



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Bruna Fleck

Técnicas Ecológicas de Coloração em Substratos Celulósicos

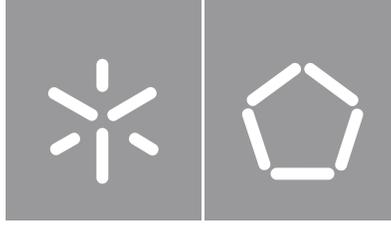
**Técnicas Ecológicas de Coloração em
Substratos Celulósicos**

Bruna Fleck

UMinho | 2021

setembro de 2021





Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Bruna Fleck

Técnicas Ecológicas de Coloração em Substratos Celulósicos

Dissertação de Mestrado
em Design e Marketing de Produto Têxtil, Vestuário e Acessórios

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor António Pedro Garcia de Valadares Souto e da Doutora Isabel Maria Dias Cabral

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



**Atribuição
CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe por todo o apoio e incentivo durante o desenvolvimento do projeto.

Gostaria de agradecer à empresa Chemitex que se prontificou em ceder o tecido de linho utilizado para a realização dos experimentos elaborados no presente estudo.

Sou muito grata ao meu orientador António Pedro Garcia de Valadares Souto e à minha coorientadora Isabel Maria Dias Cabral por compartilharem seus conhecimentos e pelo apoio.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico 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.

Bruna Fleck

RESUMO

Técnicas Ecológicas de Coloração em Substratos Celulósicos

A sustentabilidade é um assunto cada vez mais abordado tanto no meio acadêmico, quanto por empresas dos mais diversos ramos, especialmente o do têxtil e o da moda. Isso se deve porque ambos os setores representam duas das indústrias mais poluentes em razão do uso excessivo de produtos tóxicos ao ambiente e à saúde humana. Tais químicos são empregues, principalmente, nas etapas de beneficiamento têxtil (estamparia, tingimento, entre outros).

Tendo em vista esses aspectos, pode-se concluir que é de grande importância que os profissionais relacionados com as áreas da moda pensem em soluções mais sustentáveis para a coloração têxtil, de modo a contribuir para a redução dos impactos ambientais. Uma opção é o emprego de produtos de origem natural e não tóxicos, tais como corantes naturais e mordentes, a partir de técnicas artesanais.

O presente estudo teve como objetivo estudar a técnica de impressão botânica utilizando corantes naturais em têxteis celulósicos; e explorar o seu potencial para aplicação no *design* de moda sustentável.

Optou-se por utilizar tecidos de linho e Tencel, os quais foram coloridos com cascas de cebola e repolho roxo. Os processos de mordentagem com tanino e alúmen, assim como os da impressão botânica compreenderam a análise das seguintes variáveis: pré, pós e mordentagem em simultâneo; e impressão por vapor ou fervura. Verificou-se que todos os parâmetros estudados influenciam diretamente tanto nos efeitos visuais como na coloração dos padrões.

Considerando uma possível aplicação no *design* de moda, realizaram-se testes de solidez da cor à luz, à lavagem e à fricção seco e húmido num conjunto de exemplares. Os testes de solidez indicaram que o tanino se mostrou eficaz na fixação do corante da casca de cebola em ambas as fibras. Por outro lado, nenhum dos mordentes melhorou as propriedades de solidez do corante do repolho roxo.

O estudo contribui para que os *designers* conheçam melhor a técnica de impressão botânica e como os diferentes processos e materiais analisados interferem nos efeitos visuais e cromáticos das estampas. O desenvolvimento do trabalho e protótipo de estudo permitiram demonstrar o potencial desta técnica ecológica para produzir padrões têxteis criativos e sustentáveis

Palavras-chave: Corantes naturais; *design* têxtil e de moda; impressão botânica; solidez da cor; sustentabilidade;

ABSTRACT

Ecological Coloring Techniques in Cellulosic Substrates

Sustainability is a subject that is increasingly addressed both in academia and by companies in the most diverse fields, especially in the textile and the fashion. This is because both sectors represent two of the most polluting industries due to the excessive use of products toxic to the environment and human health. Such chemicals are used, mainly, in the stages of textile finishings (printing, dyeing, among others).

Bearing in mind these aspects, it can be concluded that it is of great importance that professionals related to the areas of fashion think of more sustainable solutions for textile coloring, in order to contribute to the reduction of environmental impacts. One option is the use of natural and non-toxic products, such as natural dyes and mordants, applied by artisanal techniques.

Thus, the present work aimed to study the eco printing technique using natural dyes in sustainable cellulosic substrates; and explore its potential for application in fashion design, using artisanal techniques.

It was decided to use linen and Tencel fabrics, which were colored with onion skins and red cabbage. The processes of mordanting with tannin and alum, as well as the printing processes included the analysis of the following variables: pre, meta and postmordanting; and printing by boiling or steaming. It was found that all the parameters studied directly influence both the visual effects and the coloring of the patterns.

Considering a possible application in fashion design, color fastness tests to lighting, washing and dry and wet rubbing were carried out on a set of samples. The fastness tests indicated that the tannin was shown to be effective in fixing the onion skin dye in both fibres. On the other hand, none of the mordants improved the fastness properties of the red cabbage dye.

The study contributes to that designers better understand the eco printing technique and how the different processes and materials analysed interfere on the visual and chromatic effects of the patterns. The development of the work and study prototype allowed to demonstrate the potential of this ecological technique to produce creative and sustainable textile patterns.

Keywords: Natural dyes; textile and fashion design; eco printing; color fastness; sustainability

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Objetivo Geral.....	4
1.2 Objetivos Especificos	4
1.3 Metodologia de Pesquisa	4
1.4 Estrutura da Dissertação	6
2. Enquadramento Teórico.....	7
2.1 Sustentabilidade.....	8
2.1.1 Estratégias sustentáveis.....	9
2.2 Cor	12
2.2.1 Luz.....	13
2.2.2 Síntese aditiva e subtrativa da cor	15
2.2.3 Propriedade das cores	18
2.2.4 Cor na moda	21
2.3 Corantes naturais.....	23
2.3.1 Classificação dos corantes naturais.....	24
2.3.2 Vantagens da aplicação dos corantes naturais em têxteis	29
2.3.3 Desvantagens do uso de corantes naturais.....	30
2.3.4 Mordentes	31
2.4 Técnicas de coloração têxtil.....	33
2.4.1 Estamparia convencional	34
2.4.2 Estamparia digital	37
2.4.3 <i>Stencil</i>	41
2.4.4 <i>Block printing</i>	42
2.4.5 <i>Shibori</i>	43
2.4.6 Tie-dye	46

2.4.7	<i>Batik</i>	48
2.4.8	<i>Eco printing</i>	51
2.5	Substratos celulósicos	65
2.5.1	Algodão.....	65
2.5.2	Linho.....	67
2.5.3	Liocel	69
3	Trabalho experimental	72
3.1	Primeiros experimentos	73
3.2	Desenvolvimento projetual	80
3.2.1	Processos de mordentagem.....	80
3.2.2	Processos de impressão botânica	82
3.2.3	Análise das amostras desenvolvidas.....	84
3.3	Avaliação da solidez da cor	110
3.3.1	Resultados e discussão.....	115
3.4	Protótipo	140
3.4.1	Público-alvo	141
3.4.2	Tendências.....	142
3.4.3	Conceito	142
3.4.4	Prototipagem do tecido	144
3.4.5	Análise do protótipo	146
3.4.6	Desenvolvimento da coleção cápsula	147
3.4.7	Prototipagem da peça de vestuário	148
3.4.8	Análise do protótipo	148
3.5	Reflexão dos resultados obtidos	149
4.	Conclusão	154
	Bibliografia	159

Anexos	173
Anexo A – Solidez à luz dos tecidos impressos com casca de cebola	173
Anexo B – Solidez à luz dos tecidos impressos com repolho roxo.....	177

LISTA DE ABREVIATURAS

CAD – Computer Aided Design (projeto e desenho assistido por computador)

CIELAB – Espaço de cor proposto pela Comissão Internationale de L'Eclairage (CIE) que utiliza as coordenadas L^* , a^* e b^* para a determinação de uma cor

CMYK – Cyan, Magenta, Yellow and black (ciano, magenta, amarelo e preto)

Nm – Nanómetro

RGB – Red, Green and Blue (vermelho, verde e azul)

UV – Ultravioleta

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espectro Visível da luz (Oliveira et. al., 2017, pg. 134).....	14
Figura 2: Dispersão da luz solar (Escola, 2020)	15
Figura 3: Síntese aditiva e síntese subtrativa (Pintar, Amo, 2020).....	16
Figura 4: Cores secundárias (A autora, 2020)	17
Figura 5: Cores terciárias (A autora, 2020)	17
Figura 6: Cores complementares (A autora, 2020)	18
Figura 7: Matiz, saturação e luminosidade (Contraste Arquitetura, 2019)	19
Figura 8: Espaço CIELAB (Beetsma, 2020)	21
Figura 9: Cochonilha (A) (Naur, 2020), <i>Rubia tinctorum</i> (B) (Utad, Jardimbotânico, 2020) e <i>Caesalpinia echinata</i> (C) (Janeiro, Jardim Botânico do Rio de, 2020)	26
Figura 10: <i>Curcuma longa</i> (A), <i>Reseda luteola</i> (B) e <i>Allium cepa</i> (C) (Utad, Jardimbotânico, 2020)	26
Figura 11: <i>Indigofera tinctoria</i> (A) (Jardins, Revista, 2020), <i>Isatis tinctoria</i> (B) (Utad, Jardimbotânico, 2020) e <i>Wrightia tinctoria</i> (C) (Kyhade, Vaikos, & Malpani, 2014, p. 827).....	27
Figura 12: <i>Acacia catechu</i> (A) (House, Natural Dye, 2020) e <i>Haematoxylon campechianum</i> (B) (Baravalle, 2020).....	28
Figura 13: Quadro plano manual (A) (Connors, 2020), Carrossel (B) (Alphashirt, 2020), Quadro automático (C) (Macrokun, 2020) e Cilindros (D) (Sigbol, 2016).....	36
Figura 14: Impressora jato de tinta (Mimaki, 2020).....	39
Figura 15: Prensa térmica (A) (Maquinatec, 2020) e Calandra (B) (BM do Brasil, 2020).....	40
Figura 16: <i>Stencil</i> (Audaces, 2020).....	41
Figura 17: Carimbo de madeira (Needleman, 2018)	43
Figura 18: Etapas da estampa de quadrados (Provax, 2020).....	44
Figura 19: Tábua de madeira entalhada (esquerda), exemplo de um tecido estampado (direita) (Torimaru & Hedstrom, 2010, p. 2)	44
Figura 20: Ne-maki shibori (Wilson, 2020)	45
Figura 21: Arashi (Poskin, 2019)	46
Figura 22: <i>Tie-dye</i> (Lynn, 2015).....	47
Figura 23: Canting à esquerda (Living in Indonesia, 2020) e desenvolvimento da estampa à direita (Batik, Wirawan, 2019).....	50

Figura 24: Cap - Carimbo de cobre à direita (Traders, Textile, 2020a) e processo do <i>Cap batik</i> à direita (The Handmade Romantics, 2020)	50
Figura 25: <i>Batik tulis</i> (Batik, Wirawan, 2020) e cap batik (Traders, Textile, 2020b)	51
Figura 26: Etapas do <i>eco print</i> (Aranha, 2020b).....	52
Figura 27: Dobra sanfona e rolo (Behan, 2018, p. 276)	53
Figura 28: Estampas eco print (Divaholic, 2019)	54
Figura 29: Vestido (esquerda) e camisa (direita) estampados por impressão botânica (Aska, 2020) ...	55
Figura 30: Blusa e calça (esquerda), e <i>kimono</i> e calça (direita) estampados por impressão botânica (Aranha, 2020c)	55
Figura 31: Blusas estampadas por impressão botânica (Tea, The Way Of, 2019).....	56
Figura 32: Vestido (esquerda) e calça (direita) estampados por impressão botânica (Bouvier, Maria, 2021)	56
Figura 33: Amostras CO 7, CO 13 e CO 15 (a autora)	75
Figura 34: Amostras CO 8, CO 12 e CO 14 (a autora)	76
Figura 35: Amostras CO 17 e CO 21 (a autora).....	77
Figura 36: Amostras CO 19 e CO 23 (a autora).....	78
Figura 37: Amostras CO 25 e CO 27 (a autora).....	79
Figura 38: pré e pós-mordentagem: 1 – água aquecida, 2 – adição do tanino na água quente e 3 – tecido imerso no banho de mordentagem (a autora).....	81
Figura 39: Mordentagem em simultâneo (a autora)	82
Figura 40: Casca de cebola (esquerda) e folha de repolho roxo (direita) (a autora)	82
Figura 41: Etapas da impressão botânica (a autora)	84
Figura 42: Amostras em linho pré-mordidas com tanino e impressas com casca de cebola (a autora) 87	
Figura 43: Amostras em Tencel pré-mordidas com tanino e impressas com casca de cebola (a autora)	88
Figura 44: Amostras em linho pré-mordidas com tanino e impressas com repolho roxo (a autora)	90
Figura 45: Amostras em Tencel pré-mordidas com tanino e impressas com repolho roxo (a autora) ...	91
Figura 46: Detalhe dos efeitos das amostras TRV 50 e TRV 70 (a autora)	92
Figura 47: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)	95
Figura 48: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)	96

Figura 49: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)	98
Figura 50: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)	99
Figura 51: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alumínio de potássio (a autora)	102
Figura 52: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alumínio (a autora)	103
Figura 53: Área de contato do tecido com a solução de mordente (a autora)	104
Figura 54: Comparação entre amostras mordidas com tanino e alumínio (a autora)	105
Figura 55: Detalhe dos efeitos visuais gerados pela casca de cebola (a autora)	105
Figura 56: Diferença de cor entre ambos os lados do tecido (a autora)	106
Figura 57: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alumínio (a autora)	107
Figura 58: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alumínio (a autora)	108
Figura 59: Comparação entre amostras mordidas com tanino e alumínio (a autora)	109
Figura 60: Demarcação da área de medição (a autora)	112
Figura 61: Identificação e molde para as medições de cor (a autora)	112
Figura 62: Etapas para a medição das amostras (a autora)	113
Figura 63: Solidez à luz dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)	117
Figura 64: Solidez à luz dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)	121
Figura 65: Solidez à lavagem dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)	123
Figura 66: Solidez à lavagem dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)	126
Figura 67: Solidez à fricção a seco dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)	129
Figura 68: Solidez à fricção húmido dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)	131
Figura 69: Solidez à fricção a seco dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)	134
Figura 70: Solidez à fricção húmido dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)	136
Figura 71: Antes e depois dos testes de solidez da amostra TCV 50 (a autora)	139
Figura 72: Painel de inspiração (a autora)	143
Figura 73: Etapas da impressão botânica em tecido longo (a autora)	145
Figura 74: Tecido de Tencel estampado (a autora)	146

Figura 75: Coleção cápsula (a autora).....	147
Figura 76: Protótipo da saia godê (a autora).....	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros estudados.....	5
Tabela 2: Tabela das amostras não mordidas	74
Tabela 3: Tabela das amostras mordidas com sulfato de ferro	76
Tabela 4: Tabela das amostras pré e pós-mordidas com tanino.....	78
Tabela 5: Influência da concentração do tanino utilizado na pré-mordentagem	86
Tabela 6: Influência do processo de mordentagem com a utilização de 50% de tanino.....	94
Tabela 7: Influência do processo de mordentagem com a utilização de 10% de alúmen.....	101
Tabela 8: Amostras selecionadas para testes de solidez da cor	111
Tabela 9: Tabela de solidez à luz da casca de cebola	116
Tabela 10: Tabela de solidez à luz do repolho roxo.....	120
Tabela 11: Tabela de solidez à lavagem da casca de cebola.....	122
Tabela 12: Tabela de solidez à lavagem do repolho roxo	125
Tabela 13: Tabela de solidez à fricção a seco e húmido da casca de cebola	128
Tabela 14: Tabela de solidez à fricção a seco e húmido do repolho roxo.....	133
Tabela 15: Comparação entre as amostras estampadas com cascas de cebola.....	138
Tabela 16: Comparação entre as amostras estampadas com repolho roxo	140

1. Introdução

Atualmente verifica-se o constante uso da palavra “sustentabilidade” tanto para peças de vestuário e acessórios, quanto para construções arquitetônicas, mobiliário, entre outros. A palavra “sustentabilidade” é um conceito que engloba questões econômicas, socioculturais e ambientais, visando atender as carências da geração presente sem que isso prejudique as futuras (Dicio, 2020).

A busca por produtos de moda sustentáveis tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Isso porque os consumidores estão mais cientes dos impactos ambientais causados pela indústria têxtil e da moda, uma vez que esses setores estão entre os mais poluentes (Varela, 2019). As etapas de tingimento e acabamento são as grandes responsáveis pela poluição do meio ambiente (Toledo, 2004). É durante as diferentes fases desses processos que diversos produtos químicos poluidores entram em contato com a água que, mais tarde, é despejada no solo (Rossi, 2009; Twardocus, 2004). Também deve-se ressaltar que os métodos de produção convencionais necessitam de grandes quantidades de recursos e energia (Gwilt, 2015).

Apenas utilizar materiais sustentáveis, porém, não é o único fator de sucesso e preferência de uma peça de vestuário, afinal um dos primeiros aspectos notados pelos consumidores é a coloração. Portanto é de grande importância que o *designer* avalie corretamente as cores ideais para o desenvolvimento de suas coleções. Associado a esse elemento estão os padrões ou estampas que podem conter uma ou várias cores. Contudo, como é possível realizar o processo de estamparia têxtil de forma menos impactante ao meio ambiente? Existem diversas técnicas voltadas para o desenvolvimento de estampas de modo sustentável. No presente trabalho optou-se por utilizar métodos e materiais naturais. Esse segmento tem vindo a ganhar espaço no mercado, visto que muitas empresas e clientes estão optando por produtos mais sustentáveis, nomeadamente coloridos artesanalmente com corantes e pigmentos naturais (Samanta & Konar, 2011; Varela, 2020).

A coloração de substratos têxteis com produtos naturais, porém, não é uma prática nova, ao contrário, a arte de tingimento têxtil com corantes extraídos de fontes naturais é uma técnica antiga que foi utilizada até a criação dos corantes sintéticos. Atualmente sabe-se que a aplicação dos corantes sintéticos em substratos não é a mais adequada, isso devido aos fatores prejudiciais ao

ambiente, bem como à saúde, como as alergias e intoxicação, já que são necessários produtos químicos tóxicos para a sua produção (Samanta & Konar, 2011).

Ainda em relação à sustentabilidade de um produto de moda, deve-se atentar que não é apenas o processo de tingimento ou de estamparia o responsável pelos impactos ambientais, uma vez que já é sabido que determinadas fibras podem, também, colaborar com o aumento da poluição no ambiente.

Tendo conhecimento desses fatores surge a seguinte questão: é possível desenvolver têxteis para vestuário utilizando apenas materiais naturais atóxicos e sustentáveis que resultem em efeitos visuais diferenciados?

Para sanar essa dúvida, é primeiramente fundamental compreender as questões relacionadas à sustentabilidade a fim de entender quais aspectos devem ser considerados para que a produção de têxteis para vestuário seja menos danosa ao ambiente e aos humanos.

Uma opção que compreende os requisitos descritos acima é a prática de técnicas artesanais e ecológicas efetuadas com materiais naturais atóxicos e voltadas para a coloração de têxteis. Dentro desses métodos pode-se destacar o *stencil*, o *shibori*, o *tie-dye* e o *batik*, já praticados há séculos, e a impressão botânica, desenvolvida mais recentemente. Esses vários processos empregam tanto corantes e pigmentos, como mordentes naturais, para o desenvolvimento de padrões distintos, conforme a técnica utilizada, e únicos, uma vez que são realizados manualmente. Ambos os fatores são responsáveis por agregar mais valor ao produto além de serem responsáveis por criar um vínculo afetivo com o consumidor, o que colabora para que o produto tenha um prazo de vida mais duradouro (Gwilt, 2015). Ainda deve ser salientado que os efluentes destes processos não são nocivos e, por isso, não comprometem à saúde humana e nem o ambiente. Isso porque já existe uma seleção de materiais corantes naturais e mordentes atóxicos (Saxena & Raja, 2014) voltados para a coloração de têxteis para vestuário.

No presente trabalho, optou-se por estudar a técnica de impressão botânica pelo interesse em explorar este processo e, também, em razão das poucas investigações acadêmicas que abordam esse tema. A impressão botânica utiliza os próprios materiais vegetais, como folhas, flores, entre outros, para estampar os substratos têxteis. Para isso, os vegetais são embrulhados juntos com o têxtil com o auxílio ou não de um cilindro e cozidos a vapor ou por fervura. O padrão formado corresponde às formas dos materiais vegetais utilizados no processo.

Deve-se lembrar, entretanto, que para a coloração de substratos com corantes ou pigmentos naturais é necessário a utilização de mordentes. Cabe à essas substâncias criar uma ligação entre o corante e a fibra, de modo a melhorar as propriedades de solidez da cor, principalmente em têxteis compostos por fibras celulósicas. A etapa de mordentagem pode ser efetuada de três formas: antes, durante ou depois do tingimento.

