Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Márcia Martins Ferreira

Estamparia com Corantes Naturais Provenientes de Resíduos de Biomassa de Origem Vegetal

Outubro de 2025

Estamparia com Corantes Naturais Provenientes de Resíduos de Biomassa de Origem Vegetalo
Márcia Martins Ferreira
UMinho | 2025

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Márcia Martins Ferreira

Estamparia com Corantes Naturais Provenientes de Resíduos de Biomassa de Origem Vegetal

Outubro de 2025

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Márcia Martins Ferreira

Estamparia com Corantes Naturais Provenientes de Resíduos de Biomassa de Origem Vegetal

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Têxtil: Materiais e Tecnologias Avançadas

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professora Isabel Cabral
Professor Andrea Zille

Outubro de 2025

Direitos de Autor e Condições de Utilização do Trabalho por Terceiros

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

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

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



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

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

Declaração de Integridade

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

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

Assinado por: **Márcia Martins Ferreira**
Num. de Identificação: 30948581
Data: 2025.12.05 21:55:17+00'00'

Agradecimentos

À orientadora, Professora Isabel Cabral, pelo apoio prestado durante a elaboração de todo o projeto, quer nas atividades desenvolvidas no laboratório, quer na redação da presente dissertação, pela disponibilidade e pelo auxílio prestado na tomada de decisões que se mostraram importantes para dar seguimento a este estudo.

Ao coorientador, Professor Andrea Zille, por todo o apoio e aprendizagem concedidos durante a realização da investigação, bem como a indicações essenciais para obter um bom desempenho na prática laboratorial.

À minha família, em particular à minha irmã, à minha mãe e à Amora, que durante todo o período de elaboração desta dissertação, me apoiaram, motivarem e suportaram, nos momentos mais difíceis e também nos momentos mais felizes.

Aos meus colegas, por me auxiliarem em trabalho de laboratório e por me apoiarem na realização deste projeto.

Resumo

Nos dias de hoje a sustentabilidade é uma temática central e transversal a todos os setores e áreas. Considerando o aumento de poluição devido à utilização de corantes sintéticos, surge a necessidade de reduzir o uso de produtos químicos e tornar os métodos de produção mais sustentáveis e seguros. Desta forma, os corantes naturais mostram-se como uma alternativa adequada, uma vez que têm uma longa história e são valorizados pelos seus benefícios ecológicos e tonalidades e qualidades únicas.

No que respeita à indústria têxtil, já se verifica um recurso aos corantes naturais, em particular no setor da tinturaria. Contudo, este avanço não é acompanhado pelo setor da estamparia, que apresenta ainda escassez de informação relativamente a este tópico.

Face ao exposto, a presente dissertação contempla como principal objetivo o estudo de corantes naturais provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal no setor da estamparia têxtil. Para tal, serão desenvolvidas tarefas teórico-práticas, que abrangem a extração, aplicação e testagem dos corantes naturais aplicados por estamparia direta em substrato de algodão, de modo a adquirir uma maior compreensão de algumas das suas propriedades como a solidez da cor e capacidade colorística.

Para o desenvolvimento das pastas de estampar, foram selecionadas como matérias-primas dos corantes o ouriço da castanha, a casca de romã e a flor de *Butterfly Pea*, o que, em conjunto com diferentes mordentes e espessantes, possibilitou a obtenção de uma paleta de cores, cujas tonalidades variam entre rosa, amarelo, castanho, azul e cinza.

De forma sumária, após a análise dos dados referentes aos ensaios de solidez à luz, à lavagem e à fricção a húmido e a seco, pode afirmar-se que o corante ouriço de castanha, o sulfato de ferro e a goma guar são, de uma forma geral, os responsáveis pelo contributo mais significativo ao nível da solidez da cor, à semelhança dos processos de taninagem e vaporização, que se apresentam como procedimentos de relevância no presente estudo.

No futuro, com vista a motivar a adoção de práticas mais sustentáveis, surge a necessidade de se proceder a mais estudos, com o intuito de compreender o comportamento dos

corantes naturais, em conjunto com os materiais naturais presentes na pasta de estampar, bem como os benefícios da sua utilização.

Palavras-Chave: Corantes naturais, Estamparia têxtil, Solidez da cor

Abstract

Nowadays, sustainability is a central and transversal theme across all sectors and areas. Considering the increasing pollution caused by the use of synthetic dyes, there is a need to reduce the use of chemicals and make production methods more sustainable and safe. In this context, natural dyes emerge as a suitable alternative, as they have a long history and are valued for their ecological benefits and unique shades and qualities.

In the textile industry, there is already a shift towards the use of natural dyes, particularly in the dyeing sector. However, this advancement has not been mirrored in the printing sector, which still lacks information on this topic.

In this sense, the main objective of this dissertation is to study natural dyes derived from plant-based biomass waste in the textile printing sector. To achieve this, theoretical and practical tasks will be developed, which include the extraction, application, and testing of natural dyes applied through direct printing on cotton substrates, in order to gain a better understanding of some of their properties, such as color fastness and color strength.

For the development of the printing pastes, chestnut husks, pomegranate peel, and butterfly pea flowers were selected as raw materials for the dyes, which, in combination of diferent mordant and thickeners, made it possible to obtain a color palette ranging from pink, yellow, brown, blue, and gray.

In summary, after analyzing the data from the lightfastness, washing, and wet and dry rubbing tests, it can be stated that chestnut husks dye, iron sulfate, and guar gum are generally responsible for the most significant contribution to color fastness, similar to the tanning and steaming processes, which are relevant procedures in this study.

In the future, with a goal to encouraging the adoption of more sustainable practices, further studies are needed to understand the behavior of natural dyes in combination with the natural materials present in the printing paste, as well as the benefits of their use.

Key-Word: Natural dyes, Textile printing, Color fastness

Índice

1. Introdução 1

Objetivo 2

Metodologias de Investigação 2

Estrutura da Dissertação 4

2. Enquadramento Teórico 5

2.1. Estamparia Direta 5

2.1.1. Processos de Estamparia 6

Estamparia por Blocos 7

Estamparia por Transferência 7

Estamparia ao Quadro 8

Estamparia Digital 10

2.1.2. Materiais Utilizados nos Processos de Estamparia 11

Materiais Corantes 11

Espessantes 12

Mordentes 12

Ligantes 13

Auxiliares Químicos 13

2.1.3. Parâmetros Influenciadores 13

2.2. Corantes 15

2.2.1. Corantes Naturais 17

Corantes Naturais Provenientes de Plantas 18

Corantes Naturais Provenientes de Animais 18

Corantes Naturais Provenientes de Minerais 18

Corantes Naturais Provenientes de Fungos 19

Corantes Naturais Provenientes de Bactérias 19

2.2.2. Processos de Extração 20
Extração Aquosa 20
Extração em Meio Alcalino 21
Extração em Meio Ácido 21
Extração por Solventes 22
Extração Enzimática 22
Extração Assistida por Ultrassom 23
Extração Assistida por Micro-ondas 24
Extração com Fluido Supercrítico 25
Extração Soxhlet 26
2.3. Estamparia Têxtil com Corantes Naturais – Estudos Prévios 27
3. Materiais e Métodos 31
3.1. Materiais 31
Substrato Têxtil 31
Pasta de Estampar 31
Taninos 35
Intermediário de Transferência 35
3.2. Métodos 36
Processo de Extração Aquosa 36
Processo de Redução de Soluções Corante 37
Processo de Taninagem 38
Preparação da Pasta de Estampar 39
Processo de Estamparia ao Quadro Plano 40
Processo de Vaporização 41
Avaliação Colorística e Testes de Solidez 41
4. Resultados e Discussão 45

Observação Direta 45

Coordenadas de Cor 48

Reflectância de Cor 50

Solidez à Lavagem 54

Solidez à Fricção a Húmido e a Seco 57

Solidez à Luz 59

5. Conclusão e Previsões Futuras 64

Referências Bibliográficas i

Anexo I – Materiais Corantes, Método de Extração e Composição da Pasta de Estampar. Estudos Preliminares v

Anexo II – Observação Direta de Cor. Estudos Preliminares vi

Índice de Figuras

Figura 1 - Técnicas de Estamparia. Adaptado de (Rainert, et al., 2024) 7
Figura 2 - Estamparia com Quadro Plano. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 9
Figura 3 - Estamparia com Quadro Rotativo. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 10
Figura 4 - Tipos de Corantes e Pigmentos. Adaptado de (Rainert, et al., 2024; Pranta & Rahaman, 2024) 16
Figura 5 - Extração Aquosa. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 21
Figura 6 - Extração por Solventes. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 22
Figura 7 - Extração Enzimática. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 23
Figura 8 - Extração Assistida por Ultrassom. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 24
Figura 9 - Extração Assistida por Micro-ondas. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 25
Figura 10 - Extração com Fluído Supercrítico. Adaptado de (Repon, et al., 2024) 26
Figura 11 - Extração Soxhlet. Adaptado de (Repon, et al., 2024; Castro & Ayuso, 2000) 27
Figura 12 - Espessantes. a. Goma Guar; b. Amido de Milho 34
Figura 13 - Intermediário de Transferência 36
Figura 14 - Material de Extração. a. Butterfly Pea; b. Ouriço de Castanha 37
Figura 15 - Evaporador Rotativo Heidolph VV2000 38
Figura 16 - Processo de Taninagem 39
Figura 17 - Processo de Vaporização 41
Figura 18 – Espaço Colorimétrico CIELAB 43
Figura 19 - Padrão Estampado com Corante de Ouriço de Castanha e Espessante FF 47

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Parâmetros Influenciadores da Estamparia. (Repon, et al., 2024; Repon, et al., 2024; Teixeira, 2019) 14
Tabela 2 - Estudos Prévios. Resumo 30
Tabela 3 - Componentes das Pastas de Estampar: Formulações Utilizadas 39
Tabela 4 - Observação Direta de Cor: Amostras Estampadas com Corantes de Chá Azul, Ouriço de Castanha e Casca de Romã 46
Tabela 5 - Coordenadas de Cor. Amostras com e sem Vaporização 48
Tabela 6 - Solidez à Lavagem: Resultados da Escala de Cinzas (Alteração de Cor) e Registo Fotográfico 54
Tabela 7 - Solidez à Fricção a Húmido e a Seco: Resultados da Escala de Cinzas 58
Tabela 8 - Solidez à Luz: Resultados ΔE* e Registo Fotográfico 60
Tabela 9 - Parâmetros Influenciadores da Estamparia no Presente Estudo 63

Lista De Siglas

C Chá Azul (*Butterfly Pea*);

O Ouriço;

R Romã;

S Amostra com vaporização;

EFF Espessante FF;

AMA Amido de Milho e Alúmen;

TAMA Amido de Milho e Alúmen, com Taninagem;

AMSF Amido de Milho e Sulfato de Ferro;

TAMSF Amido de Milho e Sulfato de Ferro, com Taninagem;

GGA Goma Guar e Alúmen;

TGGA Goma Guar e Alúmen, com Taninagem;

GGSF Goma Guar e Sulfato de Ferro;

TGGSF Goma Guar e Sulfato de Ferro, com Taninagem.

1. Introdução

Nos dias de hoje a sustentabilidade é uma temática central e transversal a todos os setores e áreas, sendo cada vez mais comuns as investigações e campanhas de consciencialização que reforçam a necessidade de estudar e aplicar materiais e técnicas mais sustentáveis. No seguimento desta linha de pensamento, pode destacar-se a utilização de resíduos normalmente desperdiçados como substituto dos materiais sintetizados, com o intuito de promover o desperdício zero.

No que respeita à indústria têxtil, já se verificam progressos ao nível da sustentabilidade, nomeadamente com o recurso aos corantes naturais, em particular no setor da tinturaria. Contudo, este avanço não é acompanhado pelo setor da estamparia, que apresenta ainda escassez de informação relativamente a este tópico. Este setor é considerado poluente devido à libertação excessiva de corantes sintéticos e agentes químicos utilizados na produção. De forma a dar resposta a esta problemática, tem-se notado uma evolução na tentativa de recorrer à utilização de alternativas como materiais com capacidade de biodegradação, corantes naturais e substrato têxtil composto por fibras naturais, com o intuito de tornar a produção e estamparia têxtil mais sustentáveis e minimizar os efeitos negativos provocados à saúde e ao ambiente.

Na estamparia têxtil são utilizados diversos materiais que, normalmente, compõem a pasta de estampar, entre os quais espessantes, materiais corantes, produtos auxiliares e água. O material corante, pigmento ou corante, é selecionado com base nas propriedades que os distinguem, sendo os pigmentos caraterizados pela sua aplicação em qualquer tipo de fibra por processos mais simples, bem como pela ausência de lavagens finais. Já os corantes tratam-se de materiais com afinidade às fibras sem necessidade de ligantes, que promovem um toque mais agradável e melhor solidez quando comparados aos primeiros. Pelas vantagens descritas e face à escassez de investigação relativa à utilização de corantes no setor da estamparia, considera-se benéfico aprofundar este estudo.

Os corantes naturais são valorizados pelas tonalidades e qualidade que conferem aos produtos e, apesar da escassez, do elevado valor económico e das limitações e dificuldades na obtenção de tonalidades e propriedades de solidez de cor, possuem vantagens como a capacidade de serem materiais renováveis, a ausência de libertação de químicos e a possibilidade de apresentarem caraterísticas antimicrobianas.

Neste sentido, e de modo a contribuir para o reforço dos estudos de investigação nesta área, que visam o desenvolvimento de novas metodologias mais sustentáveis de estamparia através da utilização de corantes naturais obtidos de resíduos de biomassa de origem vegetal, surgiu a proposta de elaborar o presente projeto.

Objetivo

A presente dissertação contempla como principal objetivo o estudo de corantes naturais provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal no setor da estamparia, aplicados em substrato têxtil de algodão. Para tal, serão desenvolvidas tarefas teórico-práticas com vista à aquisição de uma maior compreensão de algumas das propriedades de um conjunto de corantes selecionados como a solidez da cor e capacidade colorística, definindo-se como objetivos específicos:

- Extração de corantes provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal;
- Estudo inicial comparativo da aplicação dos corantes em estamparia direta com pasta de estampar convencional;
- Avaliação e seleção dos corantes a investigar;
- Estudo e otimização do desenvolvimento de pastas de estampar com produtos naturais;
- Estudo do processo de estamparia têxtil direta;
- Avaliação dos resultados cromáticos e propriedades de solidez da cor à lavagem, luz e fricção.

Com este trabalho é pretendido conceder um valioso contributo para enriquecer o conteúdo teórico referente a esta temática, bem como o desenvolvimento de um demonstrador de estamparia têxtil natural com um mínimo de três cores.

Metodologias de Investigação

Este projeto segue uma metodologia baseada em procedimentos de caráter científico para obtenção dos objetivos definidos, recorrendo a métodos de análise qualitativos e quantitativos.

Numa fase inicial é realizada a pesquisa do estado da arte, relativa à estamparia natural têxtil, para a elaboração da componente teórica e, simultaneamente auxiliar a tarefa de seleção e aquisição de materiais necessários para o trabalho experimental.

Em contexto laboratorial, procede-se aos estudos preliminares que incluem a extração dos resíduos de biomassa de origem vegetal por diversos processos e a sua utilização com pasta de estampar convencional, a fim de poderem ser posteriormente aplicados em estamparia direta ao quadro plano num substrato têxtil 100% algodão. Após a aplicação dos corantes, é realizada uma avaliação de resultados e seleção de um conjunto de materiais orgânicos a investigar.

A etapa seguinte tem como objetivo otimizar o processo de extração dos corantes selecionados e estudar o desenvolvimento de pastas de estampar com materiais naturais para posterior aplicação pelo processo de estamparia têxtil direta.

Em seguida, são realizados ensaios de solidez da cor à luz com recurso ao equipamento *Accelerated Weathering QUV* cumprindo o procedimento da norma AATCC Method 186-2009, ensaios de solidez da cor às lavagens com a utilização do equipamento *Washtec-P,* de acordo com os pressupostos da norma NP EN ISO 105-C06 e ensaios de solidez da cor à fricção a húmido e a seco, recorrendo ao equipamento *Crockmeter* segundo a norma NP EN ISO 105-X12. A avaliação colorística é realizada com a utilização do espetrofotómetro *DataColor SF 600 plus C.T.* e *software DataColor Tools*, recorrendo a métodos de análise qualitativos e quantitativos, referentes a observação direta e análise de coordenadas colorimétricas, respetivamente. (Colorists, 2009; Standardization I. O., 2001; Standardization I. O., 2010)

Por fim, é efetuada a análise e discussão dos resultados obtidos, de forma a dar resposta aos objetivos definidos inicialmente, incluindo a realização de um demonstrador de estamparia têxtil natural. Paralelamente a todo o projeto, é efetuado o processo de escrita da dissertação, finalizando-se com as conclusões e perspetivas futuras.

Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos, discriminados em seguida, sendo estes acompanhados por uma sucinta descrição dos temas abordados em cada um:

Capítulo 1 – Introdução: Este primeiro capítulo é constituído por um breve enquadramento temático, pela identificação dos principais objetivos, pela metodologia aplicada e pela informação referente à organização da presente dissertação;

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico: Este capítulo contempla o estado da arte, com ênfase no processo de estamparia direta em quadro plano e nos materiais corantes naturais;

Capítulo 3 – Materiais e Métodos: No terceiro capítulo são enumerados os materiais utilizados, bem como os procedimentos aplicados nas várias etapas do projeto;

Capítulo 4 – Resultados e Discussão: Este capítulo consiste na apresentação e análise crítica dos resultados obtidos;

Capítulo 5 – Conclusão e Previsões Futuras: Neste último capítulo são apresentadas as conclusões e perspetivas futuras relacionadas com a temática abordada no presente projeto.

2. Enquadramento Teórico

No capítulo referente ao enquadramento teórico, são aprofundadas temáticas como a estamparia direta e os seus procedimentos e materiais, bem como os corantes e os processos de extração de matéria corante, com o intuito de contextualizar o projeto e proporcionar uma maior compreensão do tema em estudo. De forma complementar, consta deste capítulo a exposição de artigos previamente desenvolvidos, cujo foco de investigação se prende com a utilização de corantes naturais em estamparia direta.

