *Article in World Journal of Pharmaceutical Research*. <https://www.researchgate.net/publication/282862398>
- My WGSN. (n.d.). Retrieved June 13, 2022, from <https://www.wgsn.com/mywgsn>
- Narimatsu, B., Bem, N., Wachholz, L., Linke, P., Lizama, M., & Rezende, L. (2020). *Corantes Naturais como Alternativa Sustentável na Indústria Têxtil*.
- Neves, C., Gomes, A., & Rezende, E. (2021). *O retorno aos corantes naturais como forma de preservar o meio ambiente e sua importância histórica e cultural* (Vol. 6).
- Niinimäki, K. (2018). *Sustainable Fashion in a Circular Economy*.
- Niinimäki, K. (2018, May 15). Sustainable Fashion in a Circular Economy. *Aalto University*.
- Ogunnariwo, J., & Hamilton-Miller, J. M. T. (1974). *Brown- and Red-Pigmented Pseudomonas Aeruginosa: Differentiation Between Melalin and Pyorubrin*.
- Oliveira, F. R. de, França, S. L. B., & Rangel, L. A. D. (2019). Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. *Interações (Campo Grande)*, 1179–1193. <https://doi.org/10.20435/inter.v20i4.1921>
- Orsini, K. (2013, March 31). *Growing bacteria, creating colour- Faber Futures*. Atlas of the Future. <https://atlasofthefuture.org/project/faber-futures/>
- Palmer, H., & Charlotte, C. (2022). *Sustainability & Innovation: Responsible Animal Wools - WGSN Fashion*. <https://www.wgsn.com/fashion/article/92112>

- Pili.bio.* (n.d.). <https://www.pili.bio/>
- Pinheiro, L., Kohan, L., Duarte, L. O., Garavello, M. E. de P. E., & Baruque-Ramos, J. (2019). Biomordants and new alternatives to the sustainable natural fiber dyeings. *SN Applied Sciences*, 1(11). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1384-5>
- Projects Archive - Faber Futures.* (n.d.). <https://faberfutures.com/projects/>
- Rahmaningtyas, W., Hendrawan, A., & Ramadhan, Sigit. M. (2021). Utilização de Folhas de Jacinto como Corante natural e Técnicas de Eco-Printing. *E-Proceeding of Art & Design*, 8(N6).
- Rise and Fall of a Micropolis - Faber Futures.* (n.d.). Retrieved May 27, 2022, from <https://faberfutures.com/projects/project-coelicolor/rise-and-fall-of-a-micropolis/>
- Rodrigues, J. (2013). *O Emprego de Corantes de Origem Natural em Produtos Têxteis de Moda.*
- Salessy, H. (2019). *Inside the Dior ateliers: A closer look at the floral embroidery at the latest show | Vogue France.* Vogue. <https://www.vogue.fr/fashion/article/floral-prints-embroidery-the-secrets-behind-diors-most-recent-show-fashion-week-2020-spring-summer>
- Salsabila, L., & Ramadham, M. (2018). *Exploração de técnicas de Eco Printing usando Tecidos de Linho para Produtos de Moda.* 5.
- Santos, C. (2018). “*Impressão botânica em têxteis.*”
- Santos, C., & Sigrist Vanina. (2020). Análise da indústria da moda e a importância da sustentabilidade e da circularidade para o setor. *Bioenergia Em Revista: Diálogos*, 10.
- Scale, Void, Assemblage 001 - Faber Futures.* (n.d.). <https://faberfutures.com/projects/project-coelicolor/scale-void-print/>
- Schulte, N. K., & Lopes, L. (2008). *Sustentabilidade Ambiental: Um Desafio para a Moda.*
- Schulte, N., & Lopez, L. (2007). *Sustentabilidade Ambiental no Produto de Moda.*
- Sholikhah, R., Widowati, Nurmasitah, S., & Nafi’Ah, R. (2022). The impact of the use of different mordant types on the ecoprint dyeing using tegeeran (*Cudraina javanensis*) dye on primisima fabric. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 969(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/969/1/012049>
- Silva, C., & Giuliano, C. (2017). *Sustentabilidade e Moda: Um Estudo Bibliométrico dos Anais do Colóquio de Moda.*
- Silva, H. (2016). *Estudo do Potencial Biotecnológico de Pigmentos Extraídos de Bactérias Isoladas de Ambientes da Caatinga e Costeiro.* Universidade Federal do Ceará.

- Singer, S. (2019). *Christian Dior Spring 2020 Ready-to-Wear Collection*. VOGUE.
<https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2020-ready-to-wear/christian-dior>
- Sobre nós – Matricaria*. (n.d.). <https://matricaria.com.br/sobre/>
- Sousa, R. (n.d.). *Sustentabilidade: o que é, tipos, exemplos, empresarial*. Brasil Escola.
<https://brasilecola.uol.com.br/educacao/sustentabilidade.htm>
- Souza, T., Ribeiro, R., Ayres, E., & Viana, F. (2021). A sustentabilidade na indústria da moda e o ressurgimento dos corantes naturais: desafios e possibilidades no século XXI. *DObras*, 32.
- Tingimento Natural | Flavia Aranha*. (n.d.). Retrieved May 6, 2022, from <https://www.flaviaaranha.com/pages/tingimento-natural>
- Transversal - Faber Futures*. (n.d.). <https://faberfutures.com/projects/project-coelicolor/transversal/>
- Trend Forecasting & Analytics 2023-2031 | WGSN*. (n.d.). Retrieved June 13, 2022, from <https://www.wgsn.com/en>
- Venil, C. K., Dufossé, L., & Ponnuswamy, D. (2020). Bacterial Pigments: Sustainable Compounds With Market Potential for Pharma and Food Industry. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4.
- Venil, C. K., Zakaria, Z. A., & Ahmad, W. A. (2013). Bacterial pigments and their applications. *Process Biochemistry*, 48(7), 1065–1079.
- Viana, T., Almeida, M., Ayres, E., & Canaan, R. (2015). *O Design de Moda como ferramenta na Utilização de Pigmentos Naturais na Indústria Têxtil*.
- Youcom*. (n.d.). <https://www.youcom.com.br/>
- Zeefier*. (n.d.). Retrieved May 6, 2022, from <https://zeefier.eu/our-story/>