Considerando que o objetivo do presente trabalho é aplicar apenas materiais atóxicos, decidiu-se utilizar, como materiais corantes, cascas de cebola e o repolho roxo. Além disso, também é importante salientar que as fibras selecionadas para o desenvolvimento das amostras são de origem natural e sustentáveis, são elas: o Tencel e o linho, ambas celulósicas. Como anteriormente mencionado, as fibras de celulose exigem o emprego de mordentes. Assim, optou-se por utilizar o tanino extraído da casca de carvalho e o alúmen de potássio, já que ambos são atóxicos.

Em suma, sabendo da importância e do crescimento do consumo de produtos ecologicamente corretos, criou-se um interesse em estudar a prática da impressão botânica em substratos têxteis de baixo impacto ambiental para aplicação no *design* de moda. Assim, o presente estudo visa explorar e contribuir com novas informações a respeito dos efeitos visuais que podem ser obtidos conforme a combinação entre corantes e mordentes; substrato têxtil; processos de mordentagem e de impressão botânica.

Pretende-se também estudar a eficácia dos corantes e mordentes naturais aplicados nos substratos têxteis celulósicos, de acordo com os processos aplicados, através de uma análise visual comparativa e a avaliação de um conjunto de amostras quanto à resistência à luz, à lavagem e à fricção a seco e húmido.

Os resultados obtidos nos testes de solidez da cor indicam se os materiais aplicados aos têxteis estão aptos para aplicação no segmento de vestuário sustentável.

Além disso, busca-se a preservação de técnicas de coloração artesanais com novas formas de abordagens a fim de agregar maior valor às peças, a partir de um processo criativo que contribui para a redução dos impactos ambientais.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é estudar a técnica de impressão botânica utilizando materiais corantes e mordentes naturais em tecidos de celulose para o desenvolvimento de estampas para aplicação no *design* de moda sustentável voltado para o público feminino.

1.2 Objetivos Específicos

- Compreender os princípios da sustentabilidade no *design* têxtil e da moda
- Levantamento dos corantes, pigmentos e mordentes naturais para aplicação em substratos celulósicos, diferentes técnicas de coloração
- Analisar os efeitos visuais e resultados cromáticos resultantes da impressão botânica com cascas de cebola e repolho roxo em conjunto com mordentes não tóxicos (alúmen de potássio e tanino), métodos de mordentagem (pré, pós e em simultâneo) e processos de impressão (cozimento a vapor ou fervura)
- Verificar como os materiais e processos desenvolvidos no projeto experimental interferem nas propriedades de solidez da cor
- Desenvolver e analisar um protótipo de estudo

1.3 Metodologia de Pesquisa

A fim de cumprir com os objetivos propostos anteriormente, faz-se, primeiramente, necessário um levantamento bibliográfico acerca dos temas pertinentes para o presente estudo. Essa pesquisa bibliográfica visa a recolha de informações a partir de dissertações, livros, artigos e páginas *web* consideradas relevantes para a compreensão dos assuntos imprescindíveis para a realização dos experimentos.

Faz-se necessário, portanto, o levantamento de técnicas ecológicas e artesanais responsáveis por conferir estampas ou outros efeitos visuais aos têxteis; assim como os temas da colorimetria, a qual busca descrever o fenómeno da cor e como essas são percebidas pelo observador. Também é importante estudar os conceitos ligados aos corantes naturais e como esses materiais podem ser benéficos tanto para os usuários quanto para o meio ambiente. Serão, ainda, estudados os mordentes e os processos de mordentagem. Momento, no qual, serão descritos os materiais

necessários para a fixação dos corantes naturais aos substratos, bem como as diferentes técnicas utilizadas para sua realização.

Por fim, serão descritos os assuntos pertinentes às fibras celulósicas, cuja produção e cultivo são considerados sustentáveis, verificando quais são as propriedades proporcionadas por cada fibra.

A etapa de investigação experimental envolveu uma fase inicial de primeiros experimentos, o desenvolvimento projetual, a análise e discussão dos resultados visuais e cromáticos obtidos e a avaliação de solidez da cor de um conjunto de amostras.

Na etapa dos primeiros experimentos foram desenvolvidas amostras com diferentes materiais a fim de se conhecer melhor a técnica de impressão botânica e como os diferentes materiais e processos podem interferir nos efeitos estéticos das estampas. Nessa fase, os tecidos de algodão foram coloridos com mirtilos, folhas de árvore, cascas de cebola e repolho roxo. Os mordentes empregues foram o sulfato de ferro e o tanino, também foi utilizado o papel alumínio. Os processos de impressão a vapor e por fervura, bem como os de pré e pós-mordentagem também foram analisados. Esse momento se mostrou de grande importância para definir os parâmetros que foram avaliados no desenvolvimento do projeto.

O desenvolvimento projetual corresponde a etapa na qual será realizada a técnica de impressão botânica para estampas os tecidos de linho e Tencel com cascas de cebola e repolho roxo. Para isso, optou-se por utilizar os métodos de pré, pós e mordentagem em simultâneo com tanino, cujas concentrações foram de 30%, 50% e 70%, e com alúmen, na concentração de 10%; e de impressão a vapor e por fervura. A Tabela 1 apresenta os parâmetros acima descritos. Em seguida, as amostras foram analisadas em relação a influência dessas variáveis nos efeitos visuais e cromáticos dos padrões. Posteriormente, selecionaram-se 22 amostras para realizar os testes de solidez à lavagem, luz e fricção a seco e húmido, tendo em vista compreender como esses diferentes processos e materiais interferem nas propriedades de resistência dos corantes e quais os melhores resultados para cada material vegetal.

Tabela 1: Parâmetros estudados

Fibras	Mordentagem	Mordentes	Concentrações	Impressão
Linho	Pré	Tanino	30%, 50% e 70%	a Vapor
Tencel	Pós	Alúmen	10%	Cozido
	em Simultâneo			

Nessa etapa ainda é apresentada uma análise qualitativa e quantitativa das amostras, ou seja, a descrição dos efeitos visuais e cromáticos; e a avaliação da solidez da cor à luz, à lavagem e a fricção a seco e húmido a partir da alteração de cor dos exemplares coloridos e a avaliação de manchamento dos testemunhos.

Em seguida, a combinação de técnicas e materiais que obtiveram os melhores valores de solidez da cor foi selecionada para efetuar a impressão botânica de um substrato de maior metragem. A partir do têxtil estampado, foi, então, desenvolvido um protótipo de estudo de uma saia, a fim de analisar a estética de uma peça de vestuário confeccionada com o tecido estampado. Por fim, fez-se uma reflexão dos resultados obtidos.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente estudo está dividido em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é apresentada a introdução do projeto, o qual é composto por uma breve explicação sobre os assuntos que serão abordados no presente trabalho, assim como, a motivação e justificativa para o tema escolhido. Também compreende os objetivos e a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

O capítulo seguinte corresponde ao enquadramento teórico, onde serão analisados os temas considerados relevantes para o desenvolvimento do trabalho a partir da revisão bibliográfica. Ainda nesse capítulo será discutido sobre o que já foi estudado na prática acerca do tingimento natural e da impressão botânica, descrevendo o método utilizado e resultados obtidos em cada trabalho.

No terceiro capítulo, encontra-se a elaboração da etapa experimental. Nesse momento serão apresentadas os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento das amostras coloridas por meio da impressão botânica, assim como, a análise visual e os dos testes de solidez à luz, lavagem e fricção a seco e húmido. Por fim, realiza-se a discussão dos resultados relativos aos experimentos, o desenvolvimento de um protótipo e um reflexão sobre os resultados obtidos.

No último capítulo encontram-se as conclusões sobre o trabalho desenvolvido e uma breve discussão relativa a perspectivas futuras.

2. Enquadramento Teórico

No presente capítulo serão apresentados os temas pertinentes para o desenvolvimento do trabalho.

Tendo em consideração que o trabalho desenvolvido é de caráter sustentável, faz-se importante o estudo sobre esse conceito amplamente utilizado na atualidade. Nesse momento será discutido sobre o seu surgimento e quais são as estratégias pertinentes à sustentabilidade dentro do setor do *design* têxtil e de moda, ou seja, o que é preciso considerar no momento de se projetar um produto sustentável.

No momento seguinte, faz-se um estudo sobre as cores. Tal pesquisa esclarece sobre o fenómeno da cor e da sua perceção. Também se descreveu sobre os diferentes tipos de síntese de cor, isto é, cor aditiva e subtrativa (a cor enquanto luz e material corante, respetivamente), bem como suas propriedades, a partir das quais é possível comunicar uma cor a partir de uma referência numérica. Esta etapa mostrou-se relevante para uma melhor compreensão de como as cores interagem com o meio e o indivíduo. Por fim, foi necessária uma pesquisa sobre colorimetria, ou seja, a ciência que permite medir uma cor. Isso é muito importante para verificar a alteração de cor e avaliar o manchamento de amostras e testemunhos após os testes de solidez da cor.

Posteriormente foi realizada uma pesquisa sobre os corantes naturais para verificar quais os processos que viabilizam a coloração de têxteis com esses materiais; quais os materiais necessários para a sua fixação às fibras; e quais são as vantagens e desvantagens do uso desses corantes.

No subcapítulo seguinte, serão descritas algumas técnicas de coloração têxtil que podem ser consideradas ecologicamente corretas. Esse subcapítulo tem como foco as práticas a partir das quais podem-se obter padrões. Assim, essa etapa auxiliará a compreender as diferentes metodologias que podem ser utilizadas para formação de desenhos/motivos na superfície têxtil, assim como, os resultados obtidos por diferentes técnicas. Por fim, fez-se um levantamento de experimentos realizados tanto no meio académico quanto por profissionais que trabalham com tingimento natural e impressão botânica, verificando o que já foi estudado acerca desse tema e os resultados obtidos.

Em seguida foram estudadas três fibras celulósicas, o algodão, o linho e o Tencel. Esses materiais serão mais tarde utilizados no desenvolvimento do projeto experimental e, por isso, é imprescindível conhecer as características e propriedades dessas fibras e saber como elas se enquadram como sustentáveis.

2.1 Sustentabilidade

Ainda que a sustentabilidade seja um conceito emergente, é importante destacar que foi durante os anos 60 que as primeiras questões sobre os impactos ambientais foram apresentadas (Gwilt, 2015). Foi, então, no período compreendido pelos anos 60 e 70 que a indústria têxtil e da moda se mostrou preocupada em buscar por processos de fabricação mais sustentáveis e alertar para um consumo mais consciente. Nessas épocas, os assuntos relacionados a esse tema foram divulgados por grupos ambientalistas, investigadores e movimentos. Desde então, esse setor tem vindo a adotar diversas providências a fim de reduzir o impacto no ambiente e na sociedade (Gwilt, 2015). Exemplos disso são empresas que buscam por processos de produção que reduzem o consumo de energia e água, que utilizam matérias-primas, cujo cultivo não emprega ou limita o uso de agrotóxicos, e que oferecem boas condições de trabalho para os seus empregados.

Na atualidade, existem três pilares que devem ser considerados para o desenvolvimento de um produto de moda sustentável, são eles: a economia (o produto deve ser economicamente viável), o meio ambiente (visa a redução de impactos no ambiente) e o social (socialmente equitativo) (Berlim, 2012).

Gwilt (2015) descreve que os aspetos citados acima podem, inicialmente, ser considerados pela verificação de como se dá o processo de confecção das roupas e, a partir disso, pesquisar por uma abordagem que reduza os impactos causados pela indústria da moda na sociedade e no ambiente.

Desse modo, entende-se que as propostas sugeridas pela sustentabilidade no setor da moda estabelecem uma nova forma de pensar a maneira como o *design* e suas metodologias são praticados. Faz-se, então, necessária uma análise profunda que auxiliará a compreender como desenvolver uma moda mais sustentável (Fletcher & Grose, 2011).

2.1.1 Estratégias sustentáveis

Para desenvolver um produto sustentável, é preciso que o *designer* conheça as estratégias compreendidas pela sustentabilidade. As “estratégias de *design* sustentável” adotadas por esses profissionais visam a redução dos impactos tanto no meio ambiente quanto na sociedade durante a sua produção, utilização e fim de vida, considerando também as questões económicas. Abordagens como a redução da utilização de matéria-prima e energia, assim como recursos e métodos menos impactantes; o prolongamento da vida útil do produto, ou seja, usá-lo diversas vezes podendo ou não atribuir outras finalidades; a atenuação de impactos ocasionados no período de uso; e a reciclagem das peças, são exemplos de estratégias da sustentabilidade (Berlim, 2012; Gwilt, 2015, p. 20).

A indústria da moda é uma das principais responsáveis pela poluição ambiental. Segundo Chiaretti (2019), esse setor libera entre 8% e 10% dos gases-estufa em escala global; consome uma quantidade excessiva de água e produz um total de 20% da água poluída mundial, ou seja, água residual adulterada. As microfibras sintéticas também colaboram com os impactos causados por essa indústria, uma vez que são depositados anualmente 500 mil toneladas desse material nos oceanos.

Fletcher & Grose (2011, p. 13) descrevem que um dos fatores que colabora com essa realidade é o tipo de fibra têxtil utilizada na produção de peças de roupas. Cada fibra provoca diferentes tipos de impactos, no ambiente e na saúde humana, com proporções variadas para cada material, dos quais pode-se destacar: “mudanças climáticas; efeitos adversos sobre a água e seus ciclos; poluição química; perda da biodiversidade; uso excessivo ou inadequado de recursos não renováveis; geração de resíduos; efeitos negativos sobre a saúde humana; efeitos sociais nocivos para as comunidades produtoras”.

Como citado anteriormente, a grande parte dos elementos que compõe um vestuário causam danos ao meio ambiente em alguma etapa de seu ciclo de vida, seja o mesmo composto por fibras naturais ou sintéticas. O poliéster, por exemplo, exige uma grande quantidade de produtos derivados do petróleo, já o algodão, devido às lavagens, requer grandes quantidades de água e consome muita energia (Gwilt, 2015).

Contudo, a produção ou cultivo das fibras não são os únicos responsáveis pelos impactos socioambientais. Outro grande responsável pela poluição do ambiente e, também, por causar

danos à saúde são os processos de produção de substratos têxteis e vestuário. Por isso, é crescente o número de empresas e investigadores que estudam fibras, materiais e processos de produção que reduzam, ao máximo, os impactos ambientais.

De um modo geral as inovações no setor da sustentabilidade estão distribuídas em quatro setores, são eles: i) a preferência pelo uso de materiais obtidos a partir de fontes renováveis, ou seja, de florestas ou cultivos que depois de um determinado período se regeneram, como o liocel (advindo da celulose de árvores) e o algodão, lembrando que a extração desses materiais deve respeitar o período de regeneração; ii) materiais cuja produção tem uma quantidade reduzida de insumos, dentre os quais pode-se citar: água, produtos químicos e energia, exemplos disso são fibras sintéticas que requerem menos energia para sua fabricação, e as fibras orgânicas de origem natural, as quais dispensam o uso de agrotóxicos; iii) materiais advindos de locais que proporcionam boas condições de trabalho aos agricultores e produtores rurais; iv) a fabricação de materiais com baixo desperdício, optando, assim, por fibras biodegradáveis¹, por exemplo o TENCEL™, e recicladas tanto das sobras das indústrias quanto da população, como o PET (poliéster produzido a partir de garrafas plásticas) (Fletcher & Grose, 2011; Berlim, 2012). No caso de fibras recicláveis, é importante destacar que para que o processo de reciclagem seja possível, o têxtil deve ser composto por apenas um tipo de fibra (Gwilt, 2015).

Vale ressaltar que todos esses setores estão interligados entre si. Tomemos como exemplo uma fibra advinda de matéria-prima renovável, esse fator não assegura que a mesma seja sustentável, uma vez que não se tem informações quanto ao seu consumo de energia e água; ao uso ou não de produtos químicos, tanto na produção quanto no cultivo; as condições de trabalho; aos impactos ambientais causados, entre outros (Fletcher & Grose, 2011).

Em relação aos processos de produção, pode-se destacar o uso de produtos tóxicos, o consumo de energia e de água, assim como os efluentes químicos, como sendo alguns dos principais impactos ambientais causados por esse setor.

Já foi mencionado que a etapa de coloração têxtil é uma das principais poluentes, tanto para o ambiente quanto à saúde humana. Tal afirmação vem do fato de que durante esse processo são empregues diversos produtos tóxicos, como determinados tipos de corantes e produtos químicos auxiliares para sua fixação. Esses materiais são responsáveis pela contaminação da água (Fletcher

¹ fibras que, ao serem decompostas pela ação de agentes naturais, por exemplo microrganismos, incidência de luz, água ou ar, não prejudicam o ambiente (Fletcher & Grose, 2011).

& Grose, 2011; Berlim, 2012) que, em seguida, é lançada aos rios. Atualmente, porém, já existem opções de materiais e métodos que possibilitam a redução significativa dos impactos. Dentre eles Gwilt (2015) destaca o uso de corantes naturais ou de baixo impacto.

Associado a esse fato, ainda pode-se citar o alto consumo de energia o que resulta na elevada geração de dióxido de carbono (CO₂), um dos gases causadores do efeito estufa. São diversas as etapas de produção que requerem a utilização de energia e que resultam na liberação de CO₂, entre eles estão: os combustíveis para os equipamentos agrícolas; aquecer os banhos de tingimento e lavagem; a produção de fibras químicas; assim como as etapas de fiação e tecelagem (Berlim, 2012).

Para além da sustentabilidade, a presente investigação ainda se adequa ao conceito de *eco-design*. O termo *eco-design* é designado para descrever estratégias que visam reduzir os impactos ambientais no decorrer de todas as etapas do ciclo de vida de um artigo, aliando-as a um produto funcional de qualidade e estética apelativa (Silva, 2018). Dentre as várias abordagens pertencentes ao *eco-design* estão: a redução nos gastos de energia e de materiais; a preferência por matérias-primas sustentáveis e por produtos naturais, ao invés de químicos tóxicos; ausência de agrotóxicos empregues no cultivo das fibras têxteis, entre outros (Cimatti, Campana & Carluccio, 2017; Silva, 2018). Outra possibilidade é seguir o princípio dos 6R, sendo esses o reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar, remanufatura e redesign (Jawahir, et al., 2006). Entende-se, portanto, que o *eco-design* está inserido na sustentabilidade ambiental.

No caso do presente estudo, o mesmo busca uma abordagem criativa e, ao mesmo tempo, sustentável na etapa de estamparia. Isso porque o trabalho visa, a partir da impressão botânica, desenvolver estampas com uso de materiais sustentáveis, tanto o material corante e mordente, quanto o substrato têxtil.

Em relação aos corantes naturais, pode-se dizer que os mesmos se constituem em materiais sustentáveis por contemplarem diversas estratégias da sustentabilidade e do *eco-design*. Entre eles o fato de ser um corante obtido a partir de fontes renováveis, como as cascas e folhas das árvores, flores, entre outros. Ainda se enquadra como um material que necessita de poucos insumos, uma vez que, muitas dessas matérias-primas estão presentes em abundância na natureza e crescem sem o uso de agrotóxicos e com água da chuva. Já nos casos de frutas ou vegetais, por exemplo, pode-se optar pelo uso de materiais vegetais orgânicos, os quais não utilizam agrotóxicos durante seu cultivo.

Além disso, os corantes naturais proporcionam o bem-estar de quem veste um substrato colorido com esses materiais. Isso porque existe uma seleção dos materiais atóxicos que são próprios para aplicação de têxteis para roupas, ao contrário de muitos corantes sintéticos, os quais, segundo Merdan, Eyupoglu & Duman (2017) podem acarretar problemas de saúde, em razão da presença de produtos químicos tóxicos.

Também já foi constatado que determinados corantes naturais, ao serem utilizados no tingimento de substratos, podem manter suas propriedades medicinais. Um exemplo disso é a curcumina (extraída da *Curcuma longa* L.), a qual tem a capacidade de conferir propriedades antimicrobianas em substratos de lã (Han & Yang, 2005).

Por fim, deve-se ressaltar que os corantes são biodegradáveis e, por isso, não acarretam impactos ambientais. Contudo, deve-se atentar para que os mordentes utilizados em conjunto com os corantes também sejam substâncias atóxicas tanto para o ambiente quanto para os humanos (Saxena & Raja, 2014). Em razão disso, os mordentes selecionados para a realização do desenvolvimento projetual foram o tanino e o alúmen de potássio, ambos considerados sustentáveis.

Também vale destacar que os tecidos de linho e Tencel utilizados nesse estudo, também compreendem os aspectos sustentáveis de baixo ou nenhum uso de agrotóxicos durante o cultivo ou produção, a biodegradabilidade. No caso do Tencel ainda vale destacar o baixo consumo de energia e a reutilização dos materiais empregues durante a produção da fibra em fio.

2.2 Cor

A cor é um fator de grande importância para a indústria têxtil e de vestuário. Ela está entre os elementos a partir dos quais pode-se expressar a moda e é uma das responsáveis por gerar ou não o interesse do consumidor (Araújo & Castro, 1987; Best, 2012), conforme a sua preferência.