2.1. Estamparia Direta

A estamparia têxtil é uma das técnicas mais utilizadas e conhecida pela sua versatilidade e capacidade de coloração e personalização de materiais têxteis (*e.g.* cor, design, efeito), numa área localizada. A estamparia, seja ela convencional ou digital, é composta por diferentes etapas, desde a criação do motivo a estampar até possíveis tratamentos posteriores, abordadas em seguida: (Rainert, et al., 2024; Repon et al., 2024; Santos, 2022; Wardman, 2018)

- Criação e adaptação do motivo/ ilustração original – Etapa mais criativa e tecnológica, em que se presta especial atenção às potencialidades e limitações das tecnologias disponíveis, bem como às dimensões do desenho;
- Separação de cores – Etapa que inicialmente era desenvolvida manualmente e atualmente de forma automática em sistemas CAD-CAM. Após realizada a separação, produzem-se misonetes, se o intermediário o exigir;
- Gravação do intermediário de transferência – Processos de gravação (*e.g.* laser) de acordo com a técnica utilizada para estampar;
- Preparação do substrato – Nesta etapa são realizados procedimentos como desengomagem, branqueamento e/ ou mercerização que preparam o substrato. Desta forma, podem ser removidos quaisquer resíduos ou cor provenientes de processos têxteis anteriores;
- Estampagem – Estamparia de um motivo através da aplicação do corante/ pigmento no substrato por processos artesanais ou industriais;

- Secagem – Este processo deve ser realizado com o intuito de evitar a migração ou defeitos na uniformidade da cor;
- Fixação – Promove a adesão do corante/ pigmento às fibras devido à humidade e ao rápido aquecimento do substrato. Este processo pode ser aplicado após a estamparia com o intuito de melhorar a solidez da cor;
- Lavagem – Etapa de remoção do excesso de corante ou substâncias presentes à superfície do substrato. Este processo é normalmente dividido em fases, desde o enxaguamento com água fria e água quente, lavagem com sabão e, novamente, lavagem com água quente e fria;
- Tratamentos posteriores – Processo realizado com o intuito de melhorar propriedades como o toque através da aplicação de possíveis tratamentos (*e.g.* amaciador, anti-microbiano, anti-odor).

2.1.1. Processos de Estamparia

A estamparia pode ser realizada de forma artesanal ou industrial, por diversos processos de transferência de cor, destacando-se estamparia por blocos, por transferência, quadro plano, quadro rotativo e digital (Figura 1). Os géneros dos intermediários utilizados na transferência de pastas de estampar para o material têxtil podem variar, de acordo com o diferente processo de estamparia, entre rolos de cobre, quadros planos, quadros rotativos ou jatos de tinta. O processo de estamparia apresenta aspetos favoráveis como reduzido consumo de água e consequente menor libertação de efluentes, bem como a possibilidade de ser realizada num material preparado e/ ou previamente colorido. (Rainert, et al., 2024; Rana, et al., 2022; Repon et al., 2024; Santos, 2022)

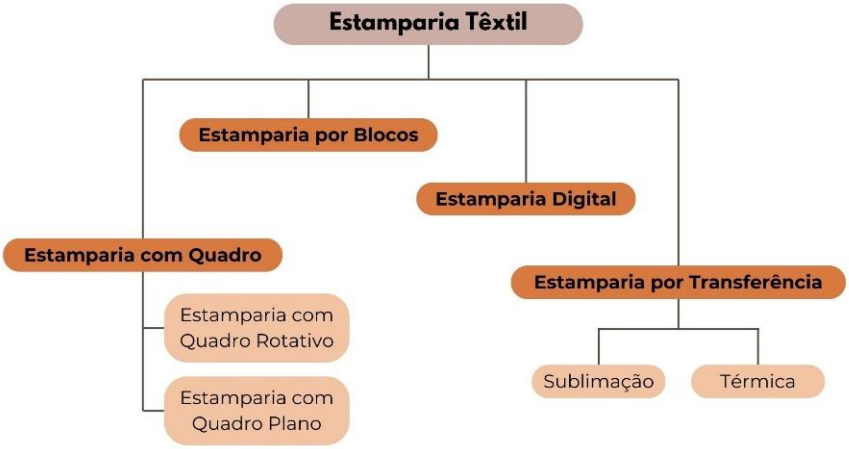


Figura 1 - Técnicas de Estamparia. Adaptado de (Rainert, et al., 2024)

Estamparia por Blocos

A estamparia por blocos é uma técnica manual considerada como o primeiro método de estamparia têxtil e de fácil aplicação, com funcionamento idêntico ao carimbo. Para a estamparia por blocos, são utilizados mesa e pasta de estampar, blocos de madeira ou linóleo e substrato têxtil. Esta consiste na utilização de relevos elevados, com o formato da ilustração/ motivo desejado, que recebem a pasta que será transferida para a superfície do substrato através do exercício de pressão. (Alegbe & Uthman, 2024; Rainert, et al., 2024; Repon et al., 2024; Teixeira, 2019)

A estamparia por blocos origina uma imagem em espelho e pode ser repetida até que sejam impressas todas as cores, sendo o substrato deixado secar entre cada impressão, permitindo a criação de desenhos mais complexos. Esta técnica deve ser realizada por um profissional com nível de competências elevado. (Alegbe & Uthman, 2024; Repon et al., 2024)

Estamparia por Transferência

A estamparia por transferência consiste na transferência de uma ilustração impressa em papel para o substrato têxtil por meio de pressão e temperatura. Este processo pode dar-se por transferência térmica ou por sublimação, o que permite a obtenção de diferentes resultados referentes ao toque e/ ou durabilidade. (Rainert, et al., 2024)

Estamparia ao Quadro

A estamparia ao quadro é dos processos de estamparia mais utilizados na indústria têxtil e pode ser dividida em estamparia ao quadro plano e estamparia ao quadro rotativo. O modo de aplicação é idêntico em ambas as técnicas e os aparelhos são classificados de acordo com o nível de automação (manual, semi-automático, automático) e com o número de cores do estampado. Porém, é possível identificar algumas limitações à sua utilização, nomeadamente no que concerne à dimensão do estampado, bem como ao número limitado de telas, ou seja, o número de cores presentes na ilustração. (Rainert, et al., 2024; Repon et al., 2024; Teixeira, 2019)

- **Estamparia ao Quadro Plano**

A estamparia ao quadro plano pode ser aplicada a uma vasta variedade de fibras ou misturas têxteis e engloba importantes elementos como a mesa de estampar, a tela de poliéster com resistência a bases e ácidos fortes, o caixilho de ferro ou de madeira, a pasta de estampar e a racla de metal ou borracha (Figura 2). Esta técnica consiste na aplicação da pasta de estampar, numa área localizada do substrato têxtil, através do exercício de pressão com a racla sobre o quadro, o que permitirá à pasta atravessar a estrutura da tela até entrar em contacto com o substrato. (Rainert, et al., 2024; Repon et al., 2024)

A tela é normalmente composta por monofilamento de poliéster e apresenta uma estrutura tafetá, o que faz com que a passagem da pasta seja sempre em forma quadrada. É classificada em função da sua *mesh* (número de linhas por polegada) e o seu tamanho limita o tamanho da ilustração. De forma a evitar o deslize do substrato durante a aplicação da pasta, pode ser necessária a utilização de cola à base de água ou um adesivo termoplástico. (Repon et al., 2024; Teixeira, 2019; Wardman, 2018)

A estamparia ao quadro plano foi adotada em várias culturas como têxteis tradicionais africanos e moda contemporânea devido à possibilidade de criação de padrões precisos e repetitivos. (Alegbe & Uthman, 2024)

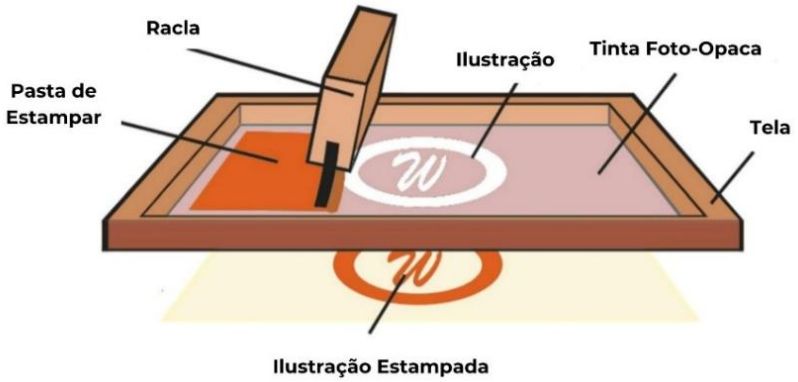


Figura 2 - Estamparia com Quadro Plano. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

No processo de estamparia ao quadro plano são vários os parâmetros que influenciam a qualidade e o resultado final, podendo destacar-se a composição e estrutura do substrato, o peso por unidade de área, a pressão e a velocidade do processo. A quantidade de pasta que é transferida para o substrato é definida pela *mesh*, sendo que uma maior *mesh* faz corresponder a uma quantidade mais reduzida de pasta transferida. (Rainert, et al., 2024; Santos, 2022)

- **Estamparia ao Quadro Rotativo**

A estamparia ao quadro rotativo é uma técnica versátil, semelhante ao quadro plano, cada vez mais comum, e permite uma estamparia contínua através da utilização de cilindros metálicos (aço inoxidável ou níquel) de peso reduzido (Figura 3). Esta técnica mostra-se mais adequada para produções mais elevadas, sendo possível a reprodução de até 24 cores em simultâneo, uma por cada cilindro, e o alcance de velocidades de 50 a 100 metros por minuto. (Rainert, et al., 2024; Repon et al., 2024)

Na estamparia ao quadro rotativo, o substrato têxtil move-se continuamente sob telas cilíndricas onde a pasta, armazenada em depósitos, é injetada no seu interior e forçada a atravessar a tela pelo exercício de pressão aplicado pela racla. Contudo, o facto de se tratar de um processo de estamparia contínua com uma elevada velocidade de produção, pode comprometer a qualidade do resultado final. (Repon et al., 2024; Wardman, 2018)

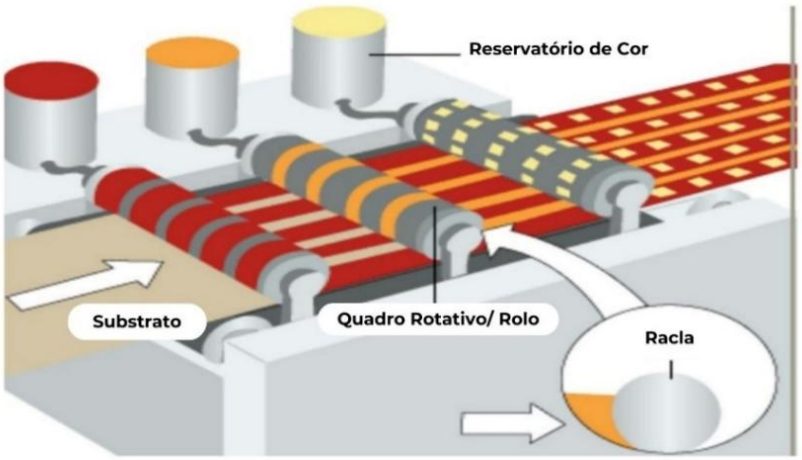


Figura 3 - Estamparia com Quadro Rotativo. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Estamparia Digital

A estamparia digital, também denominada por estamparia com jato de tinta, apresenta um funcionamento idêntico a uma impressora comum, substituindo-se o substrato de papel por um substrato têxtil. Para a sua realização, as ilustrações são trabalhadas em computador e transferidas para a máquina sem necessidade de preparação prévia de um intermediário, sendo possível a alteração do desenho sem ajustes ou interrupções da produção. (Rainert, et al., 2024; Repon, et al., 2024)

A estamparia digital utiliza um controlo digital, uma abordagem sem contacto, o que torna o processo simples, rápido e com reduzida necessidade de recursos. Esta técnica mostra-se versátil e permite a obtenção de maior definição do desenho, utilização de uma vasta variedade de cores, respeito pelo ambiente através da redução de gastos em água e eletricidade e inovação. Em contrapartida, são conhecidos também aspetos menos favoráveis como o elevado custo de manutenção, que pode levar a defeitos de qualidade, bem como a impossibilidade de reprodução de determinados efeitos (*e.g.* devoré, camurça, *glitter*). (Rainert, et al., 2024; Repon, et al., 2024)

2.1.2. Materiais Utilizados nos Processos de Estamparia

Na estamparia têxtil são utilizados diversos materiais que, normalmente, compõem a pasta de estampar, entre os quais espessantes, materiais corantes, produtos auxiliares e água. Estes elementos têm como objetivo garantir definição, qualidade e solidez de cor através da sua aplicação controlada no substrato têxtil. (Repon et al., 2024; Wardman, 2018)

Materiais Corantes

Os materiais corantes utilizados na pasta de estampar conferem cor ao substrato em que são aplicados e podem ser corantes ou pigmentos, sendo a sua seleção efetuada com base nas propriedades que os distinguem e nas caraterísticas do substrato têxtil. (Alegbe & Uthman, 2024; Rainert, et al., 2024; Repon, et al., 2024)

Os pigmentos podem ser incolores, coloridos ou fluorescentes, não sendo afetados pelo meio em que são aplicados, e podem ser classificados como orgânicos ou inorgânicos insolúveis dispersando-se sob a forma de partículas. Estes são caraterizados pela ausência de afinidade com as fibras têxteis e pela sua aplicação, em qualquer tipo de fibra, por processos mais simples, bem como pela ausência de lavagens finais. (Wardman, 2018)

Os corantes são definidos como substâncias cromóforas que podem ser de origem natural ou sintética, tratando-se de materiais com afinidade às fibras sem necessidade de ligantes, e são classificados como sólidos orgânicos solúveis com capacidade de dispersão a nível molecular. Das propriedades pretendidas na estamparia, destacam-se a afinidade e a resistência à fricção, luz e lavagem, bem como a compatibilidade com outros auxiliares presentes na pasta. O corante é frequentemente utilizado num ambiente húmido e pode beneficiar da adição de um mordente para melhorar a sua resistência. (Repon, et al., 2024; Wardman, 2018)

Fazendo uma comparação entre os diferentes materiais corantes, é possível referir que os pigmentos evidenciam melhores resultados ao nível da solidez à luz, enquanto que os corantes promovem um toque mais agradável e melhor solidez e conferem cores mais brilhantes.

Espessantes

O espessante é um agente de primordial importância, de origem natural, natural modificada e sintética, que atua como um meio para a transferência da pasta para o substrato têxtil. A sua presença considera-se essencial devido às suas propriedades físico-químicas como a viscosidade, o que promove flexibilidade e um maior controlo da transferência da pasta aquando do processo de estamparia, bem como o impedimento da migração das moléculas de corante durante procedimentos posteriores como a secagem ou a fixação, permitindo a transferência do corante para o interior da fibra, pela absorção de água e humidade, e a obtenção de desenhos precisos e claros. Destas propriedades, são ainda alvo de destaque a estabilidade térmica, mesmo quando submetidos a elevadas temperaturas ou fixação térmica, bem como a sua capacidade de biodegradação, a fim de evitar quaisquer efeitos negativos no ambiente ou em águas residuais. (Rainert, et al., 2024; Repon, et al., 2024; Teixeira, 2019)

A seleção do espessante deve ser efetuada tendo em consideração o tipo de corante, a técnica utilizada e a estrutura e caraterísticas do substrato têxtil. (Repon, et al., 2024)

Mordentes

Os mordentes são compostos que criam ligações entre os corantes e as fibras, o que permite uma maior absorção e resistência de cor, bem como a obtenção de cores mais intensas e novas tonalidades. Estes são empregues quando se verifica uma fraca afinidade entre o corante e a fibra, de modo a fixarem-se às fibras do substrato e interagirem com o corante. A sua aplicação pode ser realizada previamente ao processo de estamparia (pré-mordentagem), o que altera a estrutura da fibra, ou em conjunto com o corante. É de referir que a utilização do mordente pode conduzir a uma alteração da cor obtida. (Ahmed, et al., 2024; Alegbe & Uthman, 2024; Gomes, 2022; Machado de Araújo, 2006; Repon, et al., 2024)

Os mordentes podem ser de origem natural ou sintética, destacando-se os primeiros pela sua biodegradabilidade e reduzido impacto ambiental, o que se traduz numa relação mais saudável e prolongada entre o corante e as fibras. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024)

Ligantes

Os ligantes são compostos que podem ser adicionados à pasta de estampar, uma vez que apresentam a capacidade de estabelecer a ponte de ligação entre os materiais corantes e as fibras do substrato através da formação de uma película, resistente a condições externas e uso diário (*e.g.* exposição solar, lavagens domésticas), que fixa as partículas corantes. Estes podem ser denominados por reativos ou não reativos e as suas caraterísticas interferem com a qualidade e durabilidade do produto, uma vez que podem secar e formar fissuras, adquirir um tom amarelado ou conferir um toque áspero ao substrato em que são aplicados. É de referir que o uso de ligante em abundância contribui para uma melhor solidez da cor, contudo concede maior rigidez ao substrato, o que interfere com a sensação de conforto. A sua seleção deve contemplar o tipo de ligação entre o corante e a fibra, bem como o cumprimento de requisitos, nomeadamente custo reduzido, solidez da cor (*e.g.* lavagem, fricção, luz) e rendimento de cor. (Rainert, et al., 2024)

Auxiliares Químicos

Para além dos materiais supracitados, podem ainda constar na composição da pasta de estampar os auxiliares químicos. Estes são compostos que melhoram o desempenho e a qualidade do produto final e que permitem obter efeitos específicos. Podem ser agentes de fixação, agentes hidrotrópicos, amaciadores, anti-espuma, ignífugos, ajustadores de pH ou aromas, que conferem propriedades únicas aos substratos e podem ser aplicados com vista a ajustar ou alterar caraterísticas como toque, brilho e durabilidade. (Rainert, et al., 2024; Repon, et al., 2024)

2.1.3. Parâmetros Influenciadores

No decorrer do processo de estamparia, vários parâmetros influenciam o processo e a qualidade do estampado (Tabela 1), podendo destacar-se o pré-tratamento, substrato têxtil, pasta de estampar, espessante, corante, tempo e temperatura, pressão, fixação e pós-tratamento. Com o intuito de obter o melhor desempenho, todos os parâmetros devem ser otimizados e controlados.