Contudo, a cor não é apenas uma propriedade estética, é um fenômeno físico que gera o interesse de diversos investigadores. Os estudos desenvolvidos acerca desse tema são muito importantes para entender como se dá o processo de percepção das cores pelo ser humano.

A cor é um fenômeno extremamente complexo que envolve a interação entre uma fonte de luz, um objeto e o observador. A luz que incide sobre um determinado objeto reflete e atinge a parte da retina onde estão localizados os cones do observador, que são fotorreceptores sensíveis aos

comprimentos de onda da luz visível, ou seja, as cores. Tais células absorvem a radiação refletida e a transformam em sinais que serão, então, levadas pelo nervo ótico até o cérebro, onde serão interpretados (Araújo & Castro, 1987; Hornung, 2012; Berns, 2019). A partir dessa interpretação de dados é que enxergamos as cores.

A visualização e diferenciação das cores ocorre através de dois processos: o fisiológico e o psicológico. O fisiológico se refere ao processo descrito anteriormente, ou seja, como visualizamos as cores, o que envolve um objeto iluminado, os olhos e a interpretação da cor no cérebro. Já o psicológico consiste nas emoções e sensações transmitidas pelas cores (Farina, Perez, & Bastos, 2006). Em relação as emoções, pode-se dizer que essas estão relacionadas aos fatores culturais, como religião, etnografia, geografia, idade entre outros. Farina, Perez & Bastos (2006) citam como exemplo de um fator psicológico, que algumas populações se baseiam na coloração das peças de roupas para distinguir as mulheres conforme a sua faixa etária, ou seja, mulheres jovens vestem peças de cores distintas das mais velhas.

Além disso, as cores ainda podem passar outras sensações, como térmicas, ou seja, de quente e frio. As ditas cores quentes são as que normalmente se destacam e são relacionadas ao fogo e à luz do sol, são elas: o laranja, vermelho e amarelo. Por outro lado, as cores frias são associadas a água, ao céu, aos verdes das montanhas e dos campos e, portanto, são os azuis e os verdes (Morris, 2006).

2.2.1 Luz

A luz é um fator imprescindível para a manifestação da cor, uma vez que só é possível perceber uma cor quando há luz (Holtzschue, 2011). Sem esse elemento, não enxergaríamos nenhuma cor. Qualquer tipo de luz, seja ela natural ou não, se move a uma mesma velocidade, contudo, suas ondas são lançadas a distâncias ou frequências distintas. Tal distância é nomeada de comprimento de onda e é medida em nanômetros (representado por nm) (Holtzschue, 2011).

Quando um objeto é iluminado por uma fonte de luz, ele absorve algumas das faixas coloridas da luz que o ilumina e reflete as demais. São essas radiações com diferentes comprimentos de onda que refletem que geram o estímulo de cor que os olhos visualizam. Entende-se com isso que a cor tida como natural de um utensílio é apenas a cor resultante quando esse está exposto à luz. A percepção da cor ainda pode variar de acordo com a sua superfície, os aspetos da iluminação, entre outros. Deve-se considerar que as cores diversificam conforme a característica das ondas

magnéticas emitidas por cada luz (Pina, 2009). Além disso, a quantidade de luz que adentra os olhos também interfere no modo como visualizamos os objetos, o qual pode variar desde muito iluminado até escuro (Farina, Perez, & Bastos, 2006).

No século XVII, a luz ainda era descrita como algo que podia ser visto com os olhos. Contudo, um experimento realizado por Herschel provou que a luz não é apenas o que os olhos conseguem captar. Isso foi verificado a partir de um estudo que concluiu que os raios infravermelhos (entre 750 nm e 300.000 m), ainda que não sejam visíveis aos olhos, apresentam os mesmos atributos da luz. Os raios ultravioletas (entre 10 e 400) também não são detectados pelos olhos, mas podem gerar luzes perceptíveis e “com radiações luminescentes”, quando projetados em um objeto (Pedrosa, s. d., p. 23).

Além dos já citados, ainda existem outros tipos de radiações, entre elas estão as ondas de rádio e de televisão, de raios X, entre outros, os quais se diferem pelo seu comprimento de onda (Farina, Perez, & Bastos, 2006).

Dessas radiações, apenas os comprimentos de onda luz situados entre aproximadamente os 380 e os 780 nm são percebidos pelo olho humano. Sendo assim, foram nomeados de radiações visíveis, como mostra a Figura 1 (Farina, Perez & Bastos, 2006; Berns, 2019).

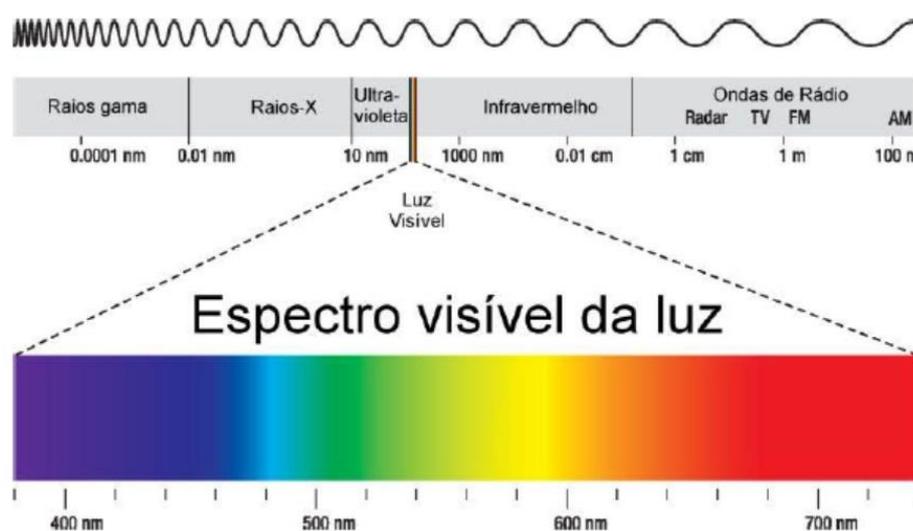


Figura 1: Espectro Visível da luz (Oliveira et. al., 2017, pg. 134)

A primeira vez que o espectro visível da luz foi observado foi no ano de 1666 (século XVII) quando o cientista inglês Isaac Newton (1642 – 1727) desenvolveu um dos experimentos mais relevantes sobre ótica, o qual permitiu compreender cientificamente o fenômeno da cor (Pina, 2009; Moura & Boss, 2015).

Nesse estudo, Newton verificou que a luz solar compreende raios coloridos, os quais podem ser individualmente visualizadas quando a luz solar atravessa o prisma triangular de vidro, como mostra a

Figura 2. Descobriu, assim, que as cores que compõe o espectro visível são o “violeta, índigo, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho” (Farina, Perez & Bastos, 2006, p. 63; Jones & Biderman, 2005; Pina, 2009).

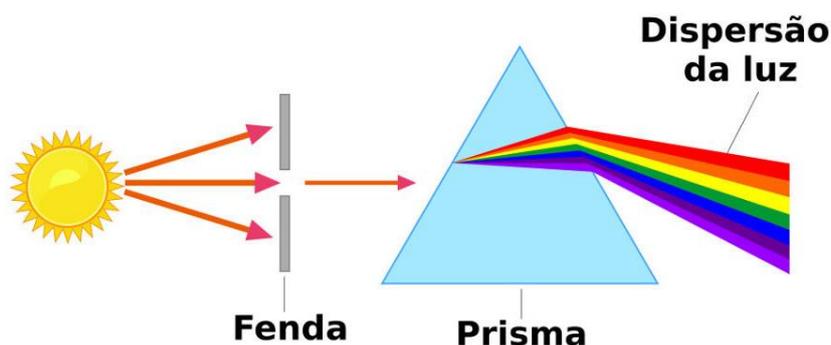


Figura 2: Dispersão da luz solar (Escola, 2020)

2.2.2 Síntese aditiva e subtrativa da cor

As misturas aditiva e subtrativa da cor correspondem, respectivamente, à mistura entre luzes e entre pigmentos. Tais nomenclaturas surgiram do princípio de que quanto mais luzes são sobrepostas, mais luminosas elas se tornam e, por isso, são nomeadas de cor aditiva, ou seja, adiciona mais luminosidade. Por outro lado, os pigmentos ou corantes absorvem alguns comprimentos de onda e, quando são combinados, a cor resultante reflete menos luz, sendo assim são classificadas como cor subtrativa (Hornung, 2012).

Considerando que o presente estudo está voltado para a utilização de um material corante, ou seja, a síntese subtrativa, buscou-se compreender como se dá o processo de percepção das cores nos objetos.

Os autores Araújo & Castro (1987) explicam que os corantes ao absorver certas radiações e refletir as demais, geram a sensação de cor. Sendo assim, a sua designação será estabelecida conforme a luz que essa substância reflete. Para melhor compreensão, tomemos como exemplo um objeto qualquer denominado como verde. Esse nome é conferido a ele em razão de refletir apenas as

radiações eletromagnéticas correspondentes à percepção da cor verde, enquanto absorve os demais comprimentos de onda que integram a luz branca. Ao misturar corantes ou pigmentos de todas as cores que compõe o espectro solar, o resultado será o preto. Isso ocorre em razão de que tal mistura absorve todos os comprimentos de onda da luz. Contudo, uma vez que a absorção da luz por parte dos materiais corantes não ocorre na totalidade do espectro da luz visível (Hanson, 2012). Ao mesclar as cores subtrativas, o resultado não pode ser considerado preto puro.

Sabe-se que a obtenção de diferentes colorações ocorre a partir da mistura entre cores. Contudo isso nem sempre é possível. As cores primárias (Figura 3), por exemplo, correspondem às três cores que não podem ser obtidas por meio da mistura entre as demais (Morris, 2006). Segundo Pedrosa (s. d.), existem dois grupos de cores primárias: a cor aditiva e a subtrativa, como apresentado na Figura 3. No caso da cor aditiva, as cores primárias são o verde, o vermelho e o azul.

Para a cor subtrativa, ou seja, com corantes opacos ou transparentes. Para os opacos, as cores geratrizes são o amarelo, o azul e o vermelho e a mistura dessas cores resultará no cinza escuro. Já para os transparentes, como o caso da aquarela, por exemplo, as três cores são o amarelo, o ciano e o magenta que, assim como os corantes opacos, geram o cinza escuro quando misturadas (Pedrosa, s. d.). Segundo Araújo & Castro (1987), esse é o grupo de maior importância para o setor têxtil, já que o corante é o pigmento utilizado para colorir as fibras independentemente da sua origem.

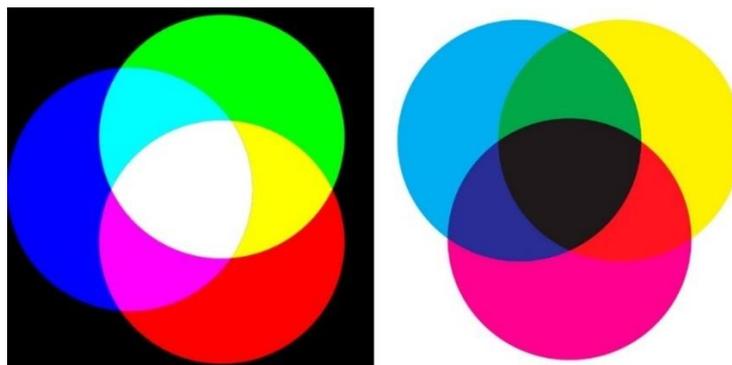


Figura 3: Síntese aditiva e síntese subtrativa (Pintar, Amo, 2020)

Em seguida estão as cores secundárias que são obtidas através da combinação entre duas das cores primárias, ou seja, do vermelho com amarelo, do azul com amarelo, e do azul com vermelho. Sendo assim, são classificadas como secundárias o laranja, o verde e o violeta (Jones & Biderman, 2005; Morris, 2006). Essas estão representadas na Figura 4.

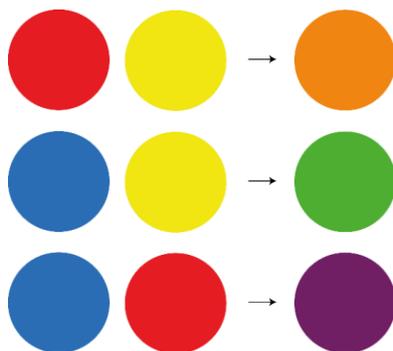


Figura 4: Cores secundárias (A autora, 2020)

Ainda existem as cores terciárias, representadas na Figura 5, que são formadas pela mistura de uma cor primária e uma das secundárias originada a partir dessa mesma primária (Pedrosa, s. d.). Assim, alguns exemplos das misturas possíveis são: o vermelho com o laranja, e o vermelho com o violeta que produzem, respetivamente, o vermelho-alaranjado e o vermelho-arroxeadado (Morris, 2006).

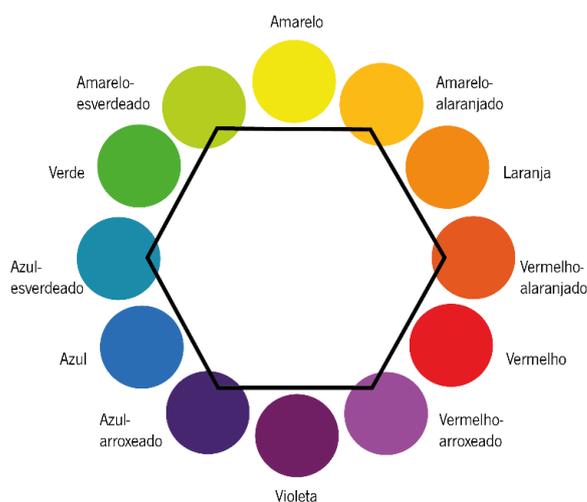


Figura 5: Cores terciárias (A autora, 2020)

As cores complementares correspondem às cores contrastantes. São caracterizadas por parecerem mais vívidas quando colocadas próximas. As cores complementares são formadas por um par de cores sendo uma primária e uma secundária, posicionadas em direções opostas no círculo das cores, como mostra a Figura 6. Verifica-se, então, que as duplas são o azul com laranja, o vermelho com verde, e o amarelo com violeta. As cores complementares, ao serem mescladas, geram um cinza de tonalidade neutra (Morris, 2006).

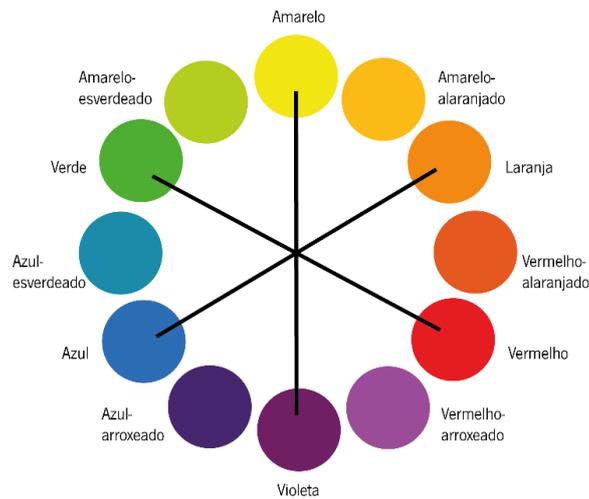


Figura 6: Cores complementares (A autora, 2020)

2.2.3 Propriedade das cores

A comunicação das cores a partir de vocabulário ainda é muito delimitada. Normalmente ao se referir a uma determinada cor referimos apenas com seu nome básico, ou seja, verde, amarelo, entre outros, contudo, isso é insuficiente para descrever com exatidão uma cor. Isso porque não existe apenas um tipo de verde ou de amarelo, mas sim, uma grande diversidade dessas cores.

Sendo assim, passamos a nomeá-las também de acordo com o conhecimento familiar e universal, podendo esse advir da fauna ou flora, produtos alimentícios, minerais, entre outros. Originando, assim, o amarelo-canário, o violeta, o açafão e pérola, por exemplo (Jones & Biderman, 2005).

Porém, tais nomenclaturas ainda são imprecisas, uma vez que, o conhecimento e o modo de ver as cores varia para cada indivíduo, o que torna ineficaz a comunicação das cores pelo nome, principalmente para os profissionais da área têxtil.

Tendo isso em consideração, torna-se necessário uma descrição mais completa de cada cor a partir de suas propriedades: a matiz, a saturação e a luminosidade (Hornung, 2012). Isso permitirá ao *designer* identificar com maior exatidão a cor desejada, por exemplo no *software* CAD.

A matiz é o que se refere à própria cor, como azul ou vermelho. Está, portanto, diretamente associada ao comprimento de onda da luz refletida (Jones & Biderman, 2005; Farina, Perez & Bastos, 2006; Tornquist, 2008).

A saturação, também nomeada como profundidade, refere-se à intensidade da cor. Tomemos como exemplo duas cores que se igualam em matiz. Essas podem causar diferentes impressões

conforme a intensidade. Sendo assim, a saturação é diferente para cada uma (Jones & Biderman, 2005; Farina, Perez & Bastos, 2006). De acordo com Araújo & Castro (1987, p. 955), é a parcela de pigmento contido nos “corantes ou tintas solúveis em meio líquido” que irão alterar a saturação. Um pigmento vermelho, por exemplo, quando diluído em água passa a ser rosa escuro e, em seguida rosa claro (Jones & Biderman, 2005).

Em relação a luminosidade, ou valor, essa está associada a quantidade de luz refletida, que pode ser maior ou menor, ou seja, “ao grau de claridade ou obscuridade de uma cor, variável em uma escala que vai do branco (a soma e a fonte de todas as cores) ao preto (a ausência total de luz)”. Sendo assim, as cores classificadas como luminosas correspondem às mais claras, e as cores categorizadas como apagadas são as mais escuras (Araújo & Castro, 1987; Jones & Biderman, 2005, p. 116; Farina, Perez & Bastos, 2006).

Essas três propriedades estão representadas na Figura 7.



Figura 7: Matiz, saturação e luminosidade (Contraste Arquitetura, 2019)

A partir dessas propriedades, também foi possível organizar as cores em amostras físicas, como pelo sistema PANTONE e o de Munsell. Ambos categorizam a cor através de amostras físicas, utilizando os valores da matiz, saturação e luminosidade.

O sistema PANTONE é um dos mais conhecidos e utilizados, principalmente, pelos *designers*. Nessa paleta as cores são padronizadas (Holtzschue, 2011), o que possibilita diferentes profissionais ou empresas a representarem a mesma coloração. Esse modelo pode utilizar os sistemas de cores aditivas, ou seja, o RGB (vermelho, verde e azul), em casos de divulgação no meio digital, e o sistema de cores subtrativas ou CMYK (ciano, magenta, amarelo e preto), para a

impressão de documentos. Assim, novas cores são formadas a partir da mistura entre as cores RGB ou entre as do CMYK.

O sistema de Munsell separa as cores por cinco matizes principais e cinco secundárias. Para cada matiz, as cores são ordenadas pelos valores correspondentes de saturação e de luminosidade (Tornquist, 2008; Hanson, 2012).

Essa ciência foi nomeada de colorimetria, cujo significado é: medição da cor (Berns, 2019).

No século XX uma nova tecnologia permitiu a análise quantitativa da cor: o espectrofotômetro. Esse aparelho mede “o fator de refletância espectral de uma amostra”² com iluminação e geometrias padronizadas e, em seguida, classifica a cor através de números, obtidos por fórmulas matemáticas (Berns, 2019, p. 51).

Como já referido, a medição da cor se dá por um equipamento nomeado espectrofotômetro, e a avaliação da cor pode ocorrer, entre outros, pelo sistema de análise colorimétrica nomeado CIE (Comission Internationale de L'Eclairage), o qual consiste em “um sistema quantitativo para medir, especificar, denotar e classificar de forma única as propriedades perceptivas de uma cor” (Tornquist, 2008, p. 66). Considerando que a percepção das cores é subjetiva, ou seja, é influenciada por diversos fatores, tais como o observador, a luz incidente sobre o objeto, bem como seu ângulo de incidência, fez-se necessário standardizar as circunstâncias de observação (Schanda, 2007; Lopes, 2009) de modo a possibilitar uma classificação das cores mais precisa e é isso o que acontece no sistema CIE.

O espaço CIELAB utiliza as coordenadas L^* , a^* e b^* para quantificar a cor (Araújo & Castro, 1987), tendo em consideração três fatores: a luz, o objeto e o indivíduo que o observa.

O eixo L^* corresponde a luminosidade, a qual é avaliada com valores entre 0, para mais preto, e 100, para mais branco. O a^* representa o eixo vermelho (quando o valor é +) – verde (quando o valor é -). Por fim, o b^* refere-se ao eixo amarelo (quando +) – azul (quando -) (Schanda, 2007; Witt, 2007). O espaço CIELAB é representado na Figura 8.

² Traduzido pela autora do texto: a sample's spectral-reflectance fator.

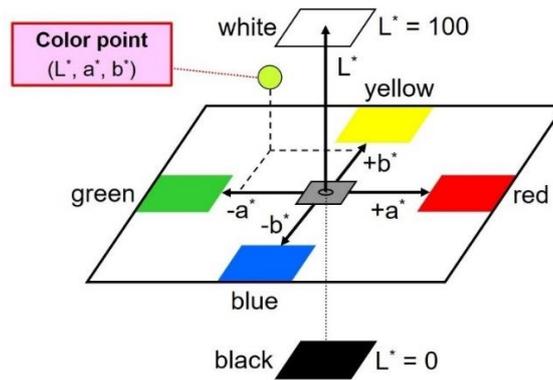


Figura 8: Espaço CIELAB (Beetsma, 2020)

Tal sistema ainda pode ser utilizado para quantificar a diferença entre cores. Isso permite, por exemplo, tanto verificar se o têxtil apresenta diferentes nuances na coloração em diferentes áreas, assim como analisar a diferença de cor entre duas amostras.

2.2.4 Cor na moda

A interpretação das cores está associada aos fatores psicológicos e fisiológicos, bem como sob influência dos aspectos culturais do ser humano, idade e até mesmo do clima e localização geográfica. Temos que considerar, portanto, que a sensação de cor é um fenômeno subjetivo. Por isso, não é possível estabelecer que uma cor específica gere um certo sentimento, uma vez que existem diversas condições que intervêm nos seus significados (Farina, Perez & Bastos, 2006). Dessa forma, entende-se que a interpretação das cores varia entre cada indivíduo e é a partir desse princípio que se pode justificar os mais variados gostos e predileções.

Além de conter diferentes significados e ser capaz de estimular os sentidos, a cor ainda está relacionada com as questões estéticas. Araújo & Castro (1987, p. 951) descrevem “que é através de valores qualitativos de belo e de feio que a cor é primeiramente sentida e apreendida pelos homens, nos diversos suportes que ela pode ter”. Os suportes citados pelos autores podem, tanto fazer parte da natureza, como as árvores, o mar, os animais, quanto terem sido desenvolvidos pelo homem, como as edificações e os demais objetos, por exemplo. Entre os diversos elementos produzidos pelo ser humano estão os têxteis e, nesse caso, é importante que as cores estejam de acordo com a finalidade do produto, por exemplo se é uma roupa para ficar em casa ou para a prática de esportes. Ainda pode-se mencionar que a cor, enquanto um elemento de *design*, pode destacar determinadas áreas do corpo, assim como “criar ou desfazer um ponto focal da roupa” (Jones & Biderman, 2005, p. 119).

Com base em pesquisas efetuadas pela indústria têxtil, pode-se afirmar que é a cor um dos primeiros aspetos a provocar uma reação no comprador. É a seleção da cor que, juntamente com outros fatores, contribuirá para o sucesso ou não de uma peça de vestuário. Adicionalmente à cor, o produto ainda é avaliado quanto a sua modelagem, a sensação tátil e, também, pelo custo da peça (Jones & Biderman, 2005; Best, 2012).

Segundo Jones & Biderman (2005), a definição da paleta de cores está entre as primeiras etapas a ser realizada no desenvolvimento de uma coleção. Para a autora, é ela que diferencia a coleção atual das anteriores. Descreve, também, que a paleta de cores é desenvolvida considerando o clima e estação da coleção, de modo que esses estejam em harmonia. No Brasil, por exemplo, nota-se que as coleções de outono e inverno, normalmente, são compostas por cores vividas e quentes, as quais conservam o calor do corpo, no verão e primavera há uma maior procura por cores de tons pastéis e branco, que reflete a luz do sol.

Treptow (2005) acrescenta que a paleta é formada pelas cores retiradas das imagens de inspiração selecionadas para o desenvolvimento da coleção. Assim, a paleta remeterá ao tema dessa coleção, por exemplo: as de temas românticos serão representadas por cores pasteis, por outro lado, o gótico é retratado pelas cores escuras.

Sendo a cor uma das características mais atrativas da moda, é importante que a paleta de cores contenha cores harmoniosas entre si. Para isso, Jones & Biderman (2005, p.119) sugere que cada profissional elabore uma “biblioteca de cores” com retalhos de têxteis. Desse modo, é possível visualizar se a combinação das cores está adequada, e, também, perceber quais “cores de base” se adequam com as cores “acentuadas”. Nesse caso, Treptow (2005, p.112) propõe que as amostras não apresentem qualquer textura e tenham uma coloração uniforme; é importante que as superfícies têxteis tenham as mesmas características, como brilho e fibra. Isso porque diferentes materiais (fibras de algodão, poliéster, entre outros) e estruturas possuem “diferenças visuais”.

Uma paleta pode conter de quatro a dez cores, sendo que oito ou nove cores já são suficientes para o desenvolvimento de uma coleção. Dessas, as que são mais recorrentes serão consideradas “cor de base”, enquanto o uso de outras será mais limitado. Para a elaboração de uma paleta de cores para uma coleção de moda, é muito importante considerar o efeito da cor na pele, olhos e cabelo do público-alvo. Tomemos o bege e o rosa-claro como exemplo, que, em determinadas tonalidades de pele, resultam em um aspeto pálido. Para um visual mais discreto, é indicado a

mistura de cores mais claras, já o contraste e utilização de cores chamativas evidenciam mais o indivíduo (Jones & Biderman, 2005; Treptow, 2005).

2.3 Corantes naturais

Como mencionado anteriormente, a cor é um aspecto fundamental para o “apelo comercial dos produtos de vestuário” (Fletcher & Grose, 2011, p. 37). No setor têxtil, confere-se cores aos substratos por meio de corantes ou pigmentos, podendo esses ser de origem natural ou sintético. No presente estudo, porém, faz-se necessário compreender apenas os conceitos relativos aos corantes naturais.

Qualquer corante empregue na coloração de têxteis, papel, cerâmica, entre outros, que seja extraído de minerais, plantas ou insetos, é categorizado como corante natural (Behan, 2018). No entanto, deve-se ressaltar que nem todos os materiais corantes extraídos das plantas servem como corantes, visto que em alguns casos as fibras não os absorvem, e outros não se diluem na água (Silva R. , 2007). Isso porque esses materiais podem ser classificados como sendo corantes ou pigmentos. Os corantes são materiais solúveis em água que migram para o interior da fibra (Salem, 2010), colorindo o substrato. Os pigmentos, por outro lado, não são substâncias solúveis. Sendo assim são “aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas” (Salem, 2010, p. 43), ou outros produtos auxiliares.

O emprego de corantes naturais em têxteis é uma prática milenar. Entretanto, no ano de 1856 foram produzidos os primeiros corantes sintéticos. Essas substâncias demonstravam diversas vantagens em relação aos produtos naturais, como melhores propriedades de solidez da cor, além de ter um custo mais acessível. Em razão disso, os corantes naturais passaram a ser substituídos pelos sintéticos (Mansour, 2018).

Aliado a isso, ainda pode-se destacar que a coloração de têxteis com corantes naturais exige uma etapa extra: a mordentagem. Este processo utiliza substâncias referidas como mordentes, responsáveis por criar ou melhorar a afinidade entre o corante e a fibra, contribuindo também nas propriedades de solidez da cor. A mordentagem é uma técnica fundamental principalmente para o tingimento de fibras celulósicas, pois possuem baixa afinidade com os corantes. As fibras proteicas, por outro lado, apresentam maior afinidade com os corantes, em razão de grupos iônicos presentes nessas fibras (Gupta, 2019).

Novas descobertas apontam que o uso de corantes sintéticos é nocivo à saúde. Esse fato está colaborando para a retomada dos corantes naturais (Mansour, 2018). Além disso, o emprego desses materiais em têxteis é um assunto que vem sendo amplamente estudado como uma forma sustentável de coloração têxtil.

A seguir, portanto, serão abordados assuntos pertinentes ao tema corantes naturais.

2.3.1 Classificação dos corantes naturais

Os corantes naturais são classificados de diferentes formas. Uma delas é de acordo com sua origem, a qual pode ser mineral, animal e vegetal. Adicionalmente, existem outras várias formas de os categorizar, podendo ser agrupados tanto pela ordem alfabética quanto pelo seu nome botânico, cor, formas de aplicação ou pela sua estrutura química (Ammayappan, Jose, & Chakraborty, 2013). Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk (2012) defendem também que os corantes naturais podem ser divididos entre substantivos ou adjetivos, ou seja, corantes que precisam ou não de mordentes para sua fixação. A seguir, algumas dessas categorias serão abordadas mais detalhadamente.

2.3.1.1 Classificação dos corantes naturais de acordo com sua origem

Como descrito anteriormente, os corantes naturais podem ser categorizados pela sua origem: mineral, animal e vegetal. Os corantes oriundos de minérios, como areia, argila e ocre, são classificados como de origem mineral. Já os extraídos de insetos e conchas, por exemplo, são os de procedência animal. Em seguida, os corantes encontrados em plantas, folhas, sementes, flores, entre outros, são os vegetais (Ammayappan, Jose & Chakraborty, 2013; Behan, 2018). Nesse último grupo, algumas plantas podem conter diversas cores em suas variadas partes. Deve-se atentar, porém, para alguns fatores externos que podem interferir na tonalidade das cores, como a época da colheita, o clima, a presença ou não de agrotóxicos, e as condições do solo (Vankar, 2000; Ribeiro, 2019). Ainda assim, essa é a categoria de maior valia, já que são responsáveis por grande parte da produção dos corantes naturais advindos de diferentes elementos que compõem os vegetais, desde suas raízes até a casca e frutas (Saxena & Raja, 2014).

2.3.1.2 Classificação dos corantes naturais de acordo com a cor

Outra forma de categorizar os corantes naturais é pela cor resultante no tingimento dos têxteis. Tanto as cores como as tonalidades adquiridas podem variar quando são tratados com mordentes (Vankar, 2000).

- Vermelho: Em geral, os corantes vermelhos possuem boas propriedades de solidez à luz e à lavagem, porém, não são facilmente encontrados. As raízes, cascas de plantas e alguns insetos, como a cochonilha (Figura 9), são uma grande fonte de extração dessa cor. O corante mais relevante dessa categoria é o da cochonilha (*Dactylopius coccus*), e é conhecido por ser o corante com maior luminosidade (Vankar, 2000; Samanta & Konar, 2011). Ao se tingir o algodão, a lã e a seda, obtêm-se o carmesim, o rosa, entre outros. A partir desse corante ainda pode-se originar outras cores quando misturados com mordentes. Os mordentes de alumínio, ferro, cobre e cromo, por exemplo, podem conferir tonalidades que variam do roxo ao cinza (Gupta, 2019).

Raízes de diversas plantas da espécie *Rubia* são uma das fontes de extração do corante vermelho. A *Rubia tinctorum* (Figura 9), por exemplo, confere um vermelho lustroso na lã, já no algodão produz o vermelho violeta. Apesar de não necessitar de mordentes, esses podem ser utilizados a fim de gerar diferentes tons e cores. Tonalidades de rosa e vermelho podem ser alcançadas com o alumínio. O roxo é originado a partir da combinação do alumínio com o ferro. Assim, a mistura do alumínio com diferentes mordentes pode fornecer uma paleta de diferentes tonalidades de vermelho (Saxena & Raja, 2014; Gupta, 2019).

A madeira da *Caesalpinia echinata* (Figura 9), popularmente conhecida como pau-brasil, também produz a cor vermelha, a qual pode ser obtida por meio de uma extração aquosa ou alcalina, essa segunda intensifica a cor. Tons de laranja são alcançados se misturar esse corante com açafrão. Já para tons de marrom, é necessária a combinação do corante vermelho com catechu (Saxena & Raja, 2014).



Figura 9: Cochonilha (A) (Naur, 2020), *Rubia tinctorum* (B) (Utad, Jardimbotânico, 2020) e *Caesalpinia echinata* (C) (Janeiro, Jardim Botânico do Rio de, 2020)

- Amarelo: As plantas responsáveis pela produção do corante amarelo estão presentes em maior número em relação às plantas que produzem as demais cores e, por isso, é a mais abundante (Vankar, 2000; Samanta & Konar, 2011).

Os rizomas secos ou frescos da *Curcuma longa* (açafraão-da-terra), representada na Figura 10 A, são um exemplo de fonte de corantes dessa cor, os quais não requerem a aplicação de um mordente para fixação em substratos compostos por seda, algodão ou lã. O corante do açafraão-da-terra ainda pode ser misturado a outros a fim de gerar uma nova cor. Um exemplo disso é o verde obtido da mistura com o índigo (Saxena e Raja, 2014; Gupta, 2019; Ribeiro, 2019).

O corante originado pela planta *Reseda luteola*, conhecida como lírio-dos-tintureiros (Figura 10 B), é um flavonóide, cuja aplicação em fibras naturais gera uma coloração amarela com ótimas propriedades de resistência (Chakrabarti & Vignesh, 2011; Saxena & Raja, 2014).

O corante extraído das cascas de cebola (*Allium cepa*) (Figura 10 C) possui boa resistência à lavagem e à luz e é responsável por reproduzir tonalidades de amarelo, laranja e marrom. Confere cores chamativas nas fibras de seda e lã, já no algodão é essencial o uso de um mordente (Saxena & Raja, 2014; Gupta, 2019), por exemplo o alúmen de potássio.

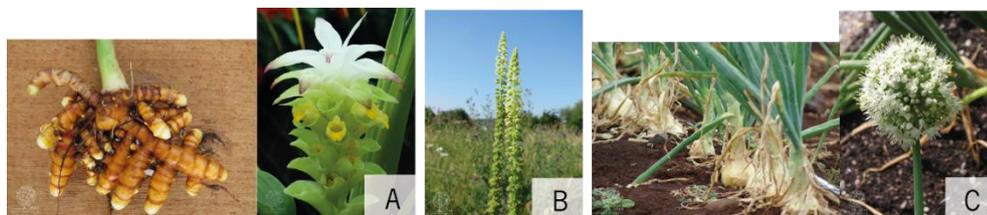


Figura 10: *Curcuma longa* (A), *Reseda luteola* (B) e *Allium cepa* (C) (Utad, Jardimbotânico, 2020)

- Azul: A cor azul é obtida a partir do corante nomeado índigo. Esses corantes possuem ótima resistência tanto a lavagens quanto à luz (Samanta & Konar, 2011). Essa substância

é extraída da *Indigofera tinctoria*, conhecida como anileira (Figura 11 A), mais propriamente de suas folhas (Saxena & Raja, 2014).

A planta *Isatis tinctoria* ou pastel-dos-tintureiros (Figura 11 B) também é responsável pela produção do corante azul. Tanto ela quanto a *Indigofera tinctoria* geram a mesma coloração, contudo, a *Isatis tinctoria* contém concentrações menores de corante (Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012). Existem ainda outras plantas que são encarregadas de produzir essa cor, são elas: a *Polygonum tinctorium* e a *Wrightia tinctoria* (Figura 11 C), e as folhas de *Eupatorium laevis* e da *Indigofera lespedezoides* (Saxena & Raja, 2014; Ribeiro, 2019).



Figura 11: *Indigofera tinctoria* (A) (Jardins, Revista, 2020), *Isatis tinctoria* (B) (Utad, Jardimbotânico, 2020) e *Wrightia tinctoria* (C) (Kyhade, Vaikos, & Malpani, 2014, p. 827)

- Roxo: A coloração roxa pode ser conferida aos têxteis a partir do repolho roxo, por exemplo. Estudos demonstram que a cor roxa pode ser obtida em fibras de algodão. Na seda, porém, o mesmo material vegetal pode gerar a cor azul (Dhara & Fabricio, 2017).
- Preto: As plantas abundantes em taninos e tidos como substantivos para aplicação em fibras celulósicas e proteicas dão origem ao corante preto, o qual proporciona boa solidez. Podem ser encontrados no pau de campeche e na annona, por exemplo (Samanta & Konar, 2011).

Outro elemento com grande quantidade de tanino é o catechu originário da *Acacia catechu* (Figura 12 A) e, por isso, também é responsável pela produção do corante preto quando combinado a mordentes de ferro. O componente extraído a partir do cerne do pau de campeche, cujo nome científico é *Haematoxylon campechianum* (Figura 12 B), juntamente com mordentes de ferro, geram corantes dessa mesma coloração. O produto resultante é caracterizado por suas ótimas propriedades de resistência. O mesmo tipo de mordente ainda pode ser misturado tanto com o corante amarelo quanto o vermelho para a produção do preto (Saxena & Raja, 2014).



Figura 12: *Acacia catechu* (A) (House, Natural Dye, 2020) e *Haematoxylon campechianum* (B) (Baravalle, 2020)

- Verde: A produção do corante verde surge geralmente da mistura do índigo com corantes amarelos, uma vez que são raras as plantas responsáveis pela produção dessa coloração (Mansour, 2018).

Um substrato de lã com a combinação dos corantes amarelo, erva verde, azul e índigo aplicado juntamente com o mordente alumínio gera uma coloração chamada verde Kendal. Outro método para a obtenção de um verde suave é a partir de têxteis tingidos com corante amarelo com mordente de ferro (Mansour, 2018).

- Laranja: A cor laranja pode ser produzida a partir dos mesmos corantes que originam as cores vermelho e amarelo. Pode ser extraído das berberis, do urucum, entre outros (Tayade & Adivarekar, 2013). Segundo Saxena & Raja (2014), a obtenção do laranja, assim como outras cores secundárias, pode ser resultante da combinação entre o mordente e o corante ou entre dois corantes. O corante extraído da *Caesalpinia sappan*, a partir do qual se obtêm vermelhos lustrosos, pode ser misturado ao cúrcuma para se conseguir tonalidades de laranja (Gupta, 2019).
- Marrom: Os galhos do carvalho são uma das matérias-primas para a produção de corantes marrons. Uma vez que são compostos por uma grande quantidade de taninos, também podem ser empregues como mordentes. Outra fonte de corantes dessa mesma cor é o catechu proveniente da *Acacia catechu* (*Senegalia catechu*). Esses podem ser aplicados nas fibras naturais de lã, algodão e seda sem a necessidade de mordentes (Saxena & Raja, 2014).

A folha da *Lawsonia inermis* L, conhecida como hena, produz um corante com tonalidades que variam do marrom ao amarelo mostarda quando o substrato for mordido. Na seda e na lã obtêm-se tons de marrom claro. Vale lembrar que a hena é um corante disperso sendo assim, fibras como poliéster ou *nylon* são tingidos com esse corante (Gupta, 2019).

Vale lembrar, no entanto, que o pH do banho de tingimento interfere também na coloração tornando-a mais chamativa ou, até mesmo, mudando de cor. O carbonato de sódio, por exemplo,

pode ser utilizado para se obter um pH alcalino, o qual é responsável por gerar os tons que variam do azul ao violeta. Em contrapartida, o vermelho e o amarelo são originados por um pH ácido. Para isso, é indicado utilizar vinagre ou o suco do limão, ou seja, o ácido acético e o cítrico, respectivamente (Ribeiro, 2019).

2.3.1.3 Classificação dos corantes naturais como substantivos ou adjetivos

A divisão dos corantes entre substantivos e adjetivos dá-se pela necessidade ou não do uso de um mordente para a fixação da cor no substrato têxtil (Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012).

- Substantivos: São os corantes cuja concentração de tanino é grande e, portanto, tingem diretamente as fibras. Sua fonte de extração são folhas, cascas e frutas. Os corantes de cuba, como os extraídos das plantas *Indigofera tinctoria* e *Isatis tinctoria*, por exemplo, também pertencem a essa categoria (Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012).
- Adjetivos: Em oposição aos corantes substantivos, os adjetivos dependem da aplicação de um mordente para que a cor se fixe às fibras. O corante extraído da cochonilha é um exemplo de corante adjetivo (Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012).

2.3.2 Vantagens da aplicação dos corantes naturais em têxteis

São diversas as vantagens proporcionadas pelo uso dos corantes naturais tanto para o ser humano quanto para o ambiente. Esses corantes são retirados de fontes renováveis, as quais não causam prejuízos à saúde além de serem biodegradáveis e, portanto, eco-friendly (Samanta & Konar, 2011; Ammayappan, Jose & Chakraborty, 2013). Todavia, nem todos os elementos naturais são considerados seguros para o meio ambiente ou para o ser humano, afinal, já é comprovada a presença de substâncias tóxicas produzidas pela própria natureza. Portanto, em casos onde novas fontes de extração estão sendo pesquisadas, é de extrema importância verificar a existência ou não de componentes venenosos (Saxena & Raja, 2014).

A salubridade dos corantes naturais também é um fator que deve ser considerado, principalmente no caso desses corantes serem aplicados aos têxteis de vestuário que fiquem em contato direto com a pele. Isso porque, segundo Saxena & Raja (2014), a pele pode absorver os componentes presentes nesses têxteis. Sendo assim, ao utilizar vegetais com propriedades curativas e medicinais para o tingimento de substratos, pode-se obter os chamados têxteis medicinais. Um

exemplo disso são os substratos tingidos com os mesmos materiais vegetais pertencentes ao antigo sistema indiano de medicina “*Ayurveda*” (Saxena & Raja, 2014).

Outro fator importante é que alguns excedentes gerados durante o processo podem ser reaproveitados como fertilizantes, como o índigo, por exemplo (Samanta & Konar, 2011).