Tabela 1 - Parâmetros Influenciadores da Estamparia. (Repon, et al., 2024; Repon, et al., 2024; Teixeira, 2019)

Parâmetro	Observações	Influência
Pré-Tratamento	Prepara o material têxtil para a aplicação de corantes ou pigmentos; Remove ceras, óleos ou impurezas presentes no substrato; Varia consoante o tipo de material e o processo de estamparia.	Reduzir a probabilidade de defeitos (*e.g.* cor irregular, manchas ou riscas); Permitir que os corantes ou pigmentos atinjam o seu potencial em termos de intensidade e clareza da cor.
Espessante	Composto que atua como um meio para a transferência da pasta de estampar para o substrato têxtil.	Evitar a separação do corante; Promover flexibilidade e um maior controlo da transferência da pasta; Impedir a migração das moléculas de corante.
Pasta de Estampar	Constituída por espessante, pigmentos ou corantes, mordentes e outros agentes auxiliares; A composição difere consoante a técnica de estamparia aplicada, o tipo de corante, a estrutura e caraterísticas do substrato têxtil e os resultados pretendidos.	Garantir definição, qualidade e solidez de cor; Adição de agentes auxiliares para a retenção do corante no tecido para melhorar a qualidade e durabilidade do estampado.
Substrato Têxtil	Composto por fibras naturais, sintéticas ou mistura de fibras, que apresentam caraterísticas distintas, o que faz variar a ligação entre o corante e a fibra.	Reduzido valor de impurezas presentes, conduz a um melhor desempenho e propriedades do estampado; Processos de modificação de superfície do substrato têxtil (*e.g.* tratamento de plasma, tratamento enzimático, radiações gama) e de mordentagem, pré ou pós estamparia, para melhorar as propriedades de resistência e solidez de cor, bem como a afinidade do corante.

Corantes	Substâncias com capacidade colorística, sendo esta designação motivada pelo facto de atribuírem cor aos materiais.	Afinidade; Compatibilidade com outros auxiliares presentes na pasta de estampar.
Tempo do Processo de Estamparia	Dependente da composição do corante e do substrato têxtil.	Eficácia e eficiência no processo para obtenção de resultados de maior qualidade.
Temperatura do Processo de Estamparia	Selecionada de acordo com o tipo e resistência térmica do substrato.	Tempo despendido no processo de estamparia; Eficácia e eficiência no processo para obtenção de resultados de maior qualidade.
Pressão	O nível de pressão depende da capacidade de penetração do corante e da natureza do substrato têxtil.	Valores mais elevados de pressão asseguram uma boa aceleração do transporte do corante para a fibra.
Fixação	Reação que ocorre entre a superfície do tecido e as moléculas de corante, o que origina uma forte ligação covalente.	Promover uma maior adesão do corante às fibras.
Pós-Tratamento	Procedimento realizado após o processo de estamparia (*e.g.* cura, lavagem, secagem ou aplicação de agentes de fixação).	Remover possíveis excessos de corante na superfície do material têxtil; Auxiliar na melhoria das propriedades dos materiais como solidez da cor, aspeto, resistência, durabilidade e conforto.

2.2. Corantes

O primeiro contacto entre o ser humano e o produto ocorre por meio da visão, que avalia aspetos da sua estética como a forma e a cor. A capacidade colorística dos produtos é-lhes atribuída pelos materiais corantes, podendo estes ser de origem natural ou sintética, dependendo do método realizado para a sua obtenção, nomeadamente a extração de plantas, minerais e

animais ou a sintetização pelo Homem, respetivamente (Figura 4). A sua aplicação abrange a indústria têxtil, cosmética e alimentar, com a capacidade de transmitir um estatuto, um significado religioso e/ ou uma identidade regional, uma vez que são atribuídos diferentes significados a cada cor, o que molda a linguagem dos têxteis e do vestuário. Nas técnicas de estamparia, os corantes são utilizados para criar um determinado padrão, desenho e efeito. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Rainert, et al., 2024; Rashad, Khatib, Shokry, & EL-Zawahry, 2025; Repon, et al., 2024; Veja, et al., 2025)

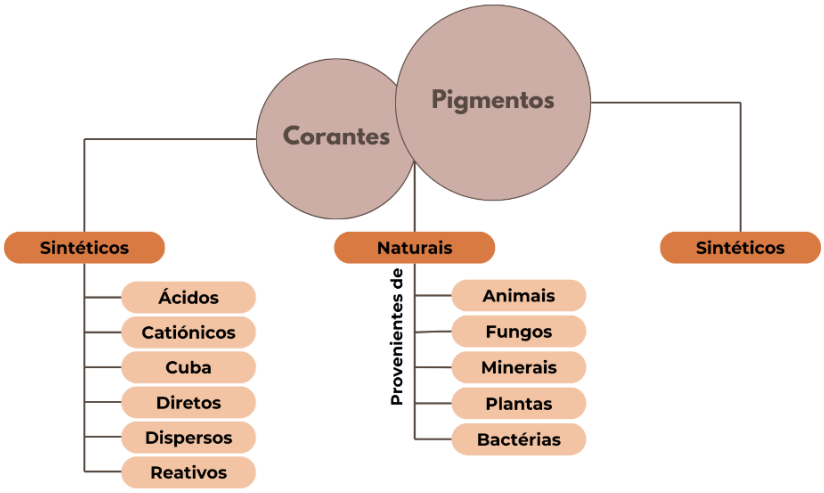


Figura 4 - Tipos de Corantes e Pigmentos. Adaptado de (Rainert, et al., 2024; Pranta & Rahaman, 2024)

Os corantes devem seguir considerações criteriosas e possuir propriedades como cor intensa, resistência a tratamentos posteriores e/ ou utilização diária e capacidade de reagirem e serem absorvidos pelas fibras, bem como uma boa solubilidade, que permita a sua dissolução numa pequena quantidade de água e a sua solubilização durante o processo de vaporização/ fixação. Os materiais previamente tratados revelam melhores resultados relativamente às propriedades enumeradas, assim como na clareza e nitidez do desenho e no desempenho da cor. (Rainert, et al., 2024; Santos, 2021)

Os corantes naturais apresentam disponibilidade e variedade de cores limitadas e requerem processos de obtenção de cor lentos e dispendiosos, o que conduziu ao recurso a corantes sintéticos. Contudo, estes acarretam aspetos negativos a nível ambiental, bem como possíveis reações adversas no ser humano. Por este motivo, os corantes naturais apresentam-se,

ainda assim, como uma solução mais sustentável, por se tratarem de materiais biodegradáveis e revelarem um impacto reduzido para o ambiente e para a saúde. (Alegbe & Uthman, 2024; Chungkrang & Bhuyan, 2020; Ferreira, 2013; Zerin, Farzana, Sayem, Anang, & Haider, 2020)

2.2.1. Corantes Naturais

Considerando o aumento da poluição associado à utilização de corantes sintéticos, surge a necessidade de minimizar a utilização de produtos químicos e tornar os métodos de produção mais sustentáveis e seguros. Desta forma, os corantes naturais mostram-se como uma alternativa adequada. Contudo, devido à escassez de informação relativamente a esta temática, verifica-se de suma importância um aprofundamento do seu estudo, com o objetivo de compreender os materiais e processos que podem ser utilizados, reduzindo os efeitos negativos provocados pelos corantes sintéticos. (Repon, et al., 2024)

Os corantes naturais são definidos como uma substância corada, extraída da matéria-prima, animal ou vegetal, por processos físico-químicos (*e.g.* dissolução, precipitação) ou bioquímicos (*e.g.* fermentação). A reação entre o corante e as fibras têxteis é gerada por ligações de hidrogénio fracas e interações hidrofóbicas e a composição dos corantes varia consoante a sua origem, uma vez que as diferentes fontes de cor possuem diferentes compostos. (Alegbe & Uthman, 2024; Gomes, 2022; Klančnik, 2024; Repon, et al., 2024; Vega, et al., 2025)

Na indústria têxtil, os corantes naturais são valorizados pelos seus benefícios ecológicos e tonalidades e qualidades únicas. Para além destes aspetos, possuem ainda vantagens por não incluírem químicos prejudiciais e não libertarem subprodutos, bem como por se tratarem, maioritariamente, de substâncias não tóxicas e não nocivas e, por vezes, apresentarem caraterísticas antibacterianas, o que os torna uma alternativa aos corantes sintéticos. Contudo, apresentam aspetos menos positivos como escassez, necessidade de grandes áreas de produção, elevado valor económico e difícil obtenção e limitação de tonalidades, bem como propriedades de solidez de cor reduzidas e necessidade de maior quantidade de corante para colorir a mesma quantidade de tecido quando comparados com os corantes sintéticos. (Ahmed, et al., 2023; Alegbe & Uthman, 2024; Ferreira, 2013; Machado De Araújo, 2006; Pranta & Rahaman, 2024;

Rana, et al., 2022; Rashad, Khatib, Shokry, & EL-Zawahry, 2025; Repon, et al., 2024; Repon, et al., 2024; Zerin, Farzana, Sayem, Anang, & Haider, 2020)

Corantes Naturais Provenientes de Plantas

Os corantes provenientes de plantas (*e.g.* índigo, curcuma, cebola) são obtidos de diferentes partes das mesmas (*e.g.* raízes, caule, folhas, fruto) e têm a capacidade de reproduzir uma vasta variedade de cores devido a compostos químicos presentes na sua composição. Estes corantes são aplicados há muitos anos em têxteis, artesanato e obras de arte e apresentam vantagens como a capacidade de renovação e biodegradação, bem como a possibilidade de conferirem propriedades antibacterianas ou antioxidantes aos materiais em que são aplicados. Contudo, existem aspetos negativos como a necessidade de conhecimentos para a extração do corante, a durabilidade e a inconsistência de tonalidades obtidas a partir da mesma fonte. (Alegbe & Uthman, 2024; Chungkrang & Bhuyan, 2020; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

Corantes Naturais Provenientes de Animais

Os corantes derivados de animais (*e.g.* cochonilha, tinta de lula) são extraídos de diferentes constituintes dos seus corpos, nomeadamente, ossos, escamas e/ ou secreções e oferecem tonalidades em tons de terra e vibrantes. Estes são aplicados desde a antiguidade em têxteis e cerâmica e mostram-se relevantes no comércio e em práticas culturais. Contudo, apresentam uma menor variação de cores quando comparados com as restantes origens de corantes naturais e a sua extração excessiva levanta preocupações a nível ecológico. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

Corantes Naturais Provenientes de Minerais

Os corantes derivados de minerais, também denominados de pigmentos inorgânicos por apresentarem na sua constituição compostos inorgânicos, podem ser obtidos a partir de pigmentos naturais. Para promover a ligação do corante às fibras torna-se essencial adicionar um

agente aglutinante, uma vez que são muito insolúveis, quer em água quer em outros agentes solúveis. Estes corantes são caraterizados pela sua estabilidade química, solidez de cor e durabilidade, contudo alguns revelam-se venenosos na natureza, o que limita a sua aplicação. Os corantes minerais são utilizados desde os tempos antigos em cerâmica, têxteis e cosmética, sendo o lápis-lazúli um dos mais conhecidos. As cores obtidas podem ser alvo de modificações para tons mais escuros por processos de calcinação. (Alegbe & Uthman, 2024; Chungkrang & Bhuyan, 2020; Pranta & Rahaman, 2024)

Corantes Naturais Provenientes de Fungos

Os corantes provenientes de fungos são extraídos, em condições controladas, da sua parte vegetativa, o micélio fúngico. Estes corantes têm-se mostrado interessantes pela alternativa sustentável que constituem, uma vez que não necessitam de produtos químicos e se tratam de recursos renováveis, assim como contribuem para a reciclagem de resíduos orgânicos. A sua aplicação na indústria têxtil e cosmética deve-se à variedade de cores obtidas, que dependem da espécie do fungo e das condições ambientais. (Alegbe & Uthman, 2024)

Corantes Naturais Provenientes de Bactérias

Os corantes provenientes de bactérias são extraídos por diferentes processos (*e.g.* processamento a alta pressão, campo elétrico pulsado) e revelam-se interessantes pela sua facilidade de produção e vasta seleção de cor. Esta é uma vantagem face aos restantes corantes naturais acima referidos, uma vez que estes apresentam limitações na sua produção e reprodutibilidade, o que não acontece numa cultura de bactérias. A não-toxicidade, a elevada qualidade e as propriedades antioxidantes, antimicrobianas e/ ou proteção UV são também caraterísticas a destacar nos corantes provenientes de bactérias. (Durgade, Jadhav, Shaikh, & Trivedi, 2022; Haque & Naebe, 2024; Phukon, et al., 2025)

2.2.2.Processos de Extração

O processo de extração consiste na recolha de substâncias corantes de diversas fontes com o objetivo de serem aplicadas em diferentes substratos e permite a compreensão do procedimento da preparação da cor de origem natural, bem como a facilitação da transformação de matérias-primas naturais em tonalidades vivas e duradouras. Os métodos tradicionais de extração são transmitidos de geração em geração e estão ligados a práticas e recursos locais que moldam a cultura, oferecendo uma visão das diferentes técnicas. A extração do corante pode efetuar-se por diversos métodos, nomeadamente, por meio aquoso, alcalino ou ácido, por solventes, extração enzimática, assistido por ultrassons ou micro-ondas, fluído supercrítico e *soxhlet*. A escolha do método a seguir depende essencialmente da matéria-prima e das propriedades pretendidas. (Alegbe & Uthman, 2024; Repon, et al., 2024)

Extração Aquosa

A extração aquosa é considerada um método tradicional sustentável, realizada com recurso a água por processos de maceração ou percolação e consiste na fervura de materiais para a libertação de compostos corantes. Este método tem início com a recolha da matéria-prima, que é preparada e triturada em pó fino e mergulhada em água a uma temperatura pré-estabelecida para posterior filtração, obtendo-se o corante natural em pó após evaporação do solvente, como esquematizado na Figura 5. Para garantir o sucesso no processo de extração aquosa, existem alguns critérios a ter em atenção como a matéria-prima, a temperatura, o pH e o tempo de extração. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024; Saxena & Raja, 2014)

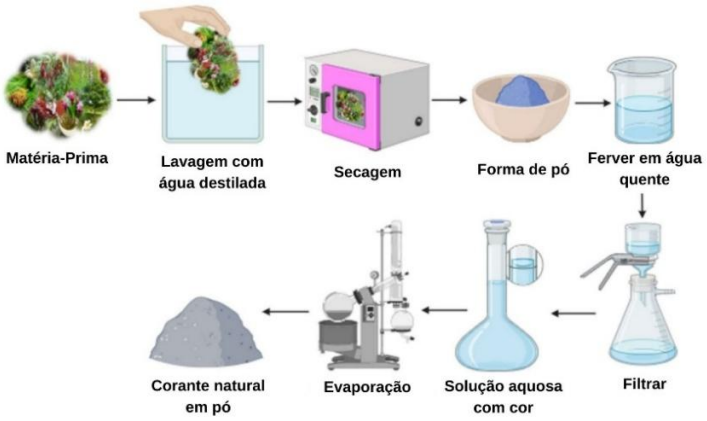


Figura 5 - Extração Aquosa. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Extração em Meio Alcalino

O método de extração em meio alcalino visa a obtenção do corante proveniente da matéria-prima. Para tal, procede-se à preparação da matéria-prima através da sua trituração, mergulhando-a em seguida numa solução alcalina normalmente composta por água e hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1% com tempo e temperatura controlados. É de suma importância manter os níveis de pH e temperatura corretos para não danificar as propriedades do corante natural extraído. (Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

Extração em Meio Ácido

A extração em meio ácido apresenta um procedimento semelhante à extração em meio alcalino, contudo promove maior rendimento da cor. Neste método, a matéria-prima é preparada e triturada, sendo em seguida adicionada a uma solução ácida, normalmente composta por água e ácido clorídrico (HCl) a tempo e temperatura pré-definidos, podendo também ser utilizado ácido acético (CH_3COOH) como alternativa ao ácido clorídrico. O aumento intencional e controlado da temperatura da solução pode otimizar o processo de libertação do material corante. Todo o procedimento deve ser realizado de forma criteriosa, bem como o manuseamento dos materiais, de forma a reduzir possíveis efeitos negativos na qualidade do corante extraído. (Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

Extração por Solventes

A extração por solventes, esquematizada em seguida na Figura 6, é um método convencional e é considerada mais eficaz por comparação com a extração aquosa. Pode ser realizada por adição de solventes orgânicos ou mistura de solventes, sendo mais comum a utilização da mistura de água e álcool pela sua capacidade de extração de cor de materiais solúveis e insolúveis. O solvente é facilmente removido da solução por métodos de evaporação ou filtração, contudo, existe a possibilidade de, após a conclusão do processo de extração, ainda se verificar a presença de solvente residual, o que conduz à criação de efeito de estufa. A solubilidade destaca-se como um fator de elevada importância no método de extração por solventes. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)



Figura 6 - Extração por Solventes. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Extração Enzimática

O método de extração enzimática requer o cumprimento de várias etapas, apresentadas na Figura 7, que culminam com a obtenção do corante natural sob a forma de pó. A função de quebrar a ligação entre o corante e a matéria-prima é atribuída às enzimas como a celulase, a amílase e a pectinase. A extração enzimática acarreta aspetos positivos como o aumento do rendimento de cor e a minimização do tempo de extração e do consumo de energia. A atividade enzimática e a solubilidade do material corante podem ser otimizadas através do controlo do nível de pH e de temperatura. (Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