A geração de empregos também deve ser salientada, originando renda para os cultivadores e outros trabalhadores envolvidos no processo (Samanta & Konar, 2011).

2.3.3 Desvantagens do uso de corantes naturais

Além dos benefícios citados, esses corantes possuem algumas limitações, dentro das quais pode-se citar as baixas propriedades de solidez da cor a fatores externos, necessitando de uma etapa adicional para a fixação dos corantes; a pouca variedade de cores; além de não ser possível a sua aplicação em muitas das fibras sintéticas. O custo alto, devido a mão de obra especializada; a quantidade de corantes utilizada; o tempo de tingimento; e o processo complicado também contribuem para o desuso desse material (Samanta & Konar, 2011; Ammayappan, Jose & Chakraborty, 2013; Saxena & Raja, 2014).

Como mencionado anteriormente, os corantes naturais possuem uma baixa solidez da cor quando expostos a diferentes condições, o que resulta no desbotamento do substrato têxtil. Uma delas é que podem sofrer alterações quando em contato com o suor e expostas ao sol, mesmo que os corantes tenham sido aplicados com o mordente. A reprodução dos tons a partir dos corantes naturais também é dificultada, uma vez que esses produtos se alteram a cada safra e ainda conforme o local, espécie, a forma de cultivo, entre outros (Samanta & Konar, 2011).

Além disso, os corantes naturais não apresentam grande variedade de cores e, por isso, devem ser combinados entre si para se obter diferentes colorações. Contudo, é preciso considerar que essa mistura é limitada devido as propriedades de resistência e métodos de tingimento que variam para cada corante. Para produzir o verde, por exemplo, é fundamental a cor azul, presente no corante índigo. Porém, o tingimento com esse produto tem um custo mais elevado e maior tempo para ser realizado (Saxena & Raja, 2014). A escassez de estudos e conhecimento sobre métodos de extração também é uma limitação para o uso dos corantes naturais (Samanta & Konar, 2011).

Como descrito anteriormente, os corantes naturais exigem a aplicação de mordentes para melhorar suas propriedades de solidez. Em geral, a solidez à lavagem e à luz são fundamentais

para qualificar o uso de um têxtil, e para o vestuário deve-se também considerar a resistência ao suor e à fricção. Os corantes naturais, porém, não são, em sua maioria, muito eficazes nesse aspecto, somente alguns possuem a qualidade requisitada para utilização em têxteis. Um dos fatores que contribuem para a baixa solidez desses corantes é a restrição de alguns mordentes, como o cromo e o estanho, devido aos seus impactos ambientais, essas substâncias proporcionam melhores propriedades de resistência, assim como diferentes tonalidades. Os processos inapropriados impactam essas propriedades da mesma forma. Para isso é sugerido o aperfeiçoamento das técnicas de tingimento e mordentagem, que podem melhorar a resistência dos corantes naturais, da mesma maneira que a pesquisa por novas fontes de extração. Contudo, nesse caso é importante uma investigação a cerca dessas novas matérias-primas em relação a presença de componentes tóxicos (Saxena & Raja, 2014).

2.3.4 Mordentes

Ao contrário dos corantes sintéticos, diversos corantes naturais necessitam de um mordente para sua fixação à fibra, evitando que o têxtil desbote quando exposto ao sol ou lavado e melhora a resistência ao atrito. Os mordentes são encarregados de criar uma afinidade entre o corante e a fibra, permitindo o tingimento da mesma (Saxena & Raja, 2014; Behan, 2018). A coloração de têxteis com corantes naturais exige, portanto, uma outra etapa na qual esses mordentes são adicionados (Saxena & Raja, 2014).

Outra funcionalidade dos mordentes é que esses ainda podem ser combinados com corantes substantivos a fim de proporcionar uma maior resistência da cor (Saxena & Raja, 2014). Esse material ainda é responsável por gerar uma grande variedade de tons (Vankar, 2000).

Os mordentes podem ser classificados em três tipos: metálicos, taninos e, por último, de óleo (Vankar, 2000).

- Mordentes metálicos: Utilizam sais metálicos de alumínio, assim como de ferro, cromo, cobalto, entre outros. O cromo, todavia, não segue as normas ecológicas, portanto deve-se evitar a sua utilização. O cobre tem uso restrito, ou seja, existe uma quantidade máxima permitida para sua aplicação. Como alternativa a esses materiais estão o ferro e o alúmen. Dependendo do material corante, o alúmen pode, por exemplo, corrigir e iluminar a cor final. Em contrapartida, o ferro evidencia mais os detalhes dos estampados através da coloração mais intensa. O sulfato de ferro gera

tons que variam do cinza até o preto. A combinação de diferentes mordentes metálicos influencia tanto na propriedade de resistência das cores como na coloração. A alizarina misturada com alumínio gera o vermelho, já o violeta é obtido com a alizarina e o ferro. Outro exemplo é o corante amarelo proveniente da casca da cebola que, juntamente do cloreto estânico, produz a cor laranja ou cinza quando combinado com sulfato ferroso (Vankar, 2000; Ammayappan, Jose & Chakraborty, 2013; Saxena & Raja, 2014; Ismal, 2016).

- Taninos ou ácido tânico: É um produto vegetal que pode ser encontrado em diversas partes das plantas, como da madeira, folhas, raízes, galhos, frutas e cascas, variando sua concentração de acordo com a idade, com o período ou região em que foi recolhido, ou da parte do vegetal que foi extraído. Os mordentes naturais que estão presentes em cascas de árvores conferem tons mais escuros, por exemplo cinza e marrom. Esses ainda resistem ao crescimento de bactérias das fibras (Vankar, 2000; Ammayappan, Jose & Chakraborty, 2013; Sartori, Castro & Mori, 2014; Saxena & Raja, 2014; Ribeiro, 2019).

O uso de taninos, porém, altera a coloração final, resultando em tonalidades mais escuras (Behan, 2018).

O ácido tânico também pode criar afinidade entre as fibras celulósicas, como o algodão, e os mordentes metálicos, tornando viável a absorção desses mordentes pela fibra (Saxena & Raja, 2014).

- Mordentes a óleo: É indicado utilizar o mordente a óleo em conjunto com o alúmen. Isso porque tal combinação cria um complexo, a qual proporciona excelentes propriedades de solidez da cor (Vankar, 2000).

Esses diferentes mordentes podem ser aplicados aos têxteis seguindo três técnicas: a pré-mordentagem, meta-mordentagem e pós-mordentagem (Ammayappan, Jose, & Chakraborty, 2013). Na pré-mordentagem, ou mordentagem prévia, o substrato deve ser submetido a uma solução aquosa de mordente por um determinado tempo e temperatura antes que o mesmo seja tingido (Samanta & Konar, 2011). Os banhos de pré-mordentagem são mais econômicos e menos poluentes relativamente aos outros processos de mordentagem, uma vez que existe menos desperdício de mordente, além de poder ser novamente utilizado sempre que mais quantidades de mordentes forem adicionadas (Saxena & Raja, 2014). Esse fator torna o processo mais sustentável.

A meta-mordentagem, ou mordentagem em simultâneo, é a combinação das etapas de tingimento e da aplicação de mordente, sendo efetuadas em um único banho (Ammayappan, Jose, & Chakraborty, 2013). A mordentagem simultânea é realizada em um período mais curto, já que consiste apenas em uma etapa. É um processo voltado para uma produção reduzida, pois o mordente não será novamente utilizado (Saxena & Raja, 2014), o que gera um alto desperdício de materiais.

A pós-mordentagem, também nomeada de mordentagem posterior, é o processo seguinte ao tingimento, ou seja, o têxtil é primeiramente tingido para então ser mordido em banhos separados (Araújo & Castro, 1987; Ammayappan, Jose & Chakraborty, 2013; Saxena & Raja, 2014; Gupta, 2019). Nessa técnica a cor é apenas revelada no final do banho com mordente (Saxena & Raja, 2014).

A partir das informações recolhidas, pôde-se constatar que, tanto o tipo de mordente quanto o modo como esses materiais são aplicados aos têxteis, interferem na paleta cromática e nos efeitos visuais de estampas obtidas com materiais corantes naturais. Podemos citar como exemplo os mordentes de alumínio e de ferro que, como descrito anteriormente, influenciam na luminosidade e intensificam a coloração, respetivamente. O estudo das técnicas de mordentagem também indicou que a estética dos padrões se altera conforme o processo realizado, tal como na pós-mordentagem, na qual a coloração do substrato já tingido pode alterar-se após a mordentagem.

2.4 Técnicas de coloração têxtil

Sabe-se que existem diversas técnicas de coloração têxtil, seja pelo tingimento ou por meio da estamparia, e é a partir desses métodos que se atribuem efeitos visuais e cromáticos aos substratos têxteis, os quais podem despertar o interesse do consumidor. Esses processos podem ser realizados tanto por meio convencional e digital quanto artesanalmente.

Contudo, como mencionado anteriormente, muitos desses processos de coloração envolvem o uso de produtos químicos tóxicos para a sua realização. Em razão disso, nota-se um crescente interesse por parte dos *designers* em utilizar materiais e métodos que possibilitam a redução significativa dos impactos. Dentre eles Gwilt (2015) destaca o uso de corantes naturais ou de baixo impacto.

Desse modo, para o desenvolvimento de um substrato têxtil sustentável voltado para a confecção de vestuários, faz-se necessário o estudo de métodos utilizados para sua coloração, as quais podem ser efetuadas com produtos de baixo impacto. Aliado a esses materiais, estão as técnicas de estampa convencional e as artesanais que, por resultarem em produtos de estéticas diferenciadas e únicos acabam por promover um vínculo afetivo com o consumidor, colaborando para um uso mais prolongado da peça, que, por sua vez, gera menos desperdício e, conseqüentemente, reduz os impactos ambientais.

Tendo em vista que o presente estudo visa o desenvolvimento de padrões em substratos têxteis, nesse subcapítulo serão analisadas técnicas de estampa convencional e digital, além de diferentes processos artesanais voltados para a obtenção de estampas têxteis.

2.4.1 Estampa convencional

A estampa convencional compreende diferentes processos de estampa com quadros ou com cilindros, que incluem estampa por quadro plano manual, quadro automático, quadro carrossel semiautomatizado, e por cilindros. Todos esses processos serão descritos a seguir.

Em inglês, a técnica de estampa a quadro é nominada *silk-screen*, ou seja, tela de seda (Pippi, 2010), uma vez que o substrato que compunha as matrizes era de seda. Na atualidade, porém, as telas passaram a ser produzidas com poliéster ou *nylon*, o que a tornou mais econômica (Carvalho, 2016). A matriz é formada, então, por uma tela presa com cola ou grampos em um bastidor ou armação de madeira, aço, ferro ou alumínio, sendo a de madeira e de ferro os que têm melhor desempenho (Yamane, 2008; Leão, 2016).

O processo de estampa a quadro é um método que se utiliza da pressão contra a pasta de estampa para transferir um motivo da matriz para o têxtil. O desenho nas matrizes e nos cilindros é formado por áreas fechadas e abertas. Cada matriz corresponde a somente uma cor e, por isso, quanto mais colorida for a estampa, mais elevado será o seu custo. Isso também implica uma certa ordem na qual as cores devem ser aplicadas (Carvalho, 2016).

Os quadros podem ser utilizados em três diferentes tipos de processos: o manual, o automático e o semiautomático. A seguir pode-se verificar a descrição mais detalhada de cada um desses métodos

A técnica com o quadro plano manual é mais voltada para a execução de estampas localizadas, e ainda pode ser utilizada para a aplicação de diferentes efeitos, sejam esses visuais ou táteis, como encerados, brilhantes, devore (técnica que gera transparência nos substratos mistos graças aos produtos químicos que corroem fibras celulósicas), entre outros (Ruthschilling & Laschuk, 2013; Carvalho, 2016).

Para a produção das estampas a partir dessa técnica, deve-se primeiro pousar o têxtil sobre a mesa para, depois, posicionar a matriz (já gravada por meio da fotossensibilidade) sobre o substrato. Em seguida, aplica-se a pasta de estampar (cuja composição inclui espessantes, corantes e produtos específicos para fixação) na região fechada da matriz já gravada. Essa pasta será, então, carregada manualmente com o auxílio de um rodo até o lado contrário. Dessa forma, as áreas abertas da matriz permitem que a pasta de estampar entre em contato com o têxtil, enquanto as áreas fechadas impedem esse contato, gerando, assim, a estampa (Araújo & Castro, 1987; Yamane, 2008; Carvalho, 2016; Leão, 2016). Este processo, que está representado pela Figura 13 A, é mais utilizado para produções em pequena escala (Araújo & Castro, 1987).

Do mesmo modo que o quadro plano manual, o carrossel semiautomatizado também é direcionado para a produção de estampas localizadas. O seu processo varia apenas na forma como as matrizes são deslocadas, que nesse caso é mecanizada (Carvalho, 2016). A Figura 13B apresenta um modelo de carrossel serigráfico.

O método de estampa com quadro automático, representado na Figura 13C, também é responsável pela realização de estampas localizadas e corridas. Seu princípio é igual ao do processo manual, contudo, os quadros passam a ser automáticos, ou seja, efetuam os movimentos de subir e descer automaticamente; o rodo, passa a ser automatizado ou então pode ser substituído por varetas magnéticas (movimentando-se graças a um eletroímã posicionado sob a mesa de estampar); e a existência de uma esteira, a qual transporta o substrato têxtil. Essa movimenta-se em sincronia com as matrizes, por fim, o substrato é levado para a “câmara de secagem”. Desse modo, todas as etapas são realizadas de forma automática (Araújo & Castro, 1987, p. 782; Yamane, 2008; Carvalho, 2016).

Como referido anteriormente, além dos quadros, pode-se também estampar os substratos têxteis com cilindros. A estampa com cilindros é voltada para estampas corridas, ou seja, que são contínuas no substrato e, também, para produção em grande escala, já que é um processo muito rápido. Compreende um conjunto de cilindros de aço revestidos com cobre colocados acima

de uma esteira, a qual transporta o têxtil, como mostra a Figura 13D. No interior desses cilindros estão contidos o rodo e a pasta de estampar, assim, quando o cilindro entra em contato com o têxtil, o rodo conduz a pasta de estampar para o substrato por meio da pressão. Nesse método, o cilindro, que é composto por uma tela metálica, é a matriz. É válido ressaltar que o movimento de rotação dos cilindros e da esteira é sincronizado. A quantidade de cilindros necessários varia de 1 a 10 de acordo com a variedade de cores, sendo que cada um comporta apenas uma cor (Araújo & Castro, 1987; Yamane, 2008; Carvalho, 2016).

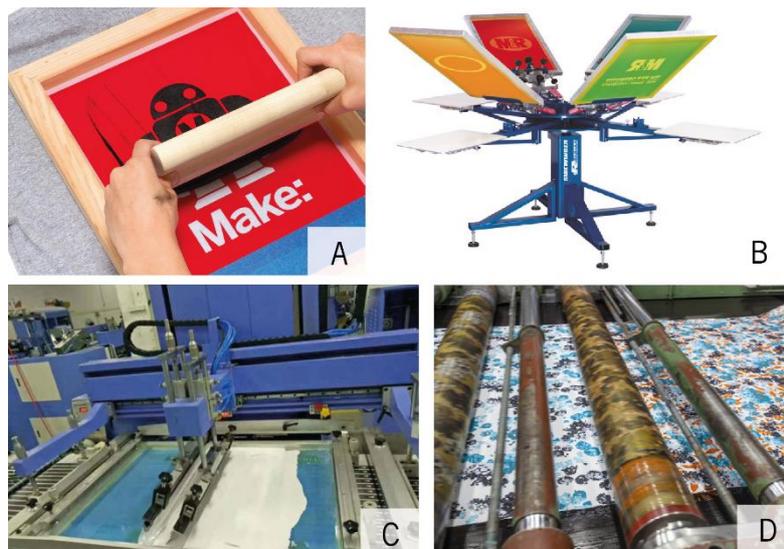


Figura 13: Quadro plano manual (A) (Connors, 2020), Carrossel (B) (Alphashirt, 2020), Quadro automático (C) (Macrokun, 2020) e Cilindros (D) (Sigbol, 2016)

O que determinará o processo pelo qual o têxtil será estampado será a quantidade a ser produzida, a velocidade, o efeito desejado e o custo. A seguir são descritos alguns exemplos de situações que devem ser consideradas no momento de se optar por um dos métodos analisados anteriormente.

Neves (2000) defende que para grandes produções ou para estampas de riscas, por exemplo, o método mais indicado é por meio dos cilindros. Isso devido a agilidade desse processo e, também, pela inexistência de marcação de tinta nas estampas contínuas (Carvalho, 2016).

Enquanto isso, a gravação dos quadros planos é mais econômica relativamente à gravação dos cilindros e, neste sentido, a estamperia a quadro torna-se mais vantajosa para produções de menores metragens (Neves, 2000). Além disso, os quadros planos permitem que uma peça de roupa já confeccionada seja estampada. Nesse caso, o processo por quadro plano automático é o mais apropriado para produções em maior escala, uma vez que é mais rápido se comparado ao quadro manual (Araújo & Castro, 1987; Carvalho, 2016).

Uma vantagem da estampa convencional é que têxteis compostos tanto por fibras naturais quanto manufaturadas, tais como de algodão, viscose ou poliamida, podem ser estampados por meio dessa técnica (Carvalho, 2016).

2.4.2 Estamparia digital

A estampa digital refere-se a qualquer processo em que as ilustrações desenvolvidas ou digitalizadas em ambiente eletrônico (CAD) são impressas no têxtil sem que haja o contato entre o substrato e o maquinário, descartando o uso de matrizes ou de divisão por cores (Laranjeira & Moura, 2013; Ruthschilling & Laschuk, 2013).

A estampa digital caracteriza-se, principalmente, pela “reação físico-química que ocorre entre o corante utilizado na impressão a jato de tinta ou na sublimação e o tecido, em que o corante se incorpora a fibra do tecido, produzindo uma estampa sem toque” (Carvalho, 2016, p. 42).

Dentro desse processo encontram-se as etapas de processo de criação e o de impressão. O primeiro refere-se ao desenvolvimento das figuras que reproduzirão as estampas. Esses desenhos são realizados em softwares gráficos, ou seja, são documentos digitais que podem ser salvos, reproduzidos e impressos. Dentre os *softwares* gráficos utilizados para a elaboração das imagens estão o Adobe Photoshop e Illustrator, CorelDraw, entre outros. (Yamane, 2008). Os padrões são, então, impressos pelo sistema CMYK (Vieira, 2014). Ainda assim, os primeiros esboços ainda podem ser realizados a partir de métodos manuais (Laranjeira & Moura, 2013; Ruthschilling & Laschuk, 2013) para, mais tarde, serem digitalizados.

A segunda etapa, ou seja, o processo de impressão está voltado para a forma como a ilustração criada será impressa no substrato. A estampa digital está representada de duas formas, direta (por jato de tinta) e indireta (por termo transferência) (Bowles & Isaac, 2012; Laranjeira & Moura, 2013).

Uma das vantagens da estampa digital é o fato de ter uma ampla aplicação. Isso porque essa tecnologia já está apta a estampar em diferentes tipos de fibras, sejam elas naturais, como a seda e o algodão, ou sintéticas, como o poliéster.

Para isso, a estampa digital faz uso de pigmentos e de diferentes tipos de corantes, são eles: os reativos, dispersos, ácidos. A seleção de cada corante se dará de acordo com as fibras. Os corantes reativos são aplicados em fibras naturais e artificiais de origem proteica ou celulósica.

Em seguida, os corantes dispersos são empregues apenas em fibras sintéticas. Por fim, os corantes ácidos são voltados para as fibras sintéticas e proteicas (Ruthschilling & Laschuk, 2013).

Além disso, esse processo não limita o número de cores da estampa e não tem custos adicionais com a gravação das matrizes, uma vez que o têxtil será diretamente encaminhado para o setor de estamparia (Yamane, 2008). Ainda é capaz de estampar uma larga variedade de cores com qualidade fotográfica, de forma rápida e economicamente viável (Troncoso & Rüttschilling, 2014). Por fim, na estamparia digital não existem restrições dimensionais, ao contrário da estamparia convencional a quadro ou cilindro que se limita a um determinado tamanho, tal fator permite criar um padrão sem repetições, ou seja, que não se repete ao longo do substrato (Bowles & Isaac, 2012).

Por outro lado, as desvantagens da estamparia digital são: possíveis defeitos no maquinário que acarretam atrasos; o alto valor dessas ferramentas, assim como o da formação dos empregados, e as questões pertinentes a calibração das cores nos mais variados “suportes gráficos” (Neves, 2000, p. 84). Os processos pertencentes a esse tipo de estamparia não permitem obter efeitos visuais diferenciados, tais como o devorê e *glitter* (Nicoll, 2006).

Como descrito anteriormente, a estamparia digital está dividida em dois tipos: por sistema jato de tinta e sublimação. O sistema jato de tinta corresponde ao método no qual as estampas são geradas a partir das imagens digitais que passam a ser diretamente impressas no têxtil, sendo que todas as cores são impressas em simultâneo (ABIT, 2011). No caso da estamparia direta, vale salientar que os têxteis devem passar por uma etapa de fixação, na qual a reação entre os químicos e os corantes empregues proporcionam uma boa solidez da cor (Bowles & Isaac, 2021; Carvalho, 2016). A seleção dos produtos químicos utilizados nesse processo vai depender do tipo de corante que será aplicado. Também é imprescindível um pós-tratamento do substrato e é durante essa etapa que os corantes e os produtos químicos reagirão (Carvalho, 2016).

A estamparia digital por sistema jato de tinta compreende diversas vantagens. Uma delas é que é a técnica mais apropriada para a customização em massa dos vestuários, o que é possível em virtude da qualidade, agilidade e de ser passível de produzir em pequenas quantidades (Troncoso & Rüttschilling, 2014). Essas características também acabam por oferecer uma ampla variedade de estampas para os usuários, gerando um produto personalizado, singular e de custo acessível, criando, portanto, uma conexão entre o produto e o consumidor. Essa conexão, por sua vez, pode contribuir para o máximo aproveitamento da peça, de forma a colaborar com uma produção

sustentável, a qual “adie etapas de produção e diminua a escala produtiva, assim evitando desperdícios” (Körbes & Rüttschilling, 2015, p. 10).

Além disso, oferece praticidade no processo de estampa final, uma vez que o desenho em documento digital está concluído, basta, apenas, um curto período para que as configurações das impressoras sejam ajustadas, ao contrário das estampas convencionais que requerem diversos processos antes de estampar. Essa tecnologia é inclusive capaz de produzir pequenas quantidades em um curto prazo. Devido a essa praticidade, pode-se dizer que não será mais necessário o armazenamento de substratos têxteis nos estoques, reduzindo o desperdício (Bowles & Isaac, 2012).

A redução dos impactos ambientais é outro fator importante a ser considerado, sendo uma técnica mais eficaz nesse aspecto do que a estampa convencional. Um dos motivos que contribuem para isso é o baixo desperdício de corante, já que utiliza apenas a quantidade necessária para estampar o substrato. Deve-se considerar, ainda, que os têxteis podem ser estampados em toda a sua extensão ou apenas nas áreas das peças (Bowles & Isaac, 2012), fator que também contribui para a redução do descarte de corantes ou pigmentos.

A impressão por jato de tinta, quando comparada às técnicas convencionais de estampa, reduz os gastos com água e eletricidade, o que colabora para a redução dos impactos ambientais (Bowles & Isaac, 2012). O fato de não existir quadros para lavar já é um fator que contribui para a redução do custo com a água. A ausência dos metais que seriam empregues durante a fabricação dos quadros para a estampa convencional automatizada e as baixas quantidades de corantes desperdiçados, também são citadas como elementos que colaboram com a proteção ambiental (Neves, 2000).

Um modelo de impressora jato de tinta está representado na Figura 14.



Figura 14: Impressora jato de tinta (Mimaki, 2020)

A estampa digital por sublimação é outro método pertencente a estampa digital. A palavra sublimação refere-se a mudança do estado sólido diretamente para o estado gasoso (Ruthschilling & Laschuk, 2013). No caso da estampa, as partículas de tinta, que estão no estado sólido, passam para o estado gasoso e vice-versa, quando submetidas a um determinado processo (Troncoso & Rüttschilling, 2014). Vieira (2014, p. 116) explica que esse “processo ocorre porque quando a temperatura aumenta, as moléculas entram em agitação e se transformam em gás, sem passar pelo estado intermediário, que é o líquido”.

Esse método é, portanto, composto por duas etapas, sendo que em um primeiro momento a ilustração é estampada sobre um papel para, em seguida, ser transferida para o têxtil através do calor por meio de uma prensa térmica ou uma calandra, representadas na Figura 15 (Araújo & Castro, 1987; Ruthschilling & Laschuk, 2013).

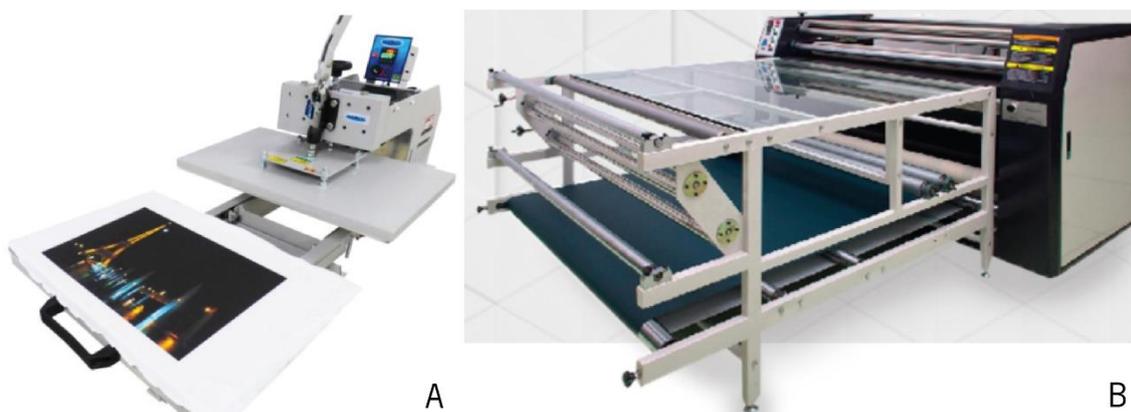


Figura 15: Prensa térmica (A) (Maquinatec, 2020) e Calandra (B) (BM do Brasil, 2020)

As principais vantagens da sublimação são: é um processo que não requer qualquer pré ou pós-tratamento para ser estampado (Carvalho & Rüttschilling, 2016); o pigmento sublimático utilizado na sublimação contém água em sua composição e é livre de metais pesados (Vieira, 2014); o papel sublimático não absorve a tinta para o seu interior, devido ao tratamento que recebe na superfície, tal fator impede o desperdício e reduz os gastos de tinta (Troncoso & Rüttschilling, 2014). Além disso, a realização desse processo é prática, ainda que para poucas quantidades de peças e não existem limites quanto as ilustrações. Por fim, deve-se também citar o baixo investimento e as excelentes propriedades de solidez dos corantes empregues (Araújo & Castro, 1987).

É considerada uma das técnicas de estampa mais ecológicas, uma vez que “possui uma técnica simplificada, transferência 100% limpa a seco, e utiliza corantes à base de água, ideais para

confeção de roupa em geral, gerando um mínimo de residuo” (Ruthschilling & Laschuk, 2013, p. 66). Ainda produz contornos bem definidos das imagens (Neves, 2000).

Dentre as desvantagens da sublimação pode-se citar que esse método requer que o têxtil seja composto por fibras sintéticas ou por, pelo menos, 75% fibra de poliéster (Troncoso & Rüttschilling, 2014). Isso devido à afinidade entre as fibras de origem sintética e os corantes dispersos utilizados no processo de sublimação (Neves, 2000).

2.4.3 *Stencil*

O *stencil* é uma técnica ancestral originária do Oriente voltada para a realização de ilustrações em têxteis, paredes, papéis, entre outros (Levinbook, 2008; Leão, 2016), que consiste em um método que utiliza uma máscara ou molde, podendo esse ser de lâminas de metal, papel ou acetato, o qual é cortado ou perfurado de modo a formar um desenho (Vieira, 2014).

Para a reprodução dos desenhos nos têxteis, essa máscara é posicionada sobre o substrato e com um pincel ou esponja espalha-se a tinta nos locais do molde em que estão vazados. Dessa forma, ao retirar a máscara, percebe-se a estampa formada pelas regiões onde o material corante foi aplicado (Neira, 2012; Vieira, 2014). As etapas desse processo estão representadas na Figura 16 e, como pode ser observado, os motivos impressos no têxtil são caracterizados por conterem áreas de separação. Isso ocorre porque “é necessário deixar pontos de ligação entre as diferentes áreas vazadas para que estes mantenham a lâmina conectada” (Neira, 2012, p. 22).



Figura 16: *Stencil* (Audaces, 2020)

O *stencil* teve origem no Japão e, em princípio, as ilustrações eram desenvolvidas em papel e, depois, impressas no têxtil (Levinbook, 2008). Essa técnica ganhou maior notoriedade no período *Kamamura*. Nessa era praticava-se o *stencil* para adornar as armaduras dos samurais, os estandartes e os mantos dos cavalos com símbolos (Leão, 2016). Durante essa mesma era a

técnica foi aperfeiçoada o que contribuiu para que esse método fosse utilizado para adornar as vestimentas dos membros da corte (Vieira, 2014).

Durante escavações foram descobertos diversos elementos, como têxteis, utensílios e paredes que datam do período pré-histórico, e figuras obtidas a partir de folhas de plátano vazadas e tintas de origem vegetal desenvolvidas pelas antigas civilizações fijianas. Ainda existem registros de que outros povos também praticaram esse método, como os egípcios e os chineses (Vieira, 2014). Os chineses, por exemplo, consideravam os próprios papéis recortados como um artigo. Contudo, também os utilizavam como moldes para estampar têxteis, principalmente (Leão, 2016).

Foi na Idade Média e, em seguida, durante a era Bizantina que o *stencil* passou a ser empregue junto com outro método de estamperia, o carimbo (Vieira, 2014).

Diversos autores defendem que o *stencil* é a técnica que deu origem ao processo de estamperia a quadro (*silk screen*) (Neira, 2012) descrito anteriormente.

2.4.4 *Block printing*

O interesse em reproduzir o mesmo desenho várias vezes para formar uma estampa corrida, por exemplo, foi o que deu origem ao *block printing* (ou carimbo). Esse método milenar foi utilizado por muitas civilizações como os chineses, indianos, egípcios e, mais tarde, por japoneses (Kafka, 1972; Briggs-Goode, 2013). Entretanto, o *block printing* foi mais aprimorado na China e na Índia (Briggs-Goode, 2013).

Inicialmente os entalhos eram realizados em pedaços de madeira ou pedra. Com o desenho finalizado, aplicava-se tinta ou corante ao carimbo que seria, então, pressionado contra uma superfície e martelado com uma ferramenta chamada maul (martelo) e, por meio dessa ação, eram obtidas as estampas (Kafka, 1972; Briggs-Goode, 2013).

Os carimbos permitiram que os mesmos padrões fossem retratados inúmeras vezes, podendo esses ser monocromáticos ou coloridos. Para desenvolver uma estampa colorida, porém, é necessário um carimbo para cada cor (Kafka, 1972; Briggs-Goode, 2013). Modelos do carimbo estão representados na Figura 17.



Figura 17: Carimbo de madeira (Needleman, 2018)

2.4.5 *Shibori*

O *shibori* é uma antiga e sofisticada técnica originária do Japão, cujo propósito é a geração de estampas através do tingimento do têxtil que foi previamente manipulado com dobras, compressão e torção, utilizando diferentes materiais, como elástico, para manter essas dobras. Dessa forma, as zonas protegidas do têxtil, não são tingidas, criando os padrões (Jaramillo, 2018). Por isso, é descrita como uma técnica de reserva. Esse método data entre os séculos VI e VIII, época em que era utilizado para criar desenhos nos quimonos (Gunner, 2007).

No *shibori* os substratos são moldados em diferentes formas a fim de se obter padrões. Apesar de que algumas dessas formas tenham se difundido em diferentes áreas geográficas, existem outras que são apenas praticadas no Japão. Esses métodos de modelar os têxteis, que serão descritos a seguir, constituem-se em: costurar, enrolar, plissar ou dobrar o tecido, podendo ou não ser preso ou enrolado entre tábuas ou bastões. Tais ações podem ser realizadas diversas vezes em um mesmo substrato, combinando diferentes métodos (Wada, Rice, & Barton, 1983). Algumas dessas formas de modelar os têxteis são: o *itajime*, o *ne-maki* e o *arashi*, as quais serão mais bem descritas a seguir.

O *itajime* é um dos métodos de resistência pertencentes ao *shibori* e nela o tecido é dobrado e preso firmemente entre duas tábuas lisas de madeira com cordões, evitando o contato do corante no substrato em áreas localizadas (Wada, Rice & Barton 1983; Arai & Wada, 2010). O tecido húmido é, primeiramente, dobrado repetidas vezes na vertical e, em seguida, o mesmo processo é realizado na diagonal ou horizontal do pano. Quando finalizado, o têxtil dobrado é, então, pressionado entre tábuas ou bastões e preso por cordões, e dessa forma, o têxtil está preparado

para o tingimento. O corante, ao colorir apenas as laterais do pano, resultará em um efeito com figuras geométricas, podendo, também, gerar efeitos inesperados conforme a ação do corante, tais como manchamentos ou borrões dependendo da migração do corante no substrato têxtil. Deve-se ressaltar que após o tingimento o substrato é desdobrado, cuidadosamente, para secar (Wada, Rice, & Barton, 1983). A partir desses métodos pode-se obter os seguintes padrões: triângulos (*sankaku* em japonês), quadrados, casco de tartaruga ou *kikko* (caracterizado pelos hexágonos) e treliça ou *naname goshi*. A Figura 18 retrata as etapas para a realização da estampa de quadrados.



Figura 18: Etapas da estampa de quadrados (Provax, 2020)

Ainda em relação ao itajime, foi constatado que essa técnica é composta por outras categorias, como o beni itajime ou jiaxie, em chinês. Esse método passou a utilizar tábuas de madeira gravadas com ilustrações (Figura 19A). Para efetuar as estampas, o têxtil que está dobrado no comprimento é posicionado continuamente entre as tábuas gravadas, formando um sanduíche. Em seguida, o substrato dobrado entre placas é submetido ao banho de tingimento. Os entalhes das placas de madeira permitem que o corante penetre em algumas áreas do têxtil, tingindo-o. Assim, ao retirar as tábuas, a superfície estará estampada, como mostra Figura 19B (Torimaru & Hedstrom, 2010).

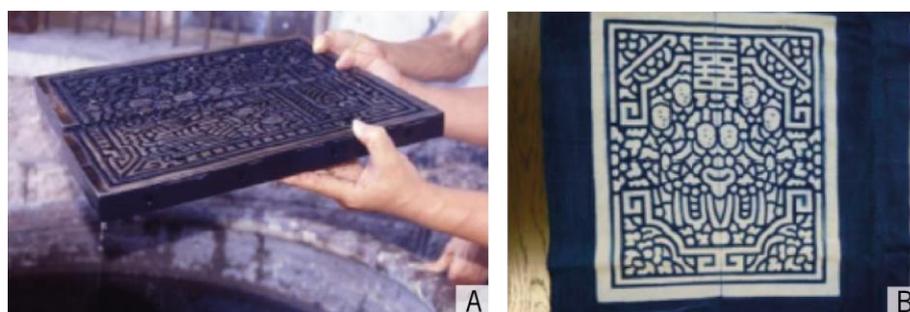


Figura 19: Tábua de madeira entalhada (esquerda), exemplo de um tecido estampado (direita) (Torimaru & Hedstrom, 2010, p. 2)

Outra técnica pertencente ao *shibori* é o *ne-maki shibori* e a partir dela obtêm-se efeitos de anéis. Para isso, uma área do substrato têxtil é puxada e, ao seu redor, será enrolada uma linha firmemente. Tal fio é preso com o nó *kainosage*, o qual se desfaz quando o substrato é aberto. A parte do têxtil que foi puxada será o diâmetro do anel, já a parte enrolada pelo fio definirá a largura do anel, correspondente à área que não será tingida (Wada, Rice, & Barton, 1983). A Figura 20 apresenta o antes e depois de um substrato tingido e os efeitos visuais obtidos a partir desse método.



Figura 20: Ne-maki shibori (Wilson, 2020)

O *arashi shibori*, também conhecido como *pole wrap*, é outra das técnicas de resistência ao tingimento. O *arashi* teve sua origem no ano de 1880 e faz parte do *folk shibori* (grupo de técnicas a partir das quais pode-se obter padrões inspirados no dia a dia) (Wada, 1994).

A tradução da palavra *arashi* é tempestade, uma das razões desse nome pode ser pelo fato de que muitos dos padrões alcançados por esse método lembram a chuva quando empurrada pelo vento forte (Wada, Rice, & Barton, 1983)

Nesse processo o têxtil é enrolado na diagonal em um mastro ligeiramente cônico de madeira, de modo a criar formas tridimensionais através de torções, dobras, entre outros (Wada, Rice & Barton, 1983; Wada, 1994), como mostra a Figura 21.

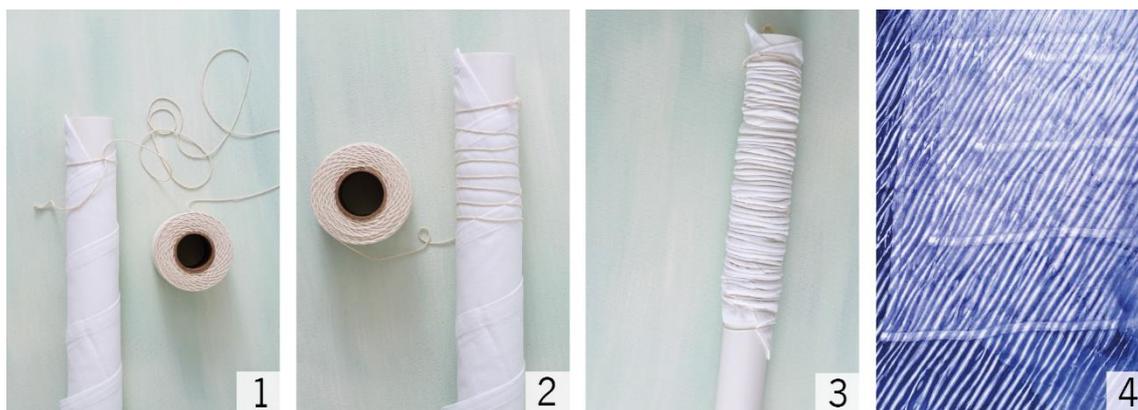


Figura 21: Arashi (Poskin, 2019)

A técnica *arashi*, logo que foi criada, foi praticada principalmente na elaboração de quimonos para o verão, nomeados de *yukata*, compostos por algodão. Já nos períodos *Meiji* e *Taisho*, que ocorreram entre os séculos XIX e XX, passou a ser empregue em peças que são usadas por debaixo dos quimonos (Wada, 1994). Wada, Rice & Barton (1983) relatam que durante esse período uma quantidade superior à de cem ilustrações distintas foram desenvolvidas.

Com a introdução dos vestuários ocidentais no oriente, durante a Segunda Guerra Mundial, essa prática passou a ser menos utilizada. Porém, voltou a ser valorizada em 1980, sendo aplicada internacionalmente como um trabalho artesanal (Gunner, 2007).

O *shibori* se assemelha a outra técnica que também reserva zonas no substrato têxtil para que esse não entre em contato com a solução corante, o *tie-dye*, e, por essa razão são commumente confundidas. Porém, Ramos & Lopes (2018) explicam que tanto a origem quanto a aplicação desses processos são distintas.

2.4.6 Tie-dye

O *Tie-dye*, cuja tradução é amarrar e tingir, equivale ao método anteriormente descrito, o *Shibori*, entretanto sua origem não é certa, já que tanto o continente africano como o asiático apresentam vestígios dessa prática. Na Indonésia é chamado de *plangi*, já na Índia foi nomeado de *bandhani*. É uma técnica antiga e, por isso, foi interpretada de inúmeras formas, mas, ainda assim, é descrito que a sua essência continua sendo mantida. O *tie-dye* é um método de resistência ao tingimento, uma vez que as partes do têxtil são amarradas, costuradas ou dobradas, a fim de gerar diferentes desenhos. Para isso, são utilizados elásticos, fios ou linhas grossas, como o barbante, para prender determinadas áreas do substrato para, em seguida, o mesmo ser tingido. Depois de seco, as

amarrações são retiradas, expondo o colorido na peça (Belfer, 1992; Körbes & Rüttschilling, 2015; Ramos & Lopes, 2018; Kaur & Bains, 2018; Seyi-Gbangbayau & Ajayi, 2020).

Embora não existam normas fixas para a prática do *tie-dye*, a base para essa técnica exige que as amarrações sejam firmes, isso garantirá o sucesso dos efeitos visuais. Se o tingimento for realizado com diferentes cores, é indicado que o processo seja, primeiramente, efetuado na cor clara (Seyi-Gbangbayau & Ajayi, 2020).

O *tie-dye* se diferencia, principalmente, por suas cores chamativas, saturadas e lustrosas, e, também, pelas estampas arrojadadas. Os efeitos visuais produzidos por essa técnica são alcançados a partir de diferentes formas de dobrar, torcer, atar, costurar, entre outros, e é a partir dessas ações que se pode alcançar desde os desenhos mais simples, como formas geométricas, até os mais complexos, como figuras de animais e flores (Kaur & Bains, 2018).