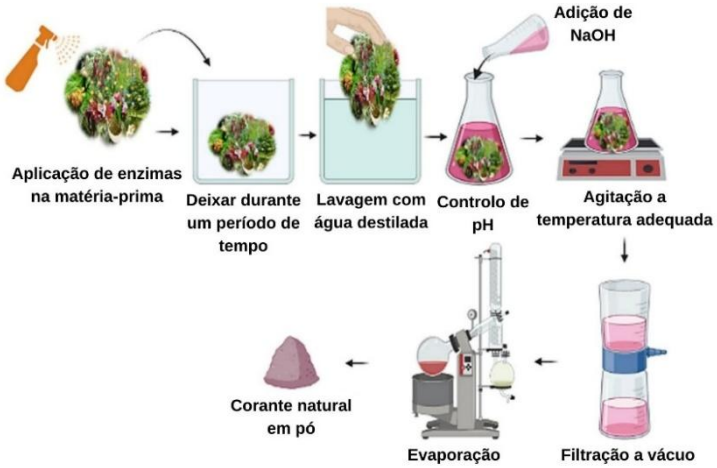


Figura 7 - Extração Enzimática. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Extração Assistida por Ultrassom

A extração assistida por ultrassom envolve a utilização de solventes e ondas sonoras de elevada frequência. Este método, representado na Figura 8, consiste na produção de ondas de ultrassons que quebram as estruturas celulares da matéria-prima e facilitam a libertação do material corante a tempo e temperatura controlados. A extração assistida por ultrassons apresenta vantagens como eficiência e melhores rendimentos de extração, bem como a necessidade reduzida de solventes e tempo de extração. É considerado um método verde, devido às temperaturas e tempos reduzidos, o que diminui a energia consumida e os efeitos ambientais produzidos. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024; Saxena & Raja, 2014)

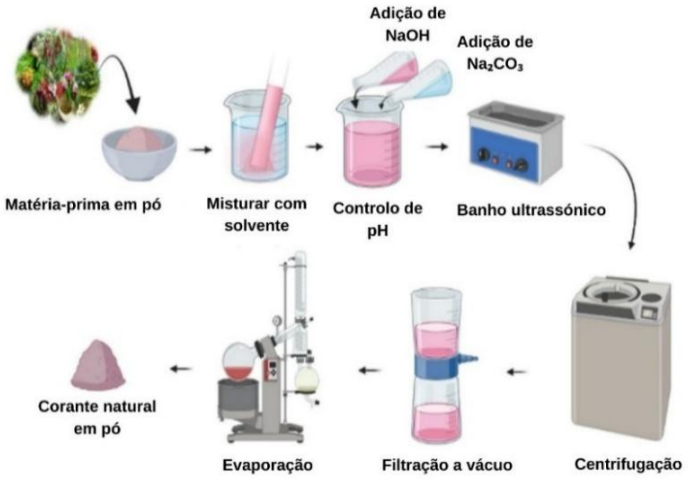


Figura 8 - Extração Assistida por Ultrassom. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Extração Assistida por Micro-ondas

A extração assistida por micro-ondas consiste na extração do material corante a partir da matéria-prima triturada e fervida, numa solução com adição de NaOH, sendo posteriormente tratada com micro-ondas e filtrada, dando origem ao corante líquido, conforme ilustrado na Figura 9. A monitorização e o controlo de tempo e temperatura são fundamentais para garantir a eficiência do processo e evitar o sobreaquecimento e a degradação de materiais corantes sensíveis. Este método apresenta vantagens como eficiência, melhoria do rendimento de cor e tempos de processo reduzidos. É de referir que a extração assistida por micro-ondas consegue extrair maior quantidade de material quando comparado com outros métodos no mesmo período de tempo. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

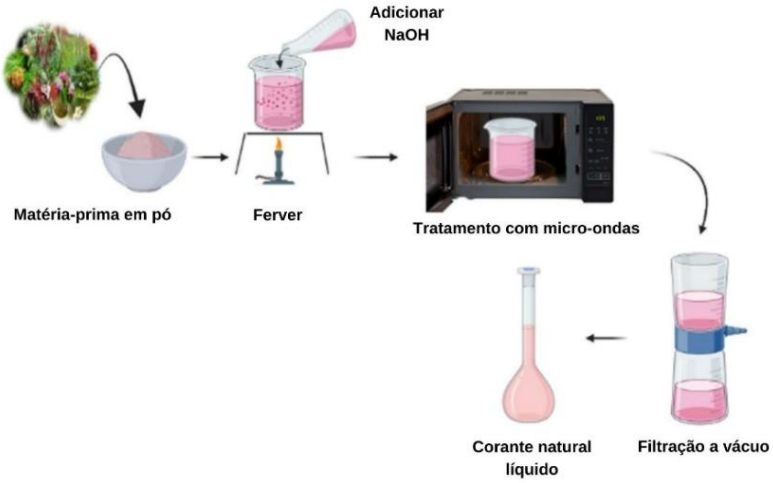


Figura 9 - Extração Assistida por Micro-ondas. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Extração com Fluido Supercrítico

A extração com fluido supercrítico, cujo procedimento se encontra esquematizado na Figura 10, pode ser considerada o método com maior nível de dificuldade de execução. Contudo, são evidentes os aspetos favoráveis relacionados com este método, nomeadamente o reduzido impacto ambiental, o reduzido consumo de solventes, a eficiência procedimental, a facilidade de remoção após o processo de extração e a baixa toxicidade, realçando os princípios de uma química verde. Este método pode ser aplicado à escala laboratorial ou à escala comercial, respeitando o cumprimento rigoroso dos parâmetros de pressão, temperatura e tempo, uma vez que estes exercem uma influência significativa sobre as caraterísticas do material corante extraído. (Alegbe & Uthman, 2024; Pranta & Rahaman, 2024; Repon, et al., 2024)

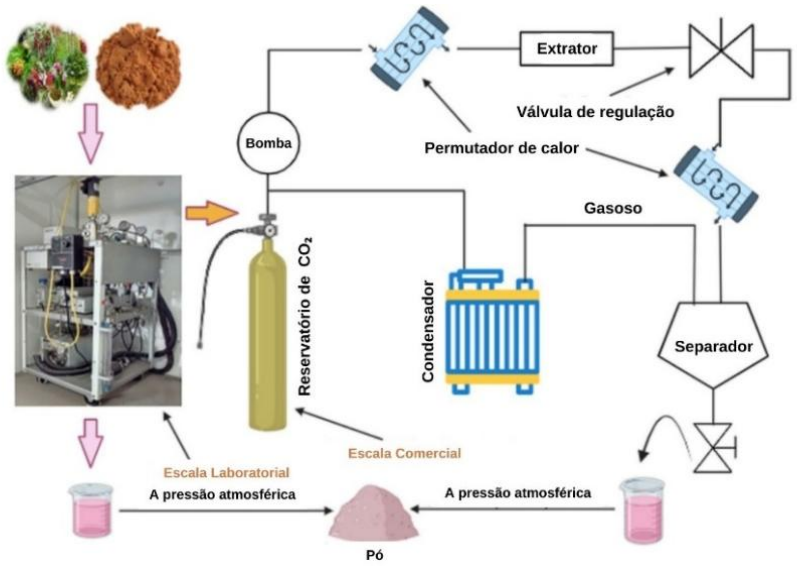


Figura 10 - Extração com Fluído Supercrítico. Adaptado de (Repon, et al., 2024)

Extração Soxhlet

A extração *soxhlet* é dos métodos mais conhecidos e foi desenvolvida com o intuito de minimizar a produção de resíduos e, consequentemente, o impacto ambiental. A Figura 11 exibe um esquema representativo do processo de extração referido, que tem início com a introdução da matéria-prima sob a forma de pó no dedal do extrator, que será exposta à queda de vapores condensados provenientes do condensador aquecido e com destino ao recipiente de recolha com solvente. Durante a queda, os vapores condensados entram em contacto com a matéria-prima, extraindo-lhe o corante e transportando-o até ao recipiente. Este processo dá-se por concluído quando se verifica o esgotamento total do material corante da matéria-prima presente no dedal, procedendo-se à sua filtração com recurso a papel de filtro. Por fim, pode ser utilizado um evaporador rotativo com o objetivo de purificar o material corante extraído. (Repon, et al., 2024)



Figura 11 - Extração Soxhlet. Adaptado de (Repon, et al., 2024; Castro & Ayuso, 2000)

2.3. Estamparia Têxtil com Corantes Naturais – Estudos Prévios

Embora a investigação seja escassa, já foram realizados alguns estudos que relacionam a estamparia têxtil à utilização de corantes naturais, suportando a sua aplicação como alternativa aos corantes sintéticos.

Rana, et al., num estudo realizado em 2022, recorreu à utilização de materiais corantes naturais provenientes da fruta myrobalan, casca de romã e acacia catechu e pastas naturais e sintéticas, compostas por carboximetilcelulose (CMC) e acetato de polivinila (PVA), respetivamente, para a realização da estamparia em substrato têxtil 100% algodão. (Rana, et al., 2022)

Os procedimentos apresentados no estudo consistem inicialmente na preparação das soluções corantes, através da adição do corante triturado sob a forma de pó numa concentração de 5, 10 e 15g a uma solução com 200ml de água destilada a temperatura de ebulição durante 30 minutos, a pH neutro, sendo as concentrações de corante responsáveis pelo tom claro, médio e escuro da solução, respetivamente. As soluções corantes resultantes foram adicionadas às pastas de CMC e PVA e posteriormente aplicadas em estamparia ao quadro plano. Após a estamparia, o substrato têxtil foi submetido a ensaios de solidez à lavagem, fricção e suor, seguindo os pressupostos descritos nas normas ISO 105-C06, ISO 105-X12, e ISO 105 E04,

respetivamente, com o intuito de avaliar as propriedades de solidez dos corantes. (Rana, et al., 2022)

Neste estudo de Rana, et al. de 2022, os resultados apresentam tonalidades castanhas e, de um modo geral, boas propriedades de solidez de cor, sendo, contudo, de referir que, comparando todos os corantes em estudo, os resultados obtidos pela acacia catechu foram os menos favoráveis. (Rana, et al., 2022)

Num estudo realizado por Ahmed, et al., no ano de 2024, cujo principal objetivo se prendia com a promoção de uma estamparia mais sustentável com recurso a corantes e mordentes naturais, foram selecionadas as folhas de jujuba e a casca de eucalipto como matéria-prima para obtenção de material corante e as sementes de tamarindo e a groselha indiana para obtenção do mordente natural. (Ahmed, et al., 2024)

Para a elaboração das pastas, foram utilizadas duas formulações distintas, correspondendo a primeira a 100% de corante e a segunda a uma mistura de 50% de corante com 50% de mordente. O alginato de sódio, a ureia e o hidróxido de sódio são constituintes comuns a todas as pastas, sendo a gelatina aplicada em somente metade das composições, perfazendo um total de doze pastas de estampar. Após concluído o processo de estamparia têxtil em substrato de 100% algodão, procedeu-se à realização dos ensaios de solidez à lavagem e ao suor, seguindo o disposto nas normas ISO 105-C06:2010 e ISO 105 E04:2013, com o intuito de avaliar as propriedades de solidez dos corantes. (Ahmed, et al., 2024)

Este estudo, realizado por Ahmed, et al., produziu resultados com tonalidades castanhas, com valores favoráveis no que respeita à solidez à lavagem e à fricção, apesar de se verificarem algumas variações ao nível da cor quando submetidos à lavagem. É ainda de notar que, no que respeita à solidez à fricção, embora se observem bons resultados quer na fricção seco quer na fricção a húmido, quando comparadas é visível uma ligeira redução na solidez à fricção a húmido. Já no que respeita à solidez ao suor ácido e alcalino, os resultados obtidos mostram-se menos favoráveis. (Ahmed, et al., 2024)

Klančnik, no ano de 2024, conduziu uma investigação no âmbito da estamparia natural com foco na avaliação de corantes provenientes de plantas invasivas, tendo por este motivo selecionado a planta Fallopia Japonica (*Japanese knotweed*) como matéria-prima para a obtenção

do corante. A pasta de estampar é composta por corante verde extraído das folhas da planta Fallopia Japonica, ligante acrílico (Binder SE), espessante acrílico (Clear MCS) e aditivos como o ácido cítrico, o carbonato de sódio, o sulfato de alumínio e o sulfato de cobre e foi aplicada em diferentes materiais, nomeadamente poliéster, algodão e papel reciclado. Para a sua produção, foi respeitada a seguinte receita: 150g de ligante, 18g de espessante e 1000g de água destilada a um pH de 7,43, sendo o corante adicionado em seis concentrações diferentes (0.5, 1, 2, 3, 4 e 5g por 100g de pasta) e os aditivos somente aplicados às pastas que contêm 3g de corante. (Klančnik, 2024)

Procedeu-se à estamparia ao quadro plano por meio de uma máquina semi-automática e, em seguida, à avaliação dos substratos relativamente à solidez à fricção a húmido e a seco, à lavagem e à luz, segundo as normas ISO 105-X12: 2016, ISO 105-C06: 2010 e ISO 105-B02: 2014, respetivamente. A perda de cor foi avaliada numa escala de cinzas, de 1 a 5, de acordo com as normas ISO105-A02: 1993 e ISO 105-A03: 2019. (Klančnik, 2024)

Da investigação realizada por Klančnik foi possível a obtenção de resultados em tonalidades verdes, contudo, a aplicação de aditivos à pasta de estampar potenciou a obtenção de tonalidades amarelas/ alaranjadas e castanhas. Dos ensaios realizados concluiu-se que quanto maior a concentração de corante na pasta de estampar, menor a solidez à lavagem e à fricção, sendo este fenómeno mais evidente na fricção a húmido. Já no que respeita à solidez à luz, são observados valores medianos, de aproximadamente 3. De realçar que os aditivos conferem um desempenho moderado ao corante (3/ 4), destacando-se o carbonato de sódio como menos eficaz devido aos seus valores mais reduzidos. (Klančnik, 2024)

Na Tabela 2 são apresentados, de uma forma sintetizada, os métodos de extração, os materiais utilizados e os principais resultados obtidos nos estudos acima mencionados, a fim de proporcionar uma visualização mais clara dos tópicos mais relevantes.

Tabela 2 - Estudos Prévios. Resumo

Métodos de Extração	Materiais	Principais Resultados	Referência
Extração Aquosa	**Corantes:** Fruta myrobalan; Casca de romã; Acacia catechu. **Pastas:** Carboximetilcelulose (CMC); Acetato de polivinila (PVA).	Tonalidades castanhas; Boas propriedades de solidez de cor; Acacia catechu com valores menos favoráveis.	(Rana, et al., 2022)
Extração Aquosa	**Corantes:** Folhas de jujuba; Casca de eucalipto. **Mordentes:** Sementes de tamarindo; Groselha indiana.	Tonalidades castanhas; Valores favoráveis à solidez à lavagem e à fricção; Resultados menos favoráveis na solidez ao suor ácido e alcalino.	(Ahmed, et al., 2024)
Extração com Etanol	**Corante:** Corante verde extraído de plantas invasivas, Fallopia Japonica (*Japanese knotweed*); **Ligante:** Acrílico (Binder SE); **Espessante:** Acrílico (Clear MCS); **Aditivos:** Ácido cítrico; carbonato de sódio; sulfato de alumínio; sulfato de cobre.	Tonalidades verdes, amarelas/ alaranjadas e castanhas; Quanto maior a concentração de corante, menor a solidez à lavagem e à fricção; Valores medianos de solidez à luz.	(Klančnik, 2024)

3. Materiais e Métodos

A presente dissertação contempla como principal objetivo o estudo de corantes naturais provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal, no setor da estamparia, aplicados em substrato têxtil de algodão. Com este trabalho é pretendido conceder um valioso contributo para enriquecer o conteúdo teórico referente a esta temática. Desta forma, neste capítulo serão apresentados os diversos materiais necessários à elaboração do estudo, assim como os métodos aplicados. Todos os procedimentos relativos à estamparia e a ensaios, foram desenvolvidos nos laboratórios do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho, Campus de Azurém.

3.1. Materiais

No processo de estamparia direta ao quadro plano são essenciais elementos como o substrato têxtil, a pasta de estampar composta por material corante, espessante e mordente e o intermediário para a transferência da pasta.

Substrato Têxtil

O substrato têxtil utilizado neste projeto consiste num tecido meio-branco com uma estrutura tafetá, composto por 100% de algodão (CO), fabricado na empresa Lameirinho. Este material, pronto a estampar, apresenta um peso por unidade de área de 120 g/m^2, e uma densidade de 64 fios à trama e 88 fios à teia, por centímetro.

Pasta de Estampar

Para a produção da pasta de estampar foram selecionados a casca de romã (origem Aquitex), a flor de *Butterfly Pea* (*Clitoria ternatea*) e o ouriço de castanha como matéria-prima para o material corante, o espessante FF, o amido de milho e a goma guar como espessante e o sulfato de ferro e o alúmen de potássio para aplicação como mordente.

- **Corantes**

Neste projeto foram testadas diversas matérias-primas, com o objetivo de averiguar a viabilidade do material corante extraído das mesmas. Desta forma, foi selecionado um conjunto de materiais provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal, nomeadamente a casca de abóbora, a casca de banana, a casca e o caroço de abacate, a casca de laranja, a casca de batata doce, a casca de curcuma, a casca de romã, a casca e o ouriço de castanha, a casca de cenoura, as folhas de amora miura e a flor *Butterfly Pea*. Estes materiais foram testados em estudos preliminares, encontrando-se o método de extração utilizado e a composição das pastas de estampar discriminados na Tabela 8, do Anexo I. De entre estes, e face aos resultados obtidos nos estudos preliminares, optou-se por dar seguimento ao estudo do ouriço da castanha, da casca de romã e da flor *Butterfly Pea*. É de referir que, após os ensaios preliminares, o corante de casca de romã testado em contexto laboratorial foi produzido na empresa Aquitex, decorrente do esgotamento de matéria–prima, uma vez que a dissertação se desenvolveu fora da época de consumo de romã.