Como mencionado anteriormente, uma das técnicas que pode ser utilizada é a amarração. Essa é descrita como um método no qual pedras ou sementes são posicionadas sobre o tecido que será dobrado sobre esses elementos e amarrado com o cordão. Em seguida, o substrato é submetido ao banho com corante e depois de lavado, os cordões são retirados, por fim, o têxtil é seco e está pronto para receber os acabamentos. Outro processo de *tie-dye* é utilizado para criar um padrão circular. Para isso deve-se primeiramente definir a parte central do têxtil. O tecido é então amarrado em toda a sua extensão deixando um espaço entre as amarrações (Seyi-Gbangbayau & Ajayi, 2020). A Figura 22 representa diferentes efeitos obtidos através da técnica do *tie-dye*.



Figura 22: *Tie-dye* (Lynn, 2015)

As vantagens dessa técnica são a disponibilidade dos materiais em mercados, os equipamentos compostos por utensílios domésticos e as técnicas simples. Para a realização do *tie-dye* podem ser utilizados têxteis de algodão, seda, lã. Também são necessários barbantes, cordões ou a rafia, os corantes, como o índigo ou de origem sintético e a soda cáustica que combinada com o sal auxilia na absorção dos corantes pelas fibras. É importante salientar que a soda cáustica não pode ser usada em excesso para evitar danificações no substrato, ao contrário do sal que não possui restrições quanto ao seu uso. Painéis com água fervente, luvas, baldes e fogão são fundamentais para o processo de tingimento. Esses elementos tornam o *tie-dye* uma prática fácil e lucrativa (Seyi-Gbangbayau & Ajayi, 2020).

Outra vantagem é que a aplicação do *tie-dye* é bastante ampla sendo muito comum nas mais variadas peças de roupa, como saias e blusas, e também em têxteis-lar, como por exemplo: toalhas para mesa e roupas de cama (Kaur & Bains, 2018).

Segundo Seyi-Gbangbayau & Ajayi (2020), o *tie-dye* deu origem à uma outra técnica nomeada *batik*. Os autores descrevem que ambas são técnicas de estamparia de reserva, entretanto fazem uso de diferentes materiais. No *tie-dye*, como anteriormente mencionado, o têxtil é dobrado e amarrado para, em seguida, ser tingido. Já para o *batik* aplica-se uma cera sobre o têxtil que cria o padrão da reserva para que depois seja tingido.

2.4.7 *Batik*

O *batik* corresponde a um processo de coloração originária da Ásia (Machado, 2015). É uma técnica de estamparia por reserva, uma vez que determinadas áreas do têxtil são protegidas com cera para que durante o tingimento não adquiram coloração (Steele, 2005).

Esse processo é comumente realizado em têxteis com fibra de lã, seda ou celulósicas. Nesse método deposita-se cera quente em determinadas zonas do têxtil, assim, a cera, quando resfriada, evita a coloração desses locais durante o processo de tingimento (Machado, 2015). Após a secagem do substrato, a cera é removida.

Além de impedir a absorção dos corantes, a cera ainda impede a dispersão da tintura em algumas regiões, o que resulta em desenhos com margens definidas quando o têxtil é submetido à coloração.

Estima-se que esse método existe há, no mínimo, 2000 anos. Na China, por exemplo, acredita-se que o *batik* é praticado desde os anos 500 a.C., e que, mais tarde, difundiu-se pelo Extremo Oriente, graças a comercialização da seda. No Japão, são apresentados exemplares desse processo realizados no século VIII. Em Java, onde o *batik* foi adotado no século XII, eram as mulheres pertencentes à aristocracia que o efetuavam. Cem anos mais tarde, o *batik* passou a ter um papel importante na cultura e história dos moradores dessa ilha e, durante o século XVII, foi introduzido em ritos religiosos. Além disso, o *sarongue* colorido a partir da técnica do *batik* é considerado o traje típico dessa ilha (Paulo, 2016).

Esse processo artesanal está presente em diferentes regiões, variando de acordo com a cultura de cada grupo. Em certas regiões, o *batik* apresenta figuras geométricas, como o *bogolan*, tecido produzido em Mali, o qual caracteriza-se pelas cores marrom e branco, bem como os do *Blue Hmong*, sudeste da Ásia, África Ocidental, entre outros. Porém, foi em Java, na Indonésia, que os motivos de maior complexidade foram encontrados. Na região central de Java, os motivos são classificados em quatro grupos distintos: o *garis miring*, o *nitik*, o *ceplok* e o *semen*. Dos quais os três primeiros são caracterizados pelas figuras geométricas, enquanto o último retrata figuras de animais e flores (Steele, 2005).

No *batik*, a aplicação da cera quente em ambos os lados do substrato dá-se através de uma ferramenta de cobre semelhante a uma caneta nominada *canting*, com ela, as artesãs criam os desenhos pretendidos. Esse método é conhecido como *tulis*, que significa escrita, assim denominado por ser um processo totalmente manual (Steele, 2005). Por isso, podem ser necessários meses até a sua conclusão (Robinson, 2007). Quando a cera já está seca, o têxtil é, então, submetido à coloração e, em seguida, fervido a fim de eliminar a cera (Steele, 2005). A Figura 23 mostra a caneta *canting*, assim como a etapa de desenhar sobre o têxtil.



Figura 23: Canting à esquerda (Living in Indonesia, 2020) e desenvolvimento da estampa à direita (Batik, Wirawan, 2019)

Além do *batik tulis*, ainda pode-se citar o *cap batik*. Esse processo foi desenvolvido por fabricantes chineses no norte de Java durante o século XIX. Essa nova forma de *batik* é realizada com um carimbo de cobre (Figura 24) que, após seu contato com a cera quente, é pressionado contra o substrato, depositando a cera na sua superfície, como mostra a Figura 24. Assim, devido à sua praticidade, o *cap batik* é produzido em menos tempo quando comparado ao *tulis* (Steele, 2005).



Figura 24: Cap - Carimbo de cobre à direita (Traders, Textile, 2020a) e processo do *Cap batik* à direita (The Handmade Romantics, 2020)

Essa técnica pode ser aplicada em diversos produtos, como vestuário e têxteis de interiores (Oparinde, 2012). A seguir, a Figura 25 apresenta tecidos ornamentados com as técnicas *batik tulis* (esquerda) e *cap batik* (direita).



Figura 25: *Batik tulis* (Batik, Wirawan, 2020) e cap batik (Traders, Textile, 2020b)

2.4.8 *Eco printing*

A técnica elaborada recentemente pela India Flint foi nomeada de *eco printing* e se caracteriza por estampar os têxteis diretamente com frutas, plantas, folhas, raízes e vegetais frescos ou secos que possuem propriedades tintoriais, ou seja, sem a necessidade de extração dos corantes. Os substratos coloridos com esses materiais vegetais geram uma coloração com características de aquarela e uma estampa no formato dos vegetais utilizados. Esses efeitos, porém, variam de acordo com as plantas utilizadas; com a forma com que o têxtil é dobrado e amarrado; e pelo modo como se dá o processo de impressão, ou seja, se é cozido na água ou no vapor. Enquanto alguns vegetais evidenciam a cor, outros são capazes de revelar, também, o seu formato, exemplos disso são as pétalas de rosa e as folhas do eucalipto, respectivamente. Entretanto, para que os efeitos visuais sejam expressivos, é imprescindível o conhecimento da técnica e empenho durante a realização das etapas (Ismael, 2016; Aguiar, Missner & Aguiar, 2018; Behan, 2018).

Além de gerar uma estampa, através do *eco printing* ainda é possível obter texturas e tons notáveis e únicos em têxteis de fibra de algodão, cânhamo, Tencel, viscose, seda e, até mesmo, em fibras sintéticas. Esta técnica também pode ser realizada em outros materiais como o papel e, até mesmo, em não tecidos (Ismael, 2016).

Em paralelo, o *eco printing* pode ainda ser chamado de impressão botânica (Aguiar, Missner, & Aguiar, 2018), impressão por contato e impressão ecológica (Ismael, 2016).

De um modo geral, a impressão botânica é realizada através da disposição das partes dos vegetais sobre o substrato, o qual a seguir é enrolado ou dobrado com o auxílio ou não de um bastão.

Pode-se, também, adicionar diversas camadas de tecidos com plantas. Esses rolos de tecidos serão, então, colocados para ferver em um recipiente com água ou no vapor, esse processo é importante para que o corante extraído das plantas se fixe à fibra, o que resulta em efeitos visuais variados como tons, sombras e texturas (Aranha, 2020a.; Ismal, 2016). A Figura 26 mostra as etapas anteriormente descritas.



Figura 26: Etapas do *eco print* (Aranha, 2020b)

Contudo, existem algumas variáveis nesse processo que resultarão em efeitos visuais distintos. Entre elas, pode-se citar o modo como os vegetais são posicionados sobre o têxtil; como o substrato será dobrado ou enrolado; se será cozido a vapor ou na água; quais os tipos de vegetais utilizados, ou seja, restos de alimentos, flores, folhas, cascas de árvores, entre outros, bem como se esses materiais serão ou não martelados ou partidos; pode-se optar, também, por utilizar uma película plástica colocada sobre o substrato contendo os vegetais antes que este seja dobrado ou enrolado, a fim de evitar que as formas de um mesmo vegetal se repita várias vezes.

Nurcahyanti & Septiana (2018) descrevem três modos diferentes para efetuar a técnica de impressão botânica. Na primeira, o material vegetal é disposto da forma desejada sobre o substrato, o qual em seguida será embrulhado firmemente para, então, ser colocado em uma panela a vapor. Dessa forma, a coloração dos vegetais é liberada. No segundo processo, as partes das plantas são posicionadas até o meio do têxtil, que, em seguida, será dobrado. As plantas devem ser submetidas a batidas, o que liberará o corante. Por fim, o terceiro propõe a mistura de ambas as técnicas anteriormente descritas.

Já Behan (2018, p. 276) propõe formas diferentes de embrulhar o tecido. Na “dobra sanfona” (Figura 27A), por exemplo, o substrato, já contendo os vegetais, é dobrado de modo a lembrar uma sanfona, ou seja, dobrar uma parte do têxtil para frente e outra para trás repetidamente até terminar o substrato. Esse processo é realizado tanto no sentido vertical quanto horizontal do têxtil. Outra possibilidade é dobrar o pano ao meio continuamente, podendo ou não acrescentar outros materiais vegetais entre essas dobras. Em seguida, esses embrulhos são amarrados firmemente pressionando os vegetais contra o têxtil. A partir desses tipos de dobra obtêm-se “padrões de repetição simétricos”.

O outro modo de embrulhar o pano proposto pela mesma autora é enrolando-o (Figura 27B), o qual forma “um padrão de repetição mais linear”. O tecido com os vegetais é enrolado ao redor de si mesmo, ou seja, sem o auxílio de um bastão, nos sentidos horizontal e vertical. É importante que esse rolo seja amarrado firmemente com barbante, por exemplo (Behan, 2018, p. 278).



Figura 27: Dobra sanfona e rolo (Behan, 2018, p. 276)

Sendo o *eco printing* uma técnica que utiliza corantes naturais diretamente a partir de fontes vegetais, vale destacar que para que as cores se fixem ao têxtil, é necessária uma outra etapa, nomeada de mordentagem. Esse processo pode ocorrer tanto antes ou após a impressão dos têxteis quanto em simultâneo.

A impressão botânica, além de ser uma técnica ecológica e de estética atrativa, ainda resulta em produtos únicos, impassíveis de serem reproduzidos. Outra característica é o resultado desse processo que geralmente não pode ser completamente definido, uma vez que, uma pequena alteração na posição das folhas originará um novo visual. Produtos naturais ainda proporcionam experiências diferenciadas, como uma essência particular que podem ser refrescantes (Nurcahyanti & Septiana, 2018). Diferentes estampas obtidas a partir da impressão botânica estão representadas na Figura 28.



Figura 28: Estampas eco print (Divaholic, 2019)

Como referido anteriormente, tem aumentado o número de adeptos de produtos sustentáveis. A indústria têxtil e da moda é apenas um dos vários setores que tem apresentado inovações nos processos de produção e materiais, de modo a torná-los mais sustentáveis.

Uma estratégia sustentável que vem ganhando espaço no mercado, principalmente nos ateliês de moda, é a coloração de têxteis com corantes naturais a partir de técnicas artesanais. Atualmente, já existem *designers* que exploram a prática da impressão botânica para o desenvolvimento de estampas criativas e únicas como forma de diferenciar seus produtos dos demais oferecidos no mercado. Faz-se, portanto, necessário conhecer algumas dessas marcas.

A ASKA é uma marca *slow fashion* caracterizada pelo seu estilo vanguardista e por seguir os conceitos compreendidos pela sustentabilidade. As peças são produzidas artesanalmente em um ateliê. Dentre as diversas opções de produtos, pode-se encontrar vestuários estampados a partir da impressão botânica A Figura 29 apresenta um vestido e uma camisa estampados por essa técnica.



Figura 29: Vestido (esquerda) e camisa (direita) estampados por impressão botânica (Aska, 2020)

Outro exemplo de marca sustentável é a Flavia Aranha. Esse ateliê trabalha com tingimento natural e impressão botânica em tecidos de fibras naturais, como cânhamo, linho, seda, entre outros, na confecção de vestuários e acessórios femininos. A marca trabalha em conjunto com agricultores e artesãos, fatores também relacionados ao conceito de sustentabilidade. A Figura 30 apresenta dois *looks* de seda estampados com cascas do ipê por impressão botânica.



Figura 30: Blusa e calça (esquerda), e *kimono* e calça (direita) estampados por impressão botânica (Aranha, 2020c)

A The Way Of Tea é uma marca sustentável de vestuário feminino, a qual utiliza tecidos e linhas de costura compostos por fibras orgânicas e, também, resíduos de tecidos (*upcycling*) de outras peças de vestuário ou de têxteis de interior. O tingimento e estampagem dos substratos têxteis se

dá com materiais corantes de origem natural. A Figura 31 mostra dois modelos de blusas estampadas a partir da impressão botânica.



Figura 31: Blusas estampadas por impressão botânica (Tea, The Way Of, 2019)

A María Bouvier é um ateliê voltado para a produção de vestuários femininos sustentável que emprega materiais naturais para a coloração e criação de padrões, tais como: flores, cascas de árvores, resíduos vegetais. Os modelos confeccionados pela marca são todos em algodão orgânico certificado. A Figura 32 apresenta um vestido e uma calça estampados por impressão botânica.



Figura 32: Vestido (esquerda) e calça (direita) estampados por impressão botânica (Bouvier, Maria, 2021)

Percebe-se que existem inúmeras técnicas de coloração têxtil que envolvem processos criativos e que podem ser efetuados de forma sustentável, conforme o material utilizado. Para o desenvolvimento do presente estudo, optou-se por realizar a técnica de impressão botânica, uma vez que esse é um método que une a criatividade dos *designers* à natureza e a uma forma de produção mais sustentável. Tal escolha também se deve em razão da impressão botânica ser uma técnica pouco explorada e, por isso, entende-se que é necessária uma investigação mais detalhada sobre esse tema. Tendo isso em consideração, faz-se importante uma discussão sobre alguns estudos e projetos práticos dentro dessa área.

Já foi mencionado que a aplicação dos corantes naturais em produtos têxteis perdeu espaço na indústria no momento em que os corantes sintéticos começaram a ser produzidos. Contudo, com a crescente preocupação em desenvolver produtos cada vez mais sustentáveis, nota-se que essa prática está novamente se popularizando e, por isso, o número de pesquisas acerca da utilização de corantes naturais vêm aumentando.

De seguida, portanto, serão descritos alguns trabalhos já realizados tanto sobre impressão botânica quanto tingimento natural. Analisar pesquisas acerca do tingimento natural faz-se necessária porque o eco print não é um assunto ainda muito estudado no meio acadêmico. Portanto, uma vez que ambos os métodos utilizam materiais naturais como fonte de extração de corantes e mordentes naturais, entende-se que esses estudos também podem ajudar a esclarecer como se dá o processo de coloração com vegetais.

Ismal (2016) desenvolveu uma pesquisa acerca do eco printing utilizando diferentes substratos 100% algodão (de maior e menor peso, texturizado, tecido e malha), tecido 100% viscose, 100% Tencel, 50% algodão e 50% Tencel, e 50% algodão e 50% poliéster. Para a impressão botânica também foram selecionados diversos vegetais, tais como: folhas (de uva, de limoeiro, oliveira, de rosa, pinheiro, eucalipto, noz, carvalho, sumagre, espinheiro, samambaia), cascas (casca de cebola roxa, de amêndoa e prina) e repolho roxo. Os mordentes selecionados para a prática de pré e mordentagem em simultâneo foram o alúmen, sulfato de ferro II e de cobre II. Outros materiais foram também empregues como o ácido cítrico, o qual atua como modificador de cor, e clara de ovo, a fim de destacar os efeitos visuais.

Cada amostra foi preparada posicionando os materiais vegetais sobre o substrato e realizando os diferentes processos de mordentagem com os diferentes mordentes (e suas combinações), assim como, utilizando várias concentrações de cada produto. Sobre algumas amostras ainda foi

utilizada clara de ovo e, nesse caso, o material foi espalhado sobre o substrato antes da disposição dos vegetais.

Para o processo de pré-mordentagem, o autor ferveu os têxteis durante 1 hora em uma solução contendo o mordente. Já para a mordentagem em simultâneo, Ismal (2016) optou por mergulhar os substratos por um período de 5 minutos na solução de mordente (sem aquecer).

Posteriormente, os vegetais foram distribuídos sobre os substratos, que, mais tarde, foram enrolados e amarrados. Nesse momento, o autor também optou por realizar diferentes técnicas, como: enrolar ou não o tecido em um cilindro, amarrações mais ou menos apertadas, e, por fim, cozinhar o rolo de tecido a vapor ou fervendo-o na água (sendo que, nesse caso, o rolo de tecido foi embrulhado com papel alumínio, isolando-o da água). No final da impressão botânica, as amostras foram enxaguadas e secas.

Ao analisar os efeitos visuais obtidos com os diferentes materiais e processos, o autor verificou que os substratos compostos por algodão, Tencel (e suas combinações) e de algodão com poliéster, foram os que proporcionaram os melhores efeitos de cor, texturas e formas, em qualquer tipo de processo utilizado ou do material vegetal empregue. Além disso, notou que a clara do ovo interferiu na estética dos padrões, tornando-os mais atraentes e com contornos mais bem definidos.

Ismal (2016) ainda conclui que as ilustrações com melhor contorno foram formadas pelo mordente de ferro, assim como cores escuras. Por outro lado, o alúmen gerou uma estampa mais discreta. Com relação à técnica de enrolar o tecido, entendeu que os substratos enrolados sem o cilindro resultaram em desenhos borrados e cores mais claras. Observou que o papel alumínio conferiu às estampas efeitos visuais atrativos, quando o têxtil é cozido no vapor.

A pesquisa realizada por Dhara & Fabricio (2017) investigou o tingimento de tecidos de algodão e seda com “açafraão, urucum, repolho roxo, hibisco e carvão vegetal” para roupas que compreendem o segmento casual chic (Dhara & Fabricio, 2017, p. 4).

Para o presente estudo, entretanto, faz-se importante apenas analisar o processo de tingimento com repolho roxo, uma vez que esse mesmo vegetal será utilizado para o desenvolvimento do estudo realizado nesse trabalho.

Para extrair o corante do repolho roxo, os autores inicialmente cortaram o vegetal e o trituraram no liquidificador juntamente com 500 mL de água. A solução resultante desse processo foi filtrada

e, em seguida, dividida em duas. Isso porque os investigadores analisaram dois mordentes diferentes: o alúmen e o bicarbonato de sódio. Na primeira solução, foi adicionado 2 g de pedra Hume e na segunda, 1 g de bicarbonato de sódio. Esses líquidos foram novamente aquecidos a uma temperatura de 80°C e agitados durante 1 hora. Em seguida, as soluções foram filtradas para, então, dar início ao tingimento dos tecidos. O tingimento ocorreu no agitador magnético e teve duração de 30 minutos. Por fim, os substratos foram enxaguados e secos.

Nessa investigação, Dhara & Fabricio (2017) perceberam que o tingimento no algodão gerou tons de roxo e apresentou algumas manchas na amostra, enquanto na seda obteve-se uma coloração azul e tingimento uniforme. Contudo, os autores não especificaram com qual dos mordentes que obtiveram esses resultados.

O estudo realizado por Silva, et al. (2016) investigou a possibilidade de tingir tecidos compostos por 100% algodão e 100% lã com os excrementos do bicho-da-seda, efetuando o processo de pré-mordentagem com alúmen de potássio, sulfato ferroso ou tanino. Os tecidos foram, então, avaliados quanto aos efeitos cromáticos e solidez à lavagem.

Inicialmente foi necessário extrair o corante dos excrementos secos. Para isso o material recolhido foi triturado com o auxílio de um liquidificador. A extração do corante ocorreu em banho-maria, no maquinário 500/3D Nova Ética, durante uma hora a uma temperatura de 90°C, ao final desse período a solução foi filtrada.

A pré-mordentagem de ambos tecidos foi realizada no AT1-SW Kimak (maquinário para tingimento), a 90°C durante 45 minutos. Os têxteis foram imersos em uma solução contendo 5g/L de mordente e água, cuja relação de banho utilizada foi de 1:100. Em seguida, os substratos foram secos naturalmente.