A romã é um fruto comum no Mediterrâneo Oriental e Médio Oriente e surge na época de Outono. É rica em compostos fenólicos como antocianinas, ácidos fenólicos, taninos e outras substâncias com propriedades antioxidantes e é coberta por uma casca coreácea que a torna resistente e a mantém em boas condições durante bastante tempo. A casca de romã é utilizada no tingimento natural por conter um elevado teor de taninos que fixam o corante à fibra, sendo mais eficaz quando aplicada em substratos de origem vegetal como o algodão e o linho e pode apresentar tons que variam entre o amarelado e o esverdeado. (Casca de Romã, s.d.; Romã, s.d.; Romã - Um Fruto do Outono, 2016)

A flor de Butterfly Pea (*Clitoria Ternatea*) é uma planta herbácea perene nativa de locais tropicais na Ásia Equatorial como Tailândia e Malásia e é caraterizada pelos tons azuis vivos das suas flores, resultantes da presença de antocianinas e ternatinas. Esta planta cresce como uma trepadeira e desenvolve-se em solo neutro e húmido, necessitando de cuidados reduzidos. Pode ser utilizada na alimentação para dar cor aos alimentos e é a responsável pela produção de uma infusão popularmente conhecida como chá azul. Na medicina tradicional natural é também utilizada como ansiolítico, antidepressivo, anticonvulsivo, tranquilizante e anti-inflamatório, acarretando benefícios ao nível da memória e no combate ao stress. (Benefits of butterfly pea flower tea, 2024; Clitória Ternatea, s.d.; Rashad, Khatib, Shokry, & EL-Zawahry, 2025)

O castanheiro é uma árvore originária da Ásia Menor que gera uma semente rica em potássio e vitaminas C e B6, comumente designada de castanha. Na culinária, a castanha pode ser apresentada cozida, assada ou sob a forma de farinha, sendo considerada um complemento alimentar cujo aproveitamento remonta à Pré-História. O ouriço é um fruto capsular espinhoso que envolve e abriga as castanhas no seu interior. (Castanha, s.d.; Ouriços do Castanheiro, s.d.)

- **Espessantes**

Os espessantes naturais são caraterizados pela ausência de reação com os produtos presentes na pasta de estampar e pela sua fácil remoção após o processo de estamparia. Na produção da pasta de estampar foram incorporados como espessante o amido de milho, a goma guar e o espessante FF (fabricante Gilaba), isoladamente. (Giordano, 2023)

O espessante FF, do fabricante Gilaba, é uma pasta convencional de base aquosa. Este é um espessante pigmentário isento de formaldeído com capacidade de proporcionar um excelente toque e solidez ao material. (Estamparia - Produtos Gilaba, s.d.)

O amido de milho, também conhecido como Maizena, criada nos Estados Unidos da América, é um espessante e gelificante natural, proveniente dos grãos do milho, muitas vezes utilizado na culinária. Este é considerado um produto ausente de aroma e sabor, presente na fabricação de alimentos. Na indústria têxtil é utilizado com o objetivo de conferir firmeza ao tecido e pode ser aplicado a fios por engomagem para lhes conferir maior resistência. (Amido de milho: entenda os usos e benefícios, s.d.; O que é o amido de milho?, s.d.; Sabe o que é o amido de milho?, s.d.; Têxtil: Insumos químicos ajudam a melhorar processos, 2023)

A goma guar, obtida a partir das sementes da *Cyamopsis tetragonoloba* ou da *Cyamopsis psoraloides*, é um espessante, emulsionante e estabilizante normalmente comercializado sob a forma de pó, podendo ser adquirido em lojas de produtos naturais e farmácias. A goma guar encontra-se associada a múltiplos benefícios para a saúde, de entre os quais o equilíbrio da flora intestinal, o controlo do colesterol, o auxílio no emagrecimento, a prevenção de diabetes e o fortalecimento do sistema imunitário. Na indústria têxtil é utilizada como espessante para conferir viscosidade às pastas de estampar e melhorar a sua consistência, promovendo um resultado mais

uniforme. (Dispersão ultra-sónica de gomas xantana e guar, s.d.; Emulsionantes, estabilizadores, espessantes e geleficantes, s.d.; Leal, 2023; Qual é o papel da goma guar modificada na indústria da construção?, s.d.)

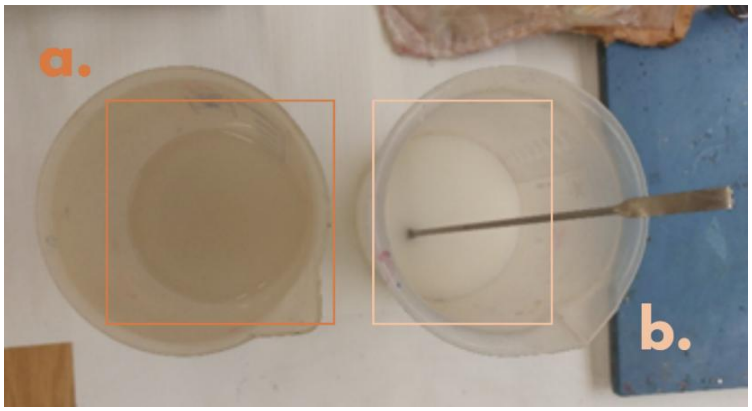


Figura 12 - Espessantes. a. Goma Guar; b. Amido de Milho

- **Mordentes**

Para a elaboração do presente estudo e com vista à otimização da ligação entre o corante e a fibra, foram selecionados como mordentes o sulfato de ferro (III) e o alúmen de potássio.

O sulfato de ferro (III), com a fórmula química $Fe_2(SO_4)_3$, é um composto químico solúvel em água a temperatura ambiente e sem odor, que pode ser utilizado como coagulante para tratamento de resíduos industriais, bem como modificador de cor no tingimento têxtil natural, escurecendo o material em que é aplicado. Normalmente apresenta um tom amarelo, que pode variar do branco ao cinza. No tingimento, este atua como fixador de cor, melhora a afinidade do corante com a fibra e produz resultados mais duradouros devido à forte ligação que cria com as fibras do material têxtil. (Iron as a Dye Modifier, 2024; Saxena & Raja, 2014; Sulfato de Ferro III (Ico) E Amônio 12H2O PA ACS – Alúmen de Ferro, s.d.)

O alúmen de potássio é um composto mineral natural, descrito pela fórmula química $KAl(SO_4)_2$, que apresenta propriedades antissépticas e cicatrizantes, podendo ser utilizado como desodorizante natural ou aplicado na paragem de sangramentos e purificação de água. Este é

considerado um dos mordentes metálicos mais seguros a nível ambiental. O alúmen de potássio é solúvel em água e à semelhança do sulfato de ferro, tem a capacidade de auxiliar a fixação do corante na fibra e promover a intensidade da cor, bem como a sua durabilidade e solidez quando exposta à luz e lavagem. (Alúmen de Potássio, s.d.; Gomes, 2022)

Taninos

A fim de compreender a influência da utilização de taninos no comportamento do corante, neste estudo é utilizada a cápsula de nogueira para o procedimento de taninagem realizado previamente à estamparia.

A nogueira é uma árvore de grandes dimensões que gera uma cápsula verde que envolve o fruto, comumente designado por noz. A cápsula de nogueira pode ser utilizada no tingimento têxtil natural com o objetivo de produzir cores sólidas e obter tons escuros entre o castanho e o preto, destacando-se os tons de preto que produz em conjunto com o sulfato de ferro. (Cápsulas de Nogueira, s.d.)

Intermediário de Transferência

O intermediário utilizado no processo de estamparia para a transferência da pasta de estampar consiste numa tela de poliéster (PES) com estrutura tafetá e dimensões de 36x36 centímetros, num caixilho de madeira e com uma racla de metal (Figura 13). A tela apresenta uma *mesh* de 170 fios por polegada.

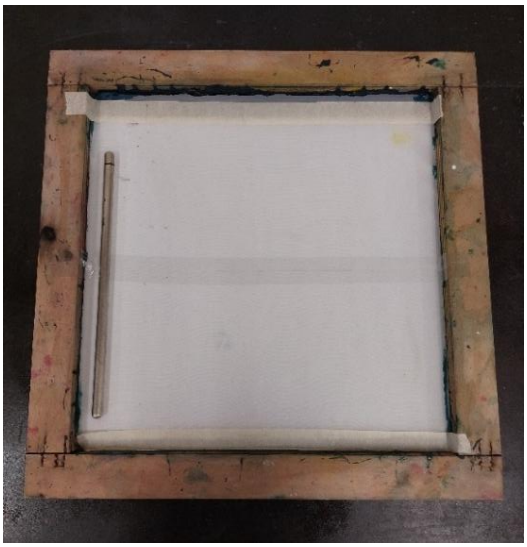


Figura 13 - Intermediário de Transferência

3.2. Métodos

A investigação foi desenvolvida em diferentes etapas que contemplam a extração do corante, a preparação da pasta de estampar e do substrato têxtil, a estamparia e a avaliação dos resultados obtidos. Para uma adequada execução, foram selecionados e cumpridos procedimentos distintos que consistem na extração em meio aquoso, preparação da pasta de estampar, taninagem, estamparia ao quadro plano e avaliação colorística e de solidez de cor.

Processo de Extração Aquosa

O processo de extração aquosa do material corante foi realizado na Ahiba IR2 do Laboratório de Ultimação Têxtil da Universidade do Minho, Campus de Azurém, de acordo com os parâmetros enumerados de seguida.

- Temperatura: 95°C;
- Tempo: 60min;
- Incremento de temperatura: 4°C/ min.

Numa fase inicial, foram realizadas extrações com água destilada, com e sem etanol, com o intuito de averiguar qual a formulação que produz maior concentração de corante, sendo testadas as seguintes receitas de solução de extração.

- 100% água destilada;
- 80% água destilada e 20% etanol.

A solução de extração que revelou melhores resultados foi a solução que continha 100% água destilada, sendo-lhe adicionada a matéria-prima corante triturada na proporção de 5g de flor de *Butterfly Pea* e 15g de ouriço de castanha, separadamente, para 200ml de água destilada (Figura 14).



Figura 14 - Material de Extração. a. Butterfly Pea; b. Ouriço de Castanha

Processo de Redução de Soluções Corante

Após o processo de extração, as soluções obtidas foram submetidas a um processo de redução, com o intuito de obter cores mais saturadas no processo de estamparia. Para tal, foi utilizado o equipamento Evaporador Rotativo *Heidolph VV2000* (Figura 15) com o auxílio de uma bomba de vácuo, durante cerca de 1 hora, com os seguintes parâmetros definidos.

- Temperatura de banho: 65°C;
- Rotações por minuto: 150.

Finalizada a extração e redução, a solução corante é armazenada num recipiente de vidro e colocada num frigorífico a fim de contribuir para a conservação do conteúdo pelo maior período de tempo possível.



Figura 15 - Evaporador Rotativo Heidolph VV2000

Processo de Taninagem

O processo de taninagem auxilia na fixação do corante ao material têxtil no processo de estamparia, promovendo a sua resistência e durabilidade. Para uma adequada execução deste processo, é necessário proceder à pesagem do substrato têxtil e da cápsula de nogueira moída, com o intuito de obter uma concentração de cápsula de nogueira equivalente a 8% sobre o peso de fibra (s.p.f.). Num recipiente metálico, posicionado sobre uma placa de aquecimento, é colocado o material têxtil submerso em água destilada e a cápsula de nogueira (Figura 16), durante cerca de duas horas a uma temperatura máxima de 60°C. Concluído este período, o material têxtil é retirado, enxaguado e seco a temperatura ambiente.



Figura 16 - Processo de Taninagem

Preparação da Pasta de Estampar

Numa fase inicial foi elaborada uma pasta de estampar composta por espessante convencional e material corante extraído, de forma a verificar a saturação da cor dos corantes aplicados no substrato têxtil e, com isso, compreender os materiais a aprofundar na investigação. Após a seleção do material corante a utilizar no presente estudo, a composição das pastas de estampar contempla uma mistura simultânea de corante, mordente e espessante, respeitando as formulações descritas na Tabela 3.

Tabela 3 - Componentes das Pastas de Estampar: Formulações Utilizadas

Receita	Corante	Espessante	Mordente	Taninagem	Legenda
1	Chá Azul (10ml)	Goma Guar (40g)	Sulfato de Ferro (0,4g)	Com	C TGGSF
2			Alúmen (4g)		C TGGA
3			Sulfato de Ferro (0,4g)	Sem	C GGSF
4			Alúmen (4g)		C GGA
5		Amido de Milho (40g)	Sulfato de Ferro (0,4g)	Com	C TAMSF
6			Alúmen (4g)		C TAMA
7			Sulfato de Ferro (0,4g)	Sem	C AMSF
8			Alúmen (4g)		C AMA
9	Romã (0,8g)	Goma Guar (40g)	Sulfato de Ferro (0,4g)	Com	R TGGSF
10			Alúmen (4g)		R TGGA

11			Sulfato de Ferro (0,4g)	Sem	R GGSF
12			Alúmen (4g)		R GGA
13		Amido de Milho (40g)	Sulfato de Ferro (0,4g)	Com	R TAMSF
14			Alúmen (4g)		R TAMA
15			Sulfato de Ferro (0,4g)	Sem	R AMSF
16			Alúmen (4g)		R AMA
17	Ouriço (10ml)	Goma Guar (40g)	Sulfato de Ferro (0,4g)	Com	O TGGSF
18			Alúmen (4g)		O TGGA
19			Sulfato de Ferro (0,4g)	Sem	O GGSF
20			Alúmen (4g)		O GGA
21		Amido de Milho (40g)	Sulfato de Ferro (0,4g)	Com	O TAMSF
22			Alúmen (4g)		O TAMA
23			Sulfato de Ferro (0,4g)	Sem	O AMSF
24			Alúmen (4g)		O AMA

Processo de Estamparia ao Quadro Plano

No processo de estamparia, são considerados aspetos como a pasta de estampar, o intermediário e o equipamento utilizado. Neste projeto, recorreu-se à mesa de estampar Joannes Zimmer, com a possibilidade de definir parâmetros como o diâmetro da racla (1, 2), a força magnética entre a racla e a mesa de estampar (1 a 6) e a velocidade de estamparia (0 a 100%). Face ao exposto, foram estabelecidos os seguintes valores em cada parâmetro para o desenvolvimento da investigação:

- Diâmetro da racla: Opção 2;
- Força magnética: Nível 3;
- Velocidade de estamparia: 30%.

Numa mesa de estampar é colocado o substrato têxtil sem qualquer vinco ou rugosidade e, sobre este, posicionada a tela, onde é depositada a pasta de estampar. Em seguida, a racla é movimentada sobre a tela, por ação da força magnética, com apenas uma passagem da esquerda para a direita. Por fim, o material é seco no tapete de secagem S. Roque a uma temperatura de aproximadamente 100°C.

Processo de Vaporização

Após estampadas, as amostras são submetidas ao processo de vaporização, com o objetivo de remover resíduos de goma e o excesso de corante não fixado. Este procedimento pode ainda contribuir para a uniformização da cor e da sensação tátil das amostras e ser responsável pela diminuição da saturação da cor.

Sobre uma panela com água a ferver, é colocado um cesto de bamboo contendo as amostras, previamente envolvidas em papel poroso, como representado na Figura 17. O papel poroso tem como função proteger as amostras das gotas formadas pela condensação do vapor de água, prevenindo que fiquem molhadas. Este processo tem uma duração de 40 minutos, procedendo-se à alteração da posição das amostras após os primeiros 20 minutos. Finalizado os 40 minutos, as amostras são enxaguadas e secas a temperatura ambiente.



Figura 17 - Processo de Vaporização

Avaliação Colorística e Testes de Solidez

Os corantes possuem diversas caraterísticas (*e.g.* afinidade, solidez, cor) quando aplicados em diferentes materiais. Desta forma, mostra-se importante a compreensão do seu comportamento e, para isso, recorre-se à utilização de equipamentos específicos e à realização de diversos ensaios para a avaliação das propriedades pretendidas. O controlo de propriedades dos corantes naturais envolve a sua identificação e quantificação, bem como a análise de propriedades

físicas, químicas e de desempenho através de técnicas espetroscópicas, microscópicas e/ ou termogravimétricas. (Alegbe & Uthman, 2024)

Para proceder com a avaliação colorística e os testes de solidez à luz, à lavagem e à fricção a húmido e a seco, foram utilizados os equipamentos Espetrofotómetro *DataColor SF 600 plus C.T.* e *software DataColor Tools*, *Accelerated Weathering QUV*, *Washtec-P* e *Crockmeter*, respetivamente.

A avaliação colorística consiste na observação direta e indireta da cor, bem como na avaliação de solidez e resistência da cor. Esta será realizada com a utilização do espetrofotómetro *DataColor SF 600 plus C.T.* e *software DataColor Tools*, recorrendo a métodos de análise qualitativos e quantitativos, referentes a observação direta e análise de coordenadas colorimétricas, respetivamente. Este procedimento permite a obtenção das coordenadas da cor, bem como da curva espectral que auxilia na avaliação da cor de acordo com o comprimento de onda da luz incidente. O espetrofotómetro é composto por uma fonte de iluminação (*e.g.* lâmpada de halogéneo ou Xénon) e um sistema de deteção (*e.g.* monocromador, detetor), sendo definidos para este estudo os seguintes parâmetros. (Alegbe & Uthman, 2024)

- Iluminante: D65;
- Ângulo de Observação: 10;
- Área de Abertura: 6,6mm;
- Geometria Especular: Incluída.

Após a calibração do equipamento, pode iniciar-se o procedimento de avaliação da cor. São realizadas três repetições por amostra e cada repetição consiste na incidência de quatro *flashes* de luz. Tal como referido, podem ser obtidas as coordenadas de cor, tratadas com recurso ao espaço colorimétrico CIELAB (Figura 18), em que L* corresponde à luminosidade, a* ao eixo vermelho/ verde (+a indica vermelho e –a indica verde), b* ao eixo amarelo/ azul (+b indica amarelo e –b indica azul) e C e h representam a saturação e a tonalidade, respetivamente. (Ahmed, et al., 2023)

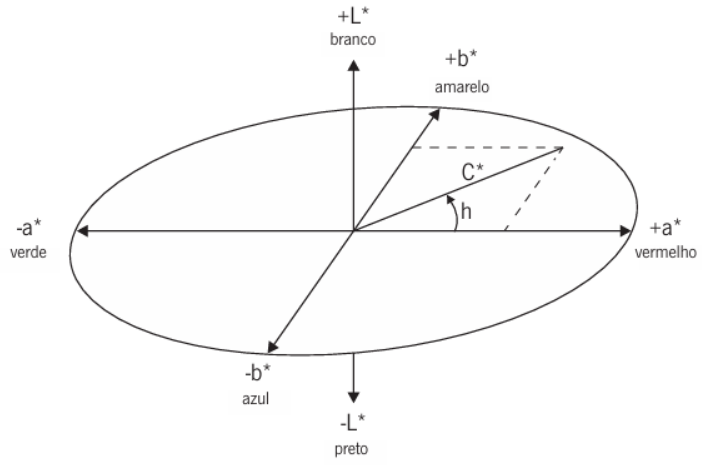


Figura 18 – Espaço Colorimétrico CIELAB

No que respeita à solidez e durabilidade da cor, esta pode ser avaliada em relação à solidez à fricção, luz e/ ou lavagem através da simulação de uso diário e repetitivo e fatores externos. Os resultados obtidos dos ensaios mencionados são avaliados numa Escala de Cinzas e com recurso ao espetrofotómetro.

Para a avaliação da solidez à fricção é utilizado o equipamento *Crockmeter,* segundo a norma NP EN ISO 105-X12, com o objetivo de avaliar a resistência da cor através da verificação da sua transferência. Para esta avaliação, são preparados quatro provetes de cada amostra com medidas de 14x5cm, sendo dois provetes testados a húmido e dois a seco. No que respeita ao procedimento a seco, o provete colocado no equipamento é sujeito a um movimento de um lado para o outro, cumprindo um ciclo por segundo, sendo friccionado um total de vinte vezes. Quanto ao procedimento a húmido, pode aplicar-se a mesma metodologia que a seco, contudo, o material é inicialmente mergulhado em água destilada, assegurando uma retenção de 95% a 100% de água. (Alegbe & Uthman, 2024; Standardization I. O., 2001)

Relativamente à solidez à lavagem, com recurso ao equipamento *Washtec-P*, e de acordo com os pressupostos na norma NP EN ISO 105-C06, é avaliada a resistência da cor às lavagens domésticas e industriais através da medição da cor migrada para o substrato multifibra submetido ao mesmo ensaio. Para este procedimento, é utilizado um provete com medidas de 4x10cm e um tecido multifibra com dimensões aproximadas, tendo sido selecionado o teste A1S, que

corresponde aos parâmetros utilizados de temperatura a 40°C durante 30min, com utilização de dez bolas metálicas. (Alegbe & Uthman, 2024; Standardization I. O., 2010)

Após a conclusão dos ensaios acima referidos, é utilizada a caixa de luz com um iluminante D65, a fim de simular a luz natural. Respeitando os procedimentos e as normas pré-estabelecidas, os resultados são avaliados de acordo com uma escala de cinzas, que varia entre 1 e 5, em que 5 representa ótima solidez e 1 corresponde a fraca solidez.

No que concerne à avaliação da solidez da cor à luz, recorre-se ao equipamento *Accelerated Weathering QUV*, cumprindo o procedimento da *Option 1: General Applications*, da norma AATCC Method 186-2009, que avalia a alteração ou perda da cor do substrato quando exposto à luz UV, simulando a exposição diária à luz solar, que pode conduzir à degradação das moléculas do corante. Para este procedimento é utilizado um provete com medidas de 5x15cm nas condições de 0,77 W/m² a 60°C durante 8h e 50°C de condensação durante 4h, com comprimento de onda UV de 340nm. Este ensaio é realizado por um período de setenta e duas horas, cumprindo três ciclos de vinte e quatro horas. A cada ciclo é avaliada a cor do provete no equipamento espetrofotómetro *DataColor SF 600 plus C.T.* e no *software DataColor Tools*, com o intuito de averiguar a diferença de cor entre a amostra padrão e cada amostra submetida ao ensaio através do ΔE*, que corresponde à diferença total de cor entre a amostra padrão e as amostras submetidas ao ensaio. Quanto maior o valor de ΔE*, maior a perda de cor. As coordenadas fornecidas pelo *software DataColor Tools* permitem a obtenção automática do valor do ΔE*, contudo, este dado pode ser calculado através da seguinte fórmula (Equação 1). (Alegbe & Uthman, 2024; Colorists, 2009)

*Equação 1 - Cálculo do ΔE**

$$\Delta E = \sqrt{((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)}$$

4. Resultados e Discussão

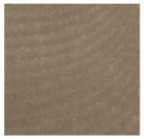
Neste capítulo, referente à análise de dados, são apresentados todos os resultados obtidos nos vários ensaios, indicados no capítulo anterior, bem como efetuada a interpretação dos mesmos. A exposição dos dados será realizada com recurso a representações gráficas, tabelas e figuras, todas elas legendadas, com o objetivo de proporcionar uma leitura clara e percetível, assim como uma melhor compreensão dos mesmos. É de salientar que os estudos preliminares também produziram resultados relevantes para o desenvolvimento do presente projeto, obtidos a partir da observação direta da cor, representados no Anexo II.

Observação Direta

Na observação direta, a avaliação do substrato pode ser realizada através da visão (cor, padrão) e do tato (sensação ao toque, textura). Neste sentido, e no que concerne ao toque, é possível referir que as amostras com introdução do espessante de amido de milho na pasta de estampar apresentam um toque mais rugoso/ áspero, semelhante ao papel, e menor fluidez, enquanto que o espessante FF e a goma guar apresentam um toque mais suave. Contudo, após submetidas ao processo de vaporização, as amostras revelam maior suavidade e uniformização ao toque, o que pode ser explicado pela remoção de resíduos de goma que ocorre durante a fase de enxaguamento deste processo.

Já no que respeita à análise visual, e em particular aos resultados cromáticos, foi obtida uma paleta de cores a partir dos corantes de chá azul (*Butterfly Pea*), ouriço de castanha e casca de romã, cujas tonalidades variam entre rosa, amarelo, castanho, azul e cinza, e que se encontra representada na Tabela 3.

Tabela 4 - Observação Direta de Cor: Amostras Estampadas com Corantes de Chá Azul, Ouriço de Castanha e Casca de Romã

		Sem Taninagem					Com Taninagem			
		-	Alúmen		Sulfato de Ferro		Alúmen		Sulfato de Ferro	
		Espessante FF	Amido de Milho	Goma Guar	Amido de Milho	Goma Guar	Amido de Milho	Goma Guar	Amido de Milho	Goma Guar
Chá Azul	Sem Vaporização									
	Com Vaporização									
Ouriço	Sem Vaporização									
	Com Vaporização									
Romã	Sem Vaporização									
	Com Vaporização									

Ao observar a Tabela 4, é possível verificar que a aplicação do corante de casca de romã em conjunto com o alúmen, confere tonalidades acastanhadas/ amareladas, enquanto que quando utilizada a casca de romã simultaneamente ao sulfato do ferro, são obtidos tons cinza azulados.

Relativamente ao chá azul, os resultados colorísticos obtidos variam entre rosa e rosa acastanhado com a aplicação de alúmen e sulfato de ferro, respetivamente. Contudo, após submetidas ao processo de vaporização, é possível observar uma modificação na cor para tonalidades azuis e cinza, relacionada com a alteração do pH, à semelhança do sucedido no estudo de Rashad et al. em 2025, possivelmente resultante das reações químicas ocorridas durante o processo de vaporização. É ainda de referir que a incorporação de espessante FF atribui tonalidades azuis ao substrato.

No que concerne ao corante de ouriço de castanha, são obtidas tonalidades alaranjadas ou castanhas escuras quando utilizado em conjunto com o alúmen ou o sulfato de ferro, respetivamente. Estes resultados colorísticos revelam-se mais favoráveis, no que respeita à intensidade da cor, quando comparados aos resultados descritos no artigo redigido por Fernandes et al. em 2025, relativamente ao corante de ouriço, onde se obtiveram tonalidades mais claras. Na Figura 19, encontra-se exposto um demonstrador com um padrão testado com pasta de estampar constituída por corante de ouriço de castanha e espessante FF.



Figura 19 - Padrão Estampado com Corante de Ouriço de Castanha e Espessante FF

No que se refere ao processo de vaporização, é de notar que este contribuiu para uma uniformização e diminuição geral da intensidade da cor das amostras em estudo.

Em suma, face aos resultados obtidos através da observação direta, é possível concluir que a goma guar é o espessante que oferece o toque mais suave ao substrato têxtil e que o sulfato de ferro confere tonalidades mais escuras ao estampado.

Coordenadas de Cor

No que respeita às coordenadas de cor, são consideradas as variáveis L*, a* e b* que correspondem, respetivamente, à luminosidade, eixo vermelho/ verde e eixo amarelo/ azul do espaço colorimétrico CIELAB. Foram então recolhidos os valores destes parâmetros para cada amostra em estudo, encontrando-se os resultados obtidos indicados na tabela em seguida (Tabela 5).

Tabela 5 - Coordenadas de Cor. Amostras com e sem Vaporização

Amostra	Amostras sem Vaporização			Amostras com Vaporização		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
C AMA	71,01	15,68	5,56	75,07	2,61	4,08
C TAMA	71,58	15,78	8,24	73,57	2,73	6,46
C GGA	69,10	16,24	7,91	70,13	3,25	5,83
C TGGA	68,07	16,90	9,58	71,71	1,37	5,65
O AMA	73,16	5,12	25,83	73,74	4,82	22,35
O TAMA	71,19	5,14	26,31	74,48	4,41	22,36
O GGA	73,60	5,07	26,14	72,79	5,05	23,93
O TGGA	71,64	5,43	28,27	71,61	5,51	26,18
R AMA	72,64	0,18	17,93	79,83	-0,27	21,38
R TAMA	70,92	0,76	18,9	79,07	0,28	23,95
R GGA	78,32	-0,98	18,74	79,77	-0,39	22,85
R TGGA	79,01	-0,88	19,78	80,28	-0,20	22,69

C AMSF	60,10	3,98	9,2	62,42	0,45	10,38
C TAMSF	60,11	6,29	9,96	61,33	0,20	10,17
C GGSF	60,33	4,16	8,09	62,64	0,68	9,73
C TGGSF	60,31	5,31	8,15	61,69	1,00	9,50
O AMSF	54,64	0,65	9,88	55,79	1,72	10,87
O TAMSF	50,35	0,04	9,37	52,27	1,29	9,07
O GGSF	52,87	0,15	8,19	53,50	1,16	8,84
O TGGSF	52,19	-0,10	8,12	50,29	1,22	9,63
R AMSF	42,51	-0,50	-3,72	40,66	0,51	-0,39
R TAMSF	42,60	-0,91	-2,93	41,17	0,39	0,21
R GGSF	49,05	0,13	-4,51	52,06	0,71	-0,31
R TGGSF	49,98	-0,30	-4,44	53,6	0,53	0,10
C EFF	80,94	2,89	21,42	81,13	2,36	18,68
O EFF	72,63	-0,40	-8,35	75,29	2,12	-3,94
R EFF	66,17	5,92	25,94	65,99	6,1	24,71

Como é possível observar na Tabela 5, no que respeita à luminosidade, os valores variam entre 40,66 e 81,13, em que o valor mais reduzido e, por isso mais escuro, corresponde à amostra com corante de romã, amido de milho e sulfato de ferro na sua composição (R AMSF) com vaporização, e o valor mais elevado, indicativo de um tom mais claro, à amostra com corante de chá azul e espessante FF (C EFF) com vaporização. É possível verificar que as amostras com alúmen na sua composição, apresentam valores mais elevados de luminosidade e as amostras com sulfato de ferro apresentam tonalidades mais escuras, à semelhança do referido no artigo escrito por Saxena & Raja. É de realçar que, após a vaporização, a maioria das amostras sofreu um aumento do valor da coordenada L*, indicativo de tonalidades mais claras, facto que pode ser justificado pela remoção do excesso de corante à superfície do substrato e pela redução da saturação da cor, caraterística deste processo.

No que concerne ao eixo a* vermelho/ verde, observam-se na generalidade valores mais centrais que variam entre -0,98 e 6,29, com exceção do chá azul com alúmen, que contempla

valores entre 15,68 e 16,90, o que pressupõe uma cor mais vermelha. Os valores a* negativos, pertencem às amostras com corante de romã o que indica tonalidades mais verdes. Com exceção do que se sucede com o corante de romã, é possível verificar valores mais reduzidos do eixo a* quando aplicado o sulfato de ferro como mordente, por comparação à utilização do alúmen. É de realçar que, à semelhança do sulfato de ferro, o processo de vaporização das amostras faz reduzir os valores, na sua generalidade, na coordenada a*.

Relativamente ao eixo b* amarelo/ azul, é de notar que, na sua maioria, as amostras apresentam tons amarelados, com exceção do corante de romã com sulfato de ferro em que as tonalidades se aproximam mais do azul, o que pode ser comprovado pelos valores *b negativos que apresenta. Ao comparar os mordentes utilizados neste estudo, é possível verificar que as amostras com sulfato de ferro na sua composição apresentam valores mais reduzidos e, por isso, tonalidades mais azuis, o que não se verifica com o corante de chá azul, uma vez que a cor se torna mais amarela. As amostras submetidas a vaporização apresentam valores mais reduzidos do eixo b* quando comparadas às que não foram sujeitas ao mesmo processo, com exceção dos corantes de chá azul e ouriço, em conjunto com alúmen.

De um modo geral, e face aos resultados expostos na Tabela 5, é possível afirmar que o processo de taninagem e o tipo de espessante utilizado na pasta de estampar não exercem influência significativa sobre a cor obtida após a estamparia. É de salientar que o espessante FF não foi aplicado em conjunto com os auxiliares testados, bem como em amostras com processo de taninagem previamente realizado.

Reflectância de Cor

Para a avaliação da reflectância, os dados obtidos são tratados com recurso a gráficos de linhas, em que o eixo *x* representa o comprimento de onda no intervalo correspondente ao espetro de luz visível (400 a 700nm) e o eixo *y* corresponde à reflectância (0 a 90%).

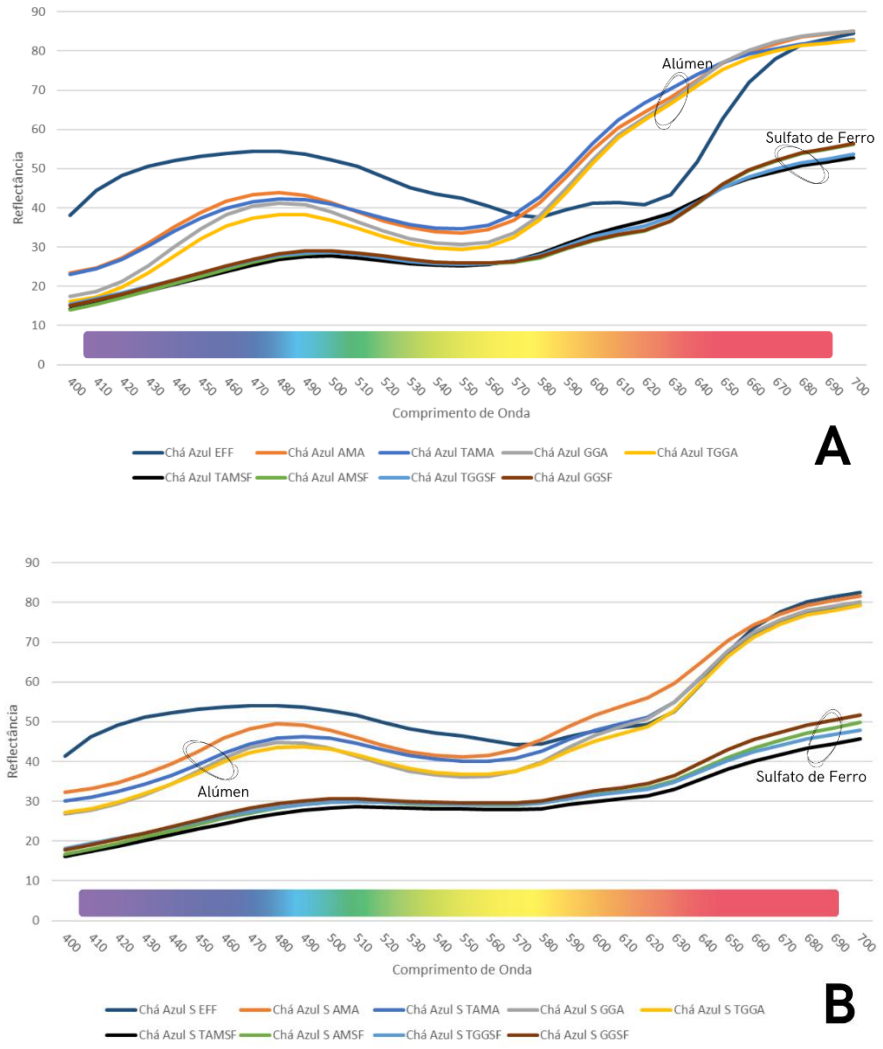


Gráfico 1 – Curvas de Reflectância Espectral das Amostras Estampadas com Corante de Flor Butterfly Pea (Chá Azul). Antes (A) e Após (B) o Processo de Vaporização

Através da análise do Gráfico 1, que representa as amostras do corante de chá azul com e sem vaporização, verifica-se a existência de duas famílias de curvas, em que o elemento que as distingue é o mordente utilizado, correspondendo as curvas com reflectância mais reduzida às amostras que contêm sulfato de ferro na sua composição. É possível observar que as amostras com vaporização apresentam uma reflectância mais uniforme, quando comparadas às amostras sem vaporização, sendo esta diferença mais facilmente observada no comportamento complexo da amostra com corante de chá azul com espessante FF sem vaporização, nos intervalos entre 400 e 510nm e entre 580 e 680nm, atenuado após submetida ao processo de vaporização.

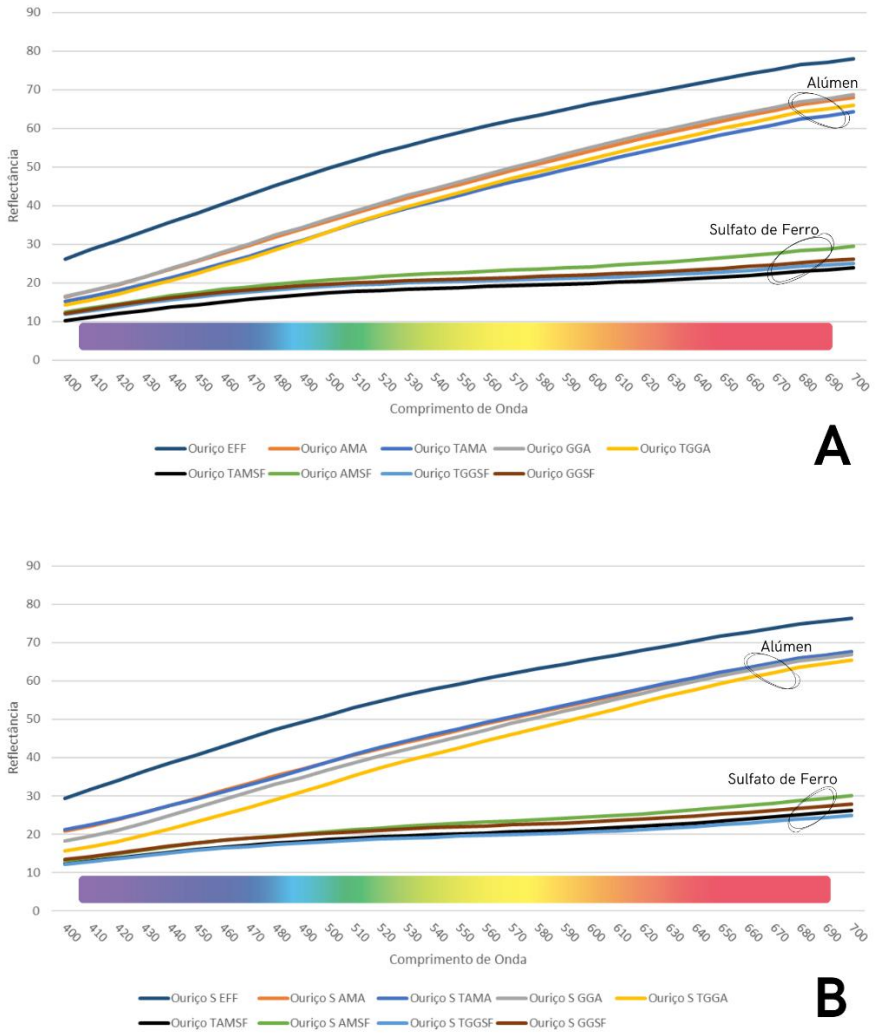


Gráfico 2 - Curvas de Reflectância Espectral das Amostras Estampadas com Corante de Ouriço de Castanha. Antes (A) e Após (B) o Processo de Vaporização

No Gráfico 2, correspondente às amostras do corante de ouriço de castanha, com e sem vaporização, e à semelhança do que se sucede com o chá azul, é visível um menor valor de reflectância associado à família de curvas do sulfato de ferro, decorrente das cores mais escuras das amostras que contêm este mordente na sua composição. Não se observam diferenças significativas, no que respeita à reflectância, relacionadas com o processo de vaporização.

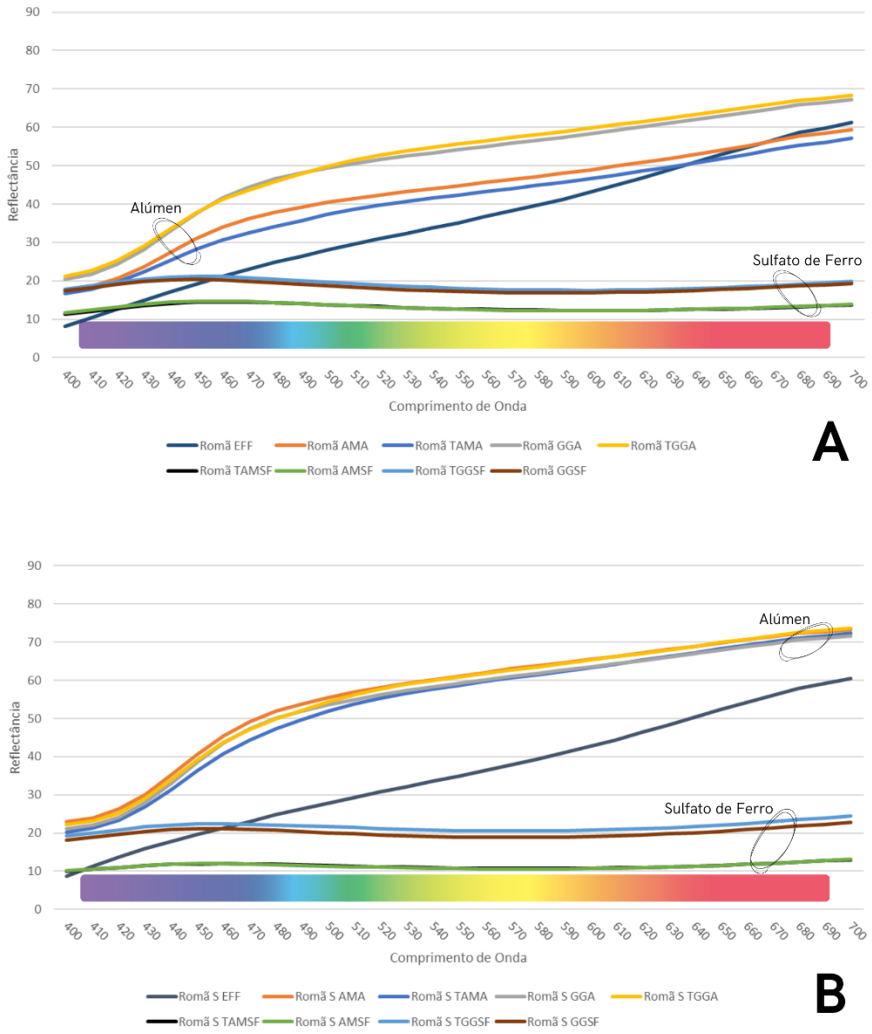


Gráfico 3 - Curvas de Reflectância Espectral das Amostras Estampadas com Corante de Casca de Romã. Antes (A) e Após (B) o Processo de Vaporização

No Gráfico 3, referente às amostras do corante de casca de romã, a família de curvas do sulfato de ferro apresenta um comportamento idêntico ao analisado nos gráficos dos corantes anteriores, com valores de reflectância reduzidos devido às cores escuras que as amostras oferecem, sendo de destacar um distanciamento das linhas que representam a goma guar e o amido de milho, em que este último evidencia valores mais reduzidos. Já no que respeita às amostras com alúmen na sua composição, é notório um aumento na reflectância após o processo de vaporização, demonstrado pelo menor distanciamento das curvas desta família, em particular, nas amostras com introdução de espessante de amido de milho (R S AMA e R S TAMA).

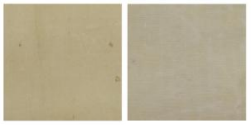
De uma forma geral, os casos em estudo revelam um comportamento concordante no que respeita à formação de duas famílias de curvas associadas aos mordentes utilizados, com evidencia de reduzidos valores de reflectância nas amostras com sulfato de ferro na sua composição. É ainda comum a todas as amostras estudadas neste projeto a influência que o processo de vaporização exerce sobre os resultados obtidos ao nível da reflectância, o que pode ser explicado pelo seu impacto na uniformização e diminuição da intensidade da cor.

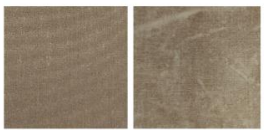
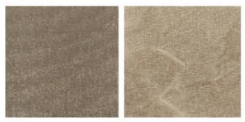
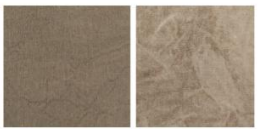
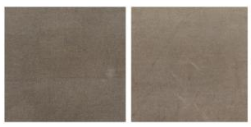
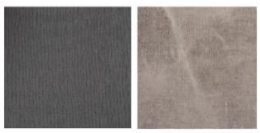
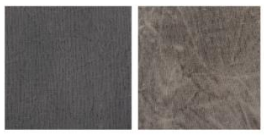
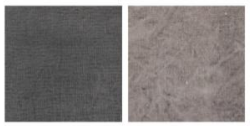
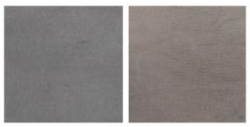
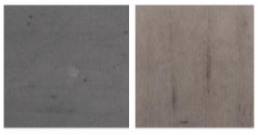
Solidez à Lavagem

Na avaliação da solidez à lavagem são contempladas duas fases de análise distintas, que consistem inicialmente na verificação da transferência de cor da amostra em estudo para o tecido multifibra ensaiado em simultâneo – manchamento – e, em seguida, na comparação dos resultados de avaliação da cor obtidos antes e após o procedimento de lavagem – alteração de cor –, cujos dados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Solidez à Lavagem: Resultados da Escala de Cinzas (Alteração de Cor) e Registo Fotográfico

Amostras	Solidez	Antes / Após	Amostras	Solidez	Antes / Após
C AMA	1		C S AMA	1	
C TAMA	1		C S TAMA	1	
C GGA	1		C S GGA	1	
C TGGA	1		C S TGGA	1	

O AMA	1		**O S AMA**	1	
O TAMA	1		**O S TAMA**	2	
O GGA	1		**O S GGA**	1	
O TGGA	1		**O S TGGA**	2	
R AMA	1		**R S AMA**	2	
R TAMA	3		**R S TAMA**	3	
R GGA	1		**R S GGA**	2	
R TGGA	3		**R S TGGA**	3	
C AMSF	1		**C S AMSF**	1	
C TAMSF	1		**C S TAMSF**	1	
C GGSF	1		**C S GGSF**	2	

C TGGSF	1		**C S TGGSF**	1	
O AMSF	3		**O S AMSF**	3	
O TAMSF	2		**O S TAMSF**	2	
O GGSF	3		**O S GGSF**	3	
O TGGSF	4		**O S TGGSF**	4	
R AMSF	2		**R S AMSF**	3	
R TAMSF	3		**R S TAMSF**	3	
R GGSF	3		**R S GGSF**	3	
R TGGSF	3		**R S TGGSF**	3	

No que se refere ao manchamento de cor, foi possível analisar, por observação direta, a ausência de transferência de cor das várias amostras em estudo para o tecido multifibra testado em simultâneo, motivo pelo qual não se verificou a necessidade de efetuar uma avaliação através da escala de cinzas.

Ao analisar os resultados apresentados na Tabela 6, pode classificar-se a solidez à lavagem, na sua maioria, como fraca. É de notar que as amostras com sulfato de ferro na sua composição revelam valores mais favoráveis quando comparadas às amostras que contêm alúmen, contudo, é de referir que nas amostras de chá azul com sulfato de ferro, a cor remanescente é resultante do mordente utilizado. Dos espessantes, destaca-se a goma guar, uma vez que apesar de geralmente demonstrar resultados idênticos aos restantes espessantes em estudo, por vezes exibe desempenhos superiores. Apesar de, quando comparadas isoladamente, as diferenças nos resultados das amostras submetidas ao ensaio não se revelarem visualmente significativas, é possível observar que, no caso do corante de romã com sulfato de ferro, a intensidade de cor das amostras com amido de milho é inicialmente superior e, após o ensaio, apresentam tonalidades idênticas às amostras com goma guar, o que indica que as amostras com incorporação de goma guar sofreram uma menor perda de cor.

Os processos de taninagem e de vaporização merecem destaque pelo seu contributo positivo para o desempenho das amostras ao nível da solidez à lavagem, resultando na obtenção de cores mais uniformes e prevenção da perda total da cor das amostras. Este facto foi comprovado no presente projeto, uma vez que a perda total da cor que ocorreu nas amostras sem vaporização foi colmatada com a realização do processo de vaporização, motivo pelo qual, nos ensaios seguintes, todas as amostras contempladas foram submetidas previamente a este procedimento.

Face ao exposto, o pior desempenho de solidez à lavagem (1) pertence às amostras de corante de chá azul com alúmen na sua composição e sem vaporização, uma vez que apresentam perda total de cor na sua análise, enquanto que os resultados das amostras de ouriço de castanha com goma guar e sulfato de ferro na sua composição, com e sem vaporização, O TGGSF e O S TGGSF, expressam o valor de solidez mais favorável (4).

Solidez à Fricção a Húmido e a Seco

Na avaliação da solidez à fricção a húmido e a seco é analisada a transferência de cor das amostras em estudo para o testemunho ensaiado, encontrando-se os resultados obtidos dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Solidez à Fricção a Húmido e a Seco: Resultados da Escala de Cinzas

Amostras	Fricção a Húmido		Fricção a Seco	
C S AMA	4/5	4/5	5	5
C S TAMA	5	5	5	5
C S GGA	4/5	4/5	5	5
C S TGGA	4/5	4/5	5	5
O S AMA	2/3	2	5	5
O S TAMA	2	2	5	5
O S GGA	2/3	2	3/4	5
O S TGGA	2/3	2	4/5	5
R S AMA	2/3	2	4/5	5
R S TAMA	1/2	1/2	4/5	5
R S GGA	3	3/4	4/5	5
R S TGGA	2/3	3	5	5
C S AMSF	3	3	5	5
C S TAMSF	3	3	5	5
C S GGSF	4/5	4/5	5	5
C S TGGSF	4/5	4/5	5	5
O S AMSF	1/2	1/2	5	5
O S TAMSF	1	1	4/5	5
O S GGSF	1/2	2	4/5	4/5
O S TGGSF	2/3	2	4	4/5
R S AMSF	1	1	4/5	4/5
R S TAMSF	1/2	1/2	5	5
R S GGSF	3	2/3	4/5	4/5
R S TGGSF	1/2	1/2	4	4/5

Como é possível averiguar, ao analisar a Tabela 7, todas as amostras evidenciam ótimos desempenhos relativamente à solidez à fricção a seco. Já no que concerne à solidez à fricção a

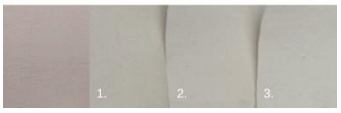
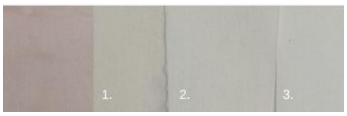
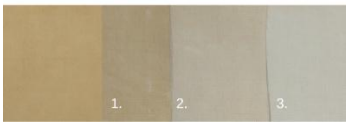
húmido, não se verificam os mesmos resultados, observando-se uma redução dos valores, com menor impacto nas amostras de corante de chá azul. Apesar de ser notório o pior desempenho da solidez à fricção a húmido quando comparado com a solidez à fricção a seco, os resultados de solidez obtidos são ainda, na sua maioria, satisfatórios. É de referir que as amostras com alúmen na sua composição apresentam valores de solidez mais favoráveis em comparação aos resultados obtidos pelas amostras com sulfato de ferro. Dos espessantes em estudo, a goma guar confere melhor solidez à fricção do que o amido de milho.

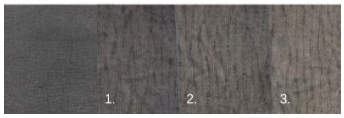
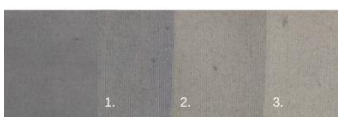
Face ao exposto, destaca-se como a amostra com maior transferência de cor e, por isso, que revela o pior desempenho de solidez, a amostra com corante de casca de romã com amido de milho e sulfato de ferro, com vaporização, R S AMSF, (1; 1; 4/5; 4/5), enquanto que os resultados da amostra com corante de chá azul, amido de milho e alúmen na sua composição, com processos de taninagem e vaporização, C S TAMA, expressam o valor de solidez mais favorável (5; 5; 5; 5). Os resultados do corante de casca de romã assemelham-se aos obtidos no estudo desenvolvido por Rana et al., no que respeita à fricção a seco. Contudo, quando comparados os dados referentes à fricção a húmido, estes diferem significativamente, principalmente quando utilizado o sulfato de ferro, o que pode ser explicado pela aplicação de formulações distintas na pasta de estampar. (Rana, et al., 2022)

Solidez à Luz

Na avaliação da solidez à luz é efetuada a análise da alteração ou perda de cor resultante da exposição das amostras à luz UV. Os dados obtidos desta análise encontram-se discriminados na Tabela 8, suportados pelas imagens das amostras ensaiadas, com o intuito de auxiliar na compreensão dos resultados.

Tabela 8 - Solidez à Luz: Resultados ΔE e Registo Fotográfico*

Amostras	ΔE*			Variação de Cor
	Ciclos			
	1	2	3	
C S AMA	14,59	17,65	18,92	
C S TAMA	15,03	18,10	19,20	
C S GGA	18,98	22,54	23,27	
C S TGGA	15,96	19,34	19,93	
O S AMA	5,21	10,65	16,94	
O S TAMA	6,82	8,88	16,58	
O S GGA	5,32	16,65	23,65	
O S TGGA	8,57	18,05	25,47	
R S AMA	3,64	3,72	7,95	
R S TAMA	8,51	12,32	13,45	
R S GGA	4,79	8,47	11,59	

R S TGGA	7,19	8,39	11,25	
C S AMSF	10,30	16,07	18,55	
C S TAMSF	10,52	12,38	17,48	
C S GGSF	14,10	16,25	18,40	
C S TGGSF	8,92	14,57	17,83	
O S AMSF	0,98	1,13	1,20	
O S TAMSF	1,32	3,6	4,49	
O S GGSF	1,56	4,14	7,19	
O S TGGSF	4,13	6,50	10,05	
R S AMSF	6,26	7,73	12,12	
R S TAMSF	6,00	7,31	11,45	
R S GGSF	7,49	13,34	14,00	
R S TGGSF	6,17	8,59	12,51	

De um modo geral, é possível constatar uma perda de cor em todas as amostras na avaliação realizada após cada ciclo de exposição à luz UV, demonstrada pelo aumento dos valores de ΔE obtidos, o que sugere uma solidez reduzida. Após o primeiro ciclo de exposição à luz UV, observa-se uma alteração da cor em algumas amostras para tonalidades mais escuras, podendo destacar-se as amostras com corante de romã, amido de milho e alúmen, com e sem taninagem, R S AMA e R S TAMA, e as amostras com corante de ouriço, amido de milho e sulfato de ferro, com e sem taninagem, O S AMSF e O S TAMSF. Esta alteração pode dever-se à exposição luminosa e térmica contínua, o que pode conduzir à degradação do corante ou da fibra de algodão. Já as amostras com corante de chá azul, amido de milho e sulfato de ferro, com e sem taninagem, C S AMSF e C S TAMSF, sofreram alteração da cor para tonalidades mais amareladas.

Dos corantes em estudo, o chá azul é o que revela os piores resultados, com perda total da cor das amostras, com exceção das que contêm sulfato de ferro na sua composição, uma vez que apresentam um tom amarelado, conferido somente pelo mordente. No que respeita aos espessantes, podem observar-se resultados mais favoráveis por parte das amostras com amido de milho na sua composição, com perdas de cor menos significativas, quando comparadas às amostras com goma guar, em particular, nas amostras com corante de ouriço de castanha. Relativamente aos mordentes, destaca-se o sulfato de ferro como o mais eficaz na fixação do corante às fibras, face ao alúmen. Já o processo de taninagem não exerce influência significativa sobre o comportamento das amostras ensaiadas, no que se refere à variável em análise. Por fim, é de salientar as amostras com corante de ouriço de castanha em conjunto com sulfato de ferro, uma vez que exibem os valores mais satisfatórios no que concerne à solidez à luz, destacando-se a amostra com amido de milho, O S AMSF, que apresenta os valores mais reduzidos de ΔE ao longo dos três dias de exposição (0,98; 1,13; 1,20).

Perante os resultados obtidos nas avaliações realizadas, podem indicar-se alguns parâmetros que exercem influência no processo de estamparia, nomeadamente o espessante, o mordente, o pré-tratamento e o pós-tratamento. Estes parâmetros produzem efeitos distintos nas propriedades colorísticas, em particular no que respeita à solidez da cor, à diversidade de tonalidades que conferem e à sensação ao toque, como representado na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros Influenciadores da Estamparia no Presente Estudo

Parâmetro	Influência
Espessante	Sensação ao Toque
Mordente	Tonalidade e Solidez da Cor
Pré-Tratamento	Solidez da Cor
Pós-Tratamento	Solidez e Uniformização de Cor e de Toque

5. Conclusão e Previsões Futuras

A presente dissertação contempla como principal objetivo o estudo de corantes naturais provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal no setor da estamparia, aplicados em substrato têxtil de algodão. As tarefas realizadas nos laboratórios do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho compreendem a avaliação e seleção de matéria corante, o estudo do desenvolvimento das pastas de estampar e do processo de estamparia, bem como a avaliação de resultados cromáticos e propriedades de solidez de cor à lavagem, fricção a húmido e a seco e à luz. Em simultâneo ao trabalho prático realizado, pretende-se contribuir para o enriquecimento do conteúdo teórico referente a esta temática.

Para a realização deste projeto, numa fase inicial, foram desenvolvidos estudos preliminares, que incluem a extração de matéria corante dos resíduos de biomassa de origem vegetal e a sua aplicação numa pasta de estampar convencional, de forma a compreender a viabilidade dos materiais e selecionar os corantes que evidenciam melhores resultados para serem objetos de estudo. Após selecionados os corantes, procedeu-se à otimização da sua extração, e posterior incorporação em pastas de estampar com produtos naturais, a fim de serem aplicadas em estamparia direta ao quadro plano. Concluído o processo de estamparia, as amostras são submetidas a ensaios de solidez à luz, à lavagem e à fricção a húmido e a seco, com o objetivo de obter os dados necessários à avaliação do desempenho dos materiais em estudo. A análise destes dados mostra-se relevante para o controlo de qualidade, otimização de processos e estudos relacionados com a estabilidade da cor.

Para o desenvolvimento das pastas de estampar, foram selecionadas como matérias-primas dos corantes o ouriço da castanha, a casca de romã e a flor de *Butterfly Pea*, o que possibilitou a obtenção de uma paleta de cores, cujas tonalidades variam entre rosa, amarelo, castanho, azul e cinza.

Tendo por base a análise e discussão dos resultados no presente projeto, no que respeita à solidez da cor à lavagem, pode concluir-se que o desempenho das amostras foi, na sua maioria, pouco favorável, sendo de destacar o impacto positivo do sulfato de ferro e da goma guar na solidez do material corante. Neste ensaio, foi possível verificar a influência positiva dos processos de taninagem e de vaporização, uma vez que potenciam a uniformização da cor e minimizam a sua perda.

No que concerne à solidez à fricção a húmido e a seco, de um modo geral os resultados são satisfatórios, com evidências de boa solidez à fricção a seco e piores desempenhos à fricção a húmido. Neste ensaio, o alúmen e a goma guar são responsáveis pelos melhores resultados de solidez.

Relativamente à solidez da cor à luz, é visível uma perda de cor em todas as amostras após cada ciclo de exposição à luz UV, o que sugere uma solidez reduzida, sendo as amostras com amido de milho e/ ou sulfato de ferro na sua composição as que apresentam melhores resultados. Não há evidência da interferência do processo de taninagem nos resultados obtidos.

De forma sumária, pode afirmar-se que o corante ouriço de castanha, o sulfato de ferro e a goma guar são os responsáveis pelo contributo mais significativo ao nível da solidez da cor, à semelhança dos processos de taninagem e vaporização, que se apresentam como procedimentos de relevância no presente estudo. Contudo, apesar do melhor desempenho do sulfato de ferro como mordente, o facto de este atribuir tonalidades mais escuras às amostras apresenta-se como uma desvantagem face ao alúmen, que permite a obtenção de uma paleta de cores mais variada.

A presente dissertação contribui com um maior conhecimento sobre o estudo de corantes naturais provenientes de resíduos de biomassa de origem vegetal aplicados em estamparia ao quadro plano, tendo-se alcançado resultados geralmente satisfatórios, que abrem caminho para futuras investigações e potenciais aplicações industriais orientadas para a sustentabilidade. Na continuidade da investigação é importante a realização de uma abordagem detalhada de todos os comportamentos manifestados por estes corantes, mordentes e espessantes, bem como processos de taninagem e vaporização, surgindo a necessidade de se proceder a mais estudos, com o intuito de compreender o comportamento dos corantes naturais, em conjunto com os materiais naturais presentes na pasta de estampar, bem como os benefícios da sua utilização. Propõe-se, assim, alguns desenvolvimentos futuros descritos em seguida:

- Estudo de diferentes processos de extração de material corante, uma vez que este parâmetro pode exercer influencia sobre os resultados de cor;
- Estudo de diferentes componentes na pasta de estampar, incluindo agentes fixadores, de forma a compreender o comportamento dos corantes e a influência nos resultados obtidos;

- Otimização das pastas de estampar com produtos naturais, através do estudo de novos materiais e/ ou formulações;
- Otimização de processos de taninagem e vaporização, com possível alteração de materiais, tempo e métodos de execução;
- Avaliação da solidez e comportamento dos corantes naturais, através da realização de diferentes ensaios.

Referências Bibliográficas

Ahmed, F., Repon, M. R., Pranta, A. D., Ragib Yasar, M. S., Rakib, M. F., Ahmed, I., . . . Nishat, T. A. (2024). Eco-sustainable printing of cellulosic polymeric material using bio-colorants and bio-crosslinkers. *SPE Polymers*.

Ahmed, T., Toki, G. F., Mia, R., Islam, S. R., Al Fahad, M. A., Adeel, S., & Alpár, T. (2023). New trends in printing applications of natural dyes and pigments. Em *Renewable Dyes and Pigments* (pp. 139-163).

Alegbe, E. O., & Uthman, T. O. (2024). A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. *Heliyon*.

Alúmen de Potássio. (s.d.). Obtido de Saber Fazer: https://www.shop.saberfazer.org/products/alumen-de-potassio?srsltid=AfmBOor8vcICIM7XYFe-hbE9akufDzXpYz0HF07DvdXdRQF40fGzvmQp

Amido de milho: entenda os usos e benefícios. (s.d.). Obtido de Adicel: https://blog.adicel.com.br/amido-de-milho-usos-beneficios/

Benefits of butterfly pea flower tea. (2024). Obtido de Vinmec: https://www.vinmec.com/eng/blog/what-are-the-benefits-of-butterfly-pea-flower-tea-en

Cápsulas de Nogueira. (s.d.). Obtido de Saber Fazer: https://www.shop.saberfazer.org/products/capsulas-de-nogueira?srsltid=AfmBOopOIIv5GvZHyvLSCbMwanEyza0h2L_qY2s9k7YouJm5HLaTHu3S

Casca de Romã. (s.d.). Obtido de Tinctoria Natural: https://www.tinctorianatural.com/es/product-page/casca-de-rom%C3%A3-1

Castro, M. D., & Ayuso, L. E. (2000). Soxhlet Extractions. *Environmental Applications*.

Chungkrang, L., & Bhuyan, S. (2020). Natural Dye Sources and its Applications in Textiles: A Brief Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 261-269.

Colorists, A. A. (2009). AATCC Method 186-2009: Weather Resistance: UV Light and Moisture Exposure.

Dispersão ultra-sónica de gomas xantana e guar. (s.d.). Obtido de Hielscher: https://www.hielscher.com/pt/ultrasonic-dispersion-of-xanthan-and-guar-gums.htm

Durgade, P. S., Jadhav, P. P., Shaikh, T. I., & Trivedi, M. M. (2022). Pigment Producing Bacteria and its Application in Various Field. *World Journal of Pharmaceutical Research*.

Emulsionantes, estabilizadores, espessantes e geleficantes. (s.d.). Obtido de Autoridade de Segurança Alimentar e Económica: https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/aditivos-alimentares/emulsionantes-estabilizadores-espessantes-e-geleficantes.aspx

Estamparia - Produtos Gilaba. (s.d.). Obtido de Gilaba: http://www.gilaba.pt/produtos/estamparia-gilaba/

Fernandes, A. M., Pinheiro, A. I., Rodrigues, C., & Silva, C. J. (2025). Bioeconomy in Textile Industry: Industrial Residues Valorization Towards Textile Functionalization. *Recycling*.

Ferreira, L. G. (2013). *Corantes naturais e sustentabilidade no setor têxtil.*

Giordano, J. (2023). Estamparia com Corantes e Espessantes Naturais em Tecidos Tratados com Plasma. *Anais da VII Mostra de Docentes em RJI*.

Gomes, C. D. (2022). *Otimização de um processo de tingimento com corantes naturais.*

Haque, A. N., & Naebe, M. (2024). Future Txtiles.

Iron as a Dye Modifier. (2024). Obtido de Wild Colours: https://www.wildcolours.co.uk/html/iron_modifier.html?utm_source=chatgpt.com

Klančnik, M. (2024). Printing with Natural Dye Extract from Japanese Knotweed Leaves. *Fibers and Polymers*.

Leal, K. (2023). *Goma guar: o que é, para que serve e como usar*. Obtido de Tua Saúde: https://www.tuasaude.com/beneficios-da-goma-guar/

Machado De Araújo, M. E. (2006). *Corantes naturais para têxtil - Da antiguidade aos tempos modernos.*

O que é o amido de milho? (s.d.). Obtido de Maizena: https://www.maizena.com.br/dicas/o-que-e-amido-de-milho.html

Ouriços do Castanheiro. (s.d.). Obtido de Casa das Ciências: https://www.casadasciencias.org/imagem/8499

Phukon, H., Harshvardhan, K., Sarma, N., Kumar, P., Lal, M., & Kalita, D. (2025). Isolation and identification of Methylobacterium komagatae and its application in textile industries. *Natural Product Research*, 2831-2841.

Pranta, A. D., & Rahaman, M. T. (2024). Extraction of eco-friendly natural dyes and biomordants for textile coloration: A critical review. *Nano-Structures & Nano-Objects*.

Qual é o papel da goma guar modificada na indústria da construção? (s.d.). Obtido de Celotech: https://pt.celotech.com/news/what-is-the-role-of-modified-guar-gum-in-the-construction-industry/#:~:text=Serve%20como%20pasta%20de%20impress%C3%A3o%20para%20tecidos,e%20seda%2C%20garantindo%20impress%C3%B5es%20vibrantes%20e%20precisas.

Rainert, K. T., de Oliveira, C. R., Felipe, B. H., Herpich, H., Valle, R. d., & Valle, J. A. (12 de 2024). Textile printing: An integrated view of processes, properties, and future prospects. *Coloration Technology, 140*, 556-570.

Rana, M. B., Hasan, M. Z., Islam, M. A., Rokonuzzaman, M., Khandaker, S., & Bashar, M. M. (2022). Printing effects of different natural colourants on cotton fabric. *Textile & Leather Review*, 280-295.

Rashad, H. G., Khatib, H. S., Shokry, G. M., & EL-Zawahry, M. M. (2025). Fabrication of pH-sensitive silk and wool fabrics treated with pectin for multichromic sensor dyes with biochromic butterfly pea flowers (Clitoria ternatea L.) extract. *International Journal of Biological Macromolecules*.

Repon, M. R., Dev, B., Rahman, M. A., Jurkonienė, S., Haji, A., Alim, M. A., & Kumpikaitė, E. (2024). Textile dyeing using natural mordants and dyes: a review. *Environmental Chemistry Letters*.

Repon, M. R., Islam, T., Paul, T. K., Jurkonienė, S., Haji, A., Shukhratov, S., & Toki, G. F. (7 de 2024). Natural dyes in textile printing: Parameters, methods, and performance. *Environmental Science and Pollution Research, 31*, 47552-47583.

Romã - Um Fruto do Outono. (2016). Obtido de Nutrimento: https://nutrimento.pt/noticias/roma-um-fruto-do-outono/

Sabe o que é o amido de milho? (s.d.). Obtido de Espiga: https://espiga.pt/conteudos-uteis/sabe-o-que-e-o-amido-de-milho-certamente-que-sim-mas-o-nome-nao-lhe-diz-nada

Santos, J. (2021). *Tratamento Prévio e Tingimento*.

Santos, J. (2022). Estamparia Convencional e Digital.

Saxena, S., & Raja, A. S. (2014). *Natural Dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues.*

Standardization, I. O. (2001). NP EN ISO 105-X12: Colour fastness to rubbing.

Standardization, I. O. (2010). NP EN ISO 105-C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering.

Sulfato de Ferro III (Ico) E Amônio 12H2O PA ACS – Alúmen de Ferro. (s.d.). Obtido de EasyPath: https://easypath.com.br/loja/histologia/coloracoes/reagentes-quimicos/sulfato-de-ferro-iii-ico-e-amonio-12h2o-pa-acs-alumen-de-ferro/#:~:text=Sulfato%20de%20Ferro%20III%20(ICO)%20e%20Am%C3%B4nio,para%20a%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20e%20an%C3%A1lise%20de%20t

Teixeira, A. F. (2019). *Design de Superfície Têxtil para Estamparia Digital.*

Têxtil: Insumos químicos ajudam a melhorar processos. (2023). Obtido de Química: https://www.quimica.com.br/textil-insumos-quimicos-ajudam-a-melhorar-processos/

Vega, E. N., González-Zamorano, L., Cebadera, E., Barros, L., Pires, T. C., Molina, A. K., . . . Morales, P. (2025). Natural Food Colorant Obtained from Wild Berberis vulgaris L. by Ultrasound-Assisted Extraction: Optimization and Characterization. *Foods*.

Wardman, R. H. (2018). *An Introduction to Textile Coloration: Principles and Practice.*

Zerin, I., Farzana, N., Sayem, A. S., Anang, D. M., & Haider, J. (2020). Potentials of Natural Dyes for Textile Applications. Em *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials.*

Anexo I – Materiais Corantes, Método de Extração e Composição da Pasta de Estampar. Estudos Preliminares

<table>
<tr><th colspan="2">Corante</th><th>Método de Extração</th><th>Componentes da Pasta de Estampar</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Casca de Abóbora</td><td>Congelada</td><td rowspan="14">Extração Aquosa na Ahiba
Temperatura: 95°C
Tempo: 60min</td><td rowspan="14">5ml de solução corante
20g Espessante FF</td></tr>
<tr><td>Seca</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Casca de Cenoura</td><td>Congelada</td></tr>
<tr><td>Seca</td></tr>
<tr><td colspan="2">Caroço de Abacate</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca Seca de Abacate</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca Seca de Banana</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca Seca de Batata Doce</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca de Curcuma</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca Seca de Laranja</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca Seca de Romã</td></tr>
<tr><td colspan="2">Casca de Castanha</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flor de Butterfly Pea</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ouriço de Castanha</td></tr>
</table>

Anexo II – Observação Direta de Cor. Estudos Preliminares

Substrato Têxtil 100%CO							
	Corantes						
	Casca de Abóbora		**Casca Seca de Cenoura**	**Casca Seca de Abacate**	**Caroço de Abacate**	**Casca Seca de Banana**	**Casca Seca de Batata Doce**
	Congelada	Seca					
Sem Redução							
Com Redução	-	-		-	-	-	-
	Casca Seca de Curcuma	**Casca Seca de Laranja**	**Folhas de Amora Miura**	**Casca Seca de Romã**	**Casca de Castanha**	**Flor de Butterfly Pea**	**Ouriço de Castanha**
Sem Redução							
Com Redução	-	-	-				