Antes de submeter os tecidos ao tingimento, foi preciso ajustar o pH da solução de corante. Para a lã o pH foi de 3 e para o algodão 11. O tingimento por esgotamento ocorreu no mesmo maquinário que a pré-mordentagem por uma hora em uma relação de banho de 1:100. A temperatura nesse processo variou para cada fibra, sendo que o algodão foi tingido a 98°C e a lã a 90°C. Mais tarde, as amostras foram lavadas com detergente não iônico a uma concentração de 2g/L¹ por dez minutos com temperatura a 60°C. Ao final do processo, os tecidos foram colocados para secar naturalmente.

Ao analisar as amostras num espectrofotômetro, os autores concluíram que cada mordente gerou uma coloração distinta da outra em ambas as fibras, sendo no geral de cor marrom-amarelada. No algodão, notaram que os valores das coordenadas a^* e b^* foram maiores nas amostras mordidas do que na não mordida, ou seja, os mordentes geraram cores mais avermelhadas e amareladas. Esse fenômeno foi mais evidente na amostra mordida com sulfato ferroso. Na lã, essa mesma característica foi percebida principalmente com o mordente alúmen e, também com o tanino. Já o sulfato ferroso utilizado na mordentagem da lã, inverteu esse resultado, reduzindo os valores dessas coordenadas, gerando uma cor mais esverdeada e azulada.

Além disso, observaram que a lã mordida com tanino foi a que resultou na coloração mais clara, enquanto as demais apresentaram uma cor mais escura. Comparando as duas fibras, ou seja, a lã e o algodão, o menor valor de luminosidade para o algodão foi obtido na amostra mordida com tanino, já para a lã o menor valor foi para o sulfato ferroso.

Após os testes de solidez à lavagem, Silva, et al. (2016) verificaram que no algodão os mordentes alúmen e sulfato ferroso não colaboraram para uma melhor fixação do corante à fibra, quando comparados a amostra não mordida, ao contrário do tanino que apresentou um valor mais alto para a alteração de cor.

Na lã, os valores dos testes de solidez da cor obtidos para os mordentes de alúmen e sulfato ferroso foram inferiores aos da amostra não mordida, ou seja, nesse caso, os mordentes não conferiram uma ligação entre o corante e a fibra. Em relação ao tanino, esse resultou no mesmo valor de alteração de cor do que o substrato sem mordente, portanto, entendeu-se que não houve uma melhora na solidez da cor.

A pesquisa realizada por Menegazzo (2014), analisou amostras de tecido composto por lã tingidas com flores de camomila e pré-mordidas com alúmen e tanino. Os têxteis foram submetidos ao teste de solidez a lavagem e a verificação da alteração e de transferência de cor ocorreu no espectrofotômetro DataColor 550.

A pré-mordentagem ocorreu no maquinário para tingimento Kimak AT1 – SW durante 60 minutos a uma temperatura de 70°C, utilizando uma relação de banho de 1:100 e percentagem de mordente de 4% em relação ao peso da fibra. Na sequência, a autora ajustou o pH do banho de tingimento para, depois, tingir as amostras no mesmo maquinário durante um período de 1 hora. Para esse processo a relação de banho foi de 1:100. Finalizado o tingimento, os substratos foram

lavados a 60°C durante 10 minutos, com uma quantidade de 2 gL⁻¹ de detergente não iônico. Em seguida, os tecidos foram enxugados e secos à sombra.

Para a realização do teste de solidez à lavagem, a autora optou por seguir a norma ABNT NBR ISO 105-C06, no ciclo A1S, utilizando, porém, um detergente não iônico.

Ao analisar os valores apresentados pela escala cinzenta, a autora verificou que, tanto a lã, quanto o algodão atingiram uma boa classificação para a alteração de cor (4-5 tanto para as fibras mordidas quanto para as não mordidas), e que para a transferência de cor para o algodão e lã foi excelente, ou seja, o corante não manchou essas fibras. Esse valor indica que os mordentes (alúmen e tanino) não melhoraram as propriedades de solidez da cor e, também, que o próprio corante de camomila possui grande afinidade com a fibra, não sendo necessário o uso de mordentes.

Giacomini (2014) estudou o tingimento de tecido de seda com erva-mate utilizando o processo de pré-mordentagem com alúmen de potássio e tanino com pHs e temperaturas de tingimento variadas. As amostras foram submetidas ao teste de solidez à lavagem.

Para a extração do corante, o autor utilizou 10, 15 e 20 g de erva-mate e adicionou cada uma a 1 litro de água a uma temperatura de 90°C em banho-maria (500/3D Nova Ética) por 1 hora. Ao final do processo, as soluções foram filtradas.

A pré-mordentagem foi realizada utilizando uma quantidade de 6% de alúmen e tanino em relação ao peso do tecido e uma relação de banho de 1:100. Esse processo ocorreu por esgotamento no Kimak AT1-SW (maquinário para tingimento) por um período de 45 minutos, 60 rpm, a uma temperatura de 70°C.

O tingimento por esgotamento teve duração de 1 hora, 4 rpm, no Kimak AT1-SW, e a relação de banho utilizada foi de 1:100 as temperaturas selecionadas para essa etapa foram de 70 e 90°C com pH de 3,0 e 4,0. Na sequência, os tecidos foram lavados com 2 gL⁻¹ de detergente não iônico por um tempo de 10 minutos a 60°C e, em seguida, enxugados e secos.

Ao final do processo, Giacomini (2014) observou que todas as amostras, tanto as mordidas quanto as não mordidas, resultaram em uma coloração marrom-amarelada. Em relação à solidez à lavagem, o autor verificou que as amostras mordidas e não mordidas apresentaram pouca alteração de cor (4-5), contudo, uma vez que tais exemplares receberam a mesma nota, entende-

se que os mordentes não proporcionaram uma melhor fixação do corante de erva-mate à fibra de seda. Para a transferência de cor a nota foi 5, o que indica que o corante não manchou o multifibra.

No estudo desenvolvido por Silva (2013), foi analisado o uso de cascas de cebola para o tingimento de tecidos de lã e seda, ambos prontos para tingir e pré-mordentados com alúmen de potássio. Além disso, a autora também realizou o tingimento de tecidos não mordidos, a fim de verificar se a utilização de mordente apresentou ou não uma melhora na solidez da cor à lavagem.

Inicialmente foi realizada a extração do corante a partir das cascas de cebola. Esse processo se deu por 60 minutos em banho maria à 90°C. Em seguida, fez-se a pré-mordentagem dos tecidos utilizando 5 gL do mordente com uma relação de banho 1:100. Esse processo ocorreu por 45 minutos no Kimak AT1 – SW (maquinário voltado para tingimento). Os substratos foram, então, secos a temperatura ambiente.

O tingimento dos tecidos ocorreu no mesmo maquinário utilizado para a pré-mordentagem durante um período de 60 minutos. A relação de banho para esse processo foi de 1:100. Na sequência, a autora lavou os tecidos tingido com detergente não iônico por 10 minutos a uma temperatura de 60°C. Por fim, os têxteis foram enxaguados e secos naturalmente.

A coloração resultante em todas as amostras gerou diferentes tonalidades de marrom-amarelado.

Em seguida, as amostras foram submetidas à lavagem seguindo a norma ABNT NBR ISO 105-C06, A1S, alterando o detergente indicado na norma por um não iônico. A avaliação das amostras após o teste ocorreu no espectrofotômetro DataColor 550.

Os resultados apresentados por Silva (2013) indicam alterações mínimas de cor tanto nos valores das amostras mordidas, quanto nas não mordidas nas fibras de seda e lã, o que indica que o mordente de alúmen não proporcionou uma grande melhora na solidez da cor. Os valores de transferência de cor no algodão e na lã mostram que não houve grande manchamento. Com isso, Silva (2013) concluiu que os tecidos tingidos estão de acordo com os critérios necessários para comercialização.

Além de trabalhos desenvolvidos no meio acadêmico, também foram analisadas técnicas desenvolvidas em cursos e *workshops online*. A seguir, então, serão descritos esses métodos.

Para a realização da técnica de impressão botânica, Torres (2020a) utilizou folhas de eucalipto (húmido em água e vinagre) e flor de solidago para imprimir o tecido de algodão pré-mordido com alúmen.

Na pré-mordentagem, Torres (2020a) utilizou 10% de alúmen e o diluiu em água quente para, em seguida, mergulhar o tecido na solução. O tecido foi fervido por 1 hora.

No momento seguinte, o tecido foi estendido sobre uma superfície plana. Os vegetais foram dispostos sobre o substrato, finalizando esse processo, Torres (2020a) sobrepôs o tecido com um outro pano de algodão. Sobre os substratos foi colocada uma película plástica. Segundo ela, esta película evita que os corantes de um lado do tecido migrem para as demais regiões. Todos esses materiais foram enrolados com o auxílio de um tubo de cobre, amarrados com um pedaço de tecido e colocados para ferver por uma hora e trinta minutos. Por fim, o rolo de tecido foi aberto e o substrato limpo das folhas e flores.

Nesse processo Torres (2020a) verificou que as áreas do tecido que entraram em contato com o tubo de cobre alteraram a coloração, mudando de tons de amarelo e verde claros para marrom escuro.

Em seguida mergulhou um dos tecidos impressos em uma solução de água e sulfato de ferro e o manteve por alguns minutos. Ao retirar, verificou que surgiram pontos cinzentos nos desenhos das folhas. Além disso, as ilustrações adquiriram tons esverdeados. Concluiu, que o sulfato de ferro escureceu as cores, assim como, evidenciou as texturas das folhas e flores.

Torres (2020b) fez o tingimento dos fios de linho, algodão, seda e lã utilizando cascas de cebola.

As fibras foram pré-mordidas com 10% de alúmen em relação ao peso do fio e, no caso das fibras proteicas foi adicionado 5% de cremor tártaro (para tornar a cor mais lustrosa). Esses produtos foram diluídos em água quente para, depois, inserir as fibras. O volume de água utilizado por Torres (2020b) foi o necessário para que os fios ficassem totalmente submersos e livres para serem mexidos. O conteúdo foi fervido por 1 hora.

Para o tingimento dos fios, Torres (2020b) primeiramente extraiu o corante da casca de cebola por meio aquoso. Para isso, a ministrante embrulhou as cascas de cebola (o peso das cascas corresponde a 100% do peso da fibra) em um pano de algodão. Essa etapa dispensa a necessidade de filtração da solução corante após a extração dos mesmos. Isso ainda permitiu que a ministrante

pudesse fazer a extração do corante e tingir os fios em simultâneo, fervendo os materiais por 1 hora. Por fim, o material tingido foi enxugado e seco à temperatura ambiente.

O processo de tingimento foi realizado em dois conjuntos de fios. O primeiro grupo foi tingido uma vez, o segundo foi submetido duas vezes ao processo de tingimento.

Nesse processo, Torres (2020b) verificou que houve uma diferença na tonalidade entre o primeiro e o segundo grupo independentemente da fibra utilizada nas amostras. O conjunto que foi tingido uma vez resultou em tons mais escuros de amarelo-alaranjado, enquanto o segundo gerou tons mais claros.

Outro processo de tingimento natural é proposto por Tomazeli (2020). Nesse método, a ministrante tingiu uma camiseta 100% algodão pesando 100 g com corante de cajuru utilizando tanino e alúmen como mordentes.

Deve-se esclarecer que ambos os mordentes foram utilizados na mesma camiseta em processos de mordentagem distintos. O tanino foi empregue na pré-mordentagem e o alúmen na mordentagem em simultâneo ao tingimento.

A camiseta já humedecida foi pré-mordida durante 30 minutos com 10% de tanino em relação ao peso do tecido extraído do chá preto. A relação do banho utilizada foi de 20 litros de água para 1 Kg de tecido. Após essa etapa, a camisa foi enxugada.

Em seguida realizou a extração do corante a partir do cajuru, utilizando 50% do material vegetal e fervendo-o por 30 minutos em 2 litros de água (utilizando a mesma relação de banho da pré-mordentagem). A solução foi, então, coada e a ela foi adicionado 10% de alúmen de potássio. A camiseta foi imersa no banho de tingimento e mordente e cozida por 30 minutos. Durante esse processo, a camiseta foi mexida frequentemente. Ao final, a camiseta foi enxaguada e seca.

Nesse processo, a camiseta tingida por Tomazeli (2020) resultou em tom de salmão. Esse estudo se mostrou muito interessante por apresentar a possibilidade de realizar dois processos de mordentagem com mordentes distintos em uma mesma peça.

Entretanto, uma vez que apenas uma camiseta foi tingida, não é possível fazer uma comparação entre várias amostras para compreender como esse processo influencia os resultados cromáticos.

A partir das análises dos estudos já realizados sobre impressão botânica e tingimento com corantes naturais, verificou-se que a utilização de mordentes pode influenciar tanto nos efeitos visuais, como a coloração e os desenhos das estampas (no caso dos projetos sobre impressão botânica), quanto na solidez da cor, contribuindo ou não para os resultados obtidos. Ainda, percebeu-se que alguns corantes empregues na coloração dos têxteis apresentam por si só boas propriedades de solidez da cor, não necessitando, portanto, do processo de mordentagem.

Pôde-se constatar que há uma notável carência de pesquisas acadêmicas relacionadas com a técnica do *eco printing*. Além disso, ambas as pesquisas que utilizaram o repolho roxo como fonte de extração de corante, não realizaram qualquer teste de solidez para verificar se esse material é ou não adequado para aplicação em têxteis de vestuário.

Em relação a impressão botânica, nota-se que existem diferentes formas de efetuar as etapas pertencentes a essa técnica. Para o presente estudo optou-se por seguir a metodologia de Torres (2020a). O volume de água utilizado tanto para a mordentagem quanto para a impressão foi definida com base na metodologia de Torres (2020b).

2.5 Substratos celulósicos

As fibras celulósicas são aquelas produzidas a partir da celulose de diversas partes de diferentes vegetais, como sementes, caules, folhas, frutos, entre outros. Tais fibras podem ser classificadas como naturais ou artificiais. Uma fibra se enquadra no grupo dos naturais quando já se encontra na natureza “sob uma forma que as torna aptas para o processamento têxtil”, como ocorre com o algodão e o linho, por exemplo. A artificial ou regenerada corresponde a fibra que foi fabricada industrialmente utilizando polímeros naturais. Exemplos desse tipo de fibra têxtil são o cupro, a viscose (Araújo & Castro, 1984, p. 1) e o liocel.

Para o presente estudo, decidiu-se utilizar duas fibras de origem natural: algodão e linho, e uma regenerada: liocel (Tencel). A seguir fez-se uma análise mais aprofundada de cada um desses materiais.

2.5.1 Algodão

O algodão é uma fibra extraída a partir da casca da semente das plantas do gênero *Gossypium* L. (Jones & Biderman, 2005). É rica em celulose, sendo composta por 90% desse polímero (Hsieh,

2007), e é considerada a fibra de origem natural de maior importância (Gordon & Hsieh, 2007). Até o século XX, era o algodão a fibra mais comercializada mundialmente. Atualmente, porém, o maior volume de venda pertence ao poliéster, sendo o algodão o segundo. Foi inicialmente introduzido no ocidente em forma de artigos caros e de luxo, contudo, ao final do século XIX, as propriedades do algodão o tornaram uma fibra popular e passou a ser consumido tanto por suas propriedades (sendo considerada a melhor opção para uma determinada aplicação), quanto pelo baixo custo (Hearle, 2007).

A fibra de algodão se constitui em uma fibra muito popular. Alguns dos fatores que contribuem para que o algodão seja uma fibra amplamente utilizada são a cultura, distribuição e fabrico a preços acessíveis; além das propriedades intrínsecas a ela (Hearle, 2007). Dentre suas características, pode-se citar a fácil manutenção e tingimento, maciez e versatilidade (Jones & Biderman, 2005). Entretanto, deve-se ressaltar que a qualidade e o custo dos artigos produzidos com essa fibra dependem da qualidade da própria fibra (Gordon & Hsieh, 2007), as quais são classificadas conforme o comprimento, espessura, coloração e pureza (Pezzolo, 2007).

No entanto, o uso exagerado de agrotóxicos nas plantações de algodão, vem causando danos ao ambiente e à saúde humana (Alves & Ruthschilling, 2008). Isso porque 11% do total de pesticidas que poluem o solo, o ar e a água, são empregues nas plantações (Matheson, 2008). Tomemos como exemplo uma camiseta de algodão, apenas uma peça necessita de 160 g de produtos tóxicos (Berlim, 2012). Além disso, o cultivo e o processamento dessa matéria-prima consomem um volume excessivo de água (WWF, s.d.)

Em oposição ao algodão convencional está o algodão orgânico, o qual não emprega qualquer produto tóxico durante seu cultivo, preservando a saúde dos agricultores e o ambiente (Matheson, 2008), além de ser economicamente viável (Berlim, 2012). Em razão disso, a fibra de algodão orgânico é considerada uma opção mais sustentável.

Segundo Berlin (2012), o cultivo do algodão orgânico surgiu a partir da necessidade de extinguir o uso de agrotóxicos responsáveis por causar danos à saúde. Além disso, a cultura dessa fibra, não utiliza qualquer outro produto químico, apenas os de origem natural, por exemplo: adubo orgânico.

Dentre as características mais importantes da fibra de algodão estão: a alta absorção da humidade, é uma fibra de fácil limpeza e resistente (superior à lã) (Pezzolo, 2007). Essa última

propriedade é o motivo pelo qual o algodão é empregue para uniformes de trabalho, como por exemplo macacões e calças (principalmente *jeans*). Destaca-se também por sua maciez e por ser hipoalergênico (Miller, 1995). Outro atributo importante é que o algodão é uma fibra pouco suscetível ao mofo, fungos e traças. Ao analisar todas essas qualidades, entende-se que o algodão é uma fibra adequada para confecção de vestuários.

Por fim, também é um material muito versátil, podendo ser utilizado tanto na confecção de peças infantis até a peças de alta-costura; ou, ainda, em roupas de cama e têxteis de interiores (Chataignier, 2006).

2.5.2 Linho

O linho advém do talo da planta *Linum usitatissimum*, e vem sendo utilizado por diversas civilizações pelos últimos oito milênios, aproximadamente (Pezzolo, 2007). Entre as características dessa fibra está a baixa flexibilidade e alta resistência, o que proporciona fácil manutenção aos substratos têxteis compostos por essa fibra (Kuasne, 2008). Esses atributos tornavam o linho próprio para a aplicação em velas de barco e tendas, as quais exigiam grande resistência à humidade. É considerada a fibra natural de origem vegetal mais resistente (Muzyczek, 2012). Ainda é um material fresco e com boa propriedade de absorção (Jones & Biderman, 2005).

A origem do cultivo do linho, bem como a produção de suas fibras têxteis datam durante a era da pré-história no Egito. Essa civilização experiente na concepção de fios delicados para a elaboração de substratos translúcidos, utilizados pelas autoridades religiosa mais importantes e pelas mulheres pertencentes à família do faraó (Kozlowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012). A introdução dessa fibra no continente europeu deu-se graças aos mercadores e navegantes fenícios, que transportavam o linho do Egito para a Bretanha, Irlanda e Inglaterra. Contudo, foram os romanos os pioneiros no cultivo do linho e, mais tarde os responsáveis pela sua comercialização no norte do continente. Esse material foi, portanto, a primeira planta para fins de extração de fibras têxteis com plantação na Europa (Pezzolo, 2007).

Foi a partir do século XIII que se iniciou a produção de diversas peças de roupa, como vestidos e roupas íntimas, com um tecido bastante leve composto por linho. Mais tarde, no século XVIII, surge um novo têxtil produzido com linho e crina, nomeado crinolina, o qual, devido ao seu volume, foi utilizado como saia de armação, a qual recebeu o mesmo nome do tecido (Pezzolo, 2007). Contudo, nesse mesmo período, a importação do algodão para a Europa pelos espanhóis reduziu

o consumo de linho que, até essa época era a fibra mais importante para a fabricação de têxteis. Em seguida, durante os séculos XIX e XX, o linho passou a ser substituído também pelas fibras artificiais (Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012).

Na atualidade, o país responsável por aproximadamente metade da produção de linho mundial é a Rússia. Porém, é da Bélgica que se obtém a fibra de linho com superior padrão de excelência. Os substratos desenvolvidos pela Irlanda também são de alta qualidade, os quais são confeccionados com matéria-prima originária da França, Holanda e Bélgica. Já que esses locais apresentam, tanto um clima adequado, quanto técnicas mais modernas para o plantio do linho. Além disso, a União europeia tem um valor significativo no cultivo dessa planta, tendo produzido, em 2004, mais de 700 mil toneladas. Isso porque a área voltada para o plantio corresponde a um valor superior aos 20% no mundo (Pezzolo, 2007).

Em relação ao mercado, é o setor têxtil o principal responsável pela utilização do linho, sendo desse 50% da produção voltada para a indústria do vestuário (Pezzolo, 2007).

Em comparação com o algodão, o linho é uma fibra com maior resistência (Pezzolo, 2007). Essa matéria-prima ainda impede a proliferação de bactérias e de fungos (graças a presença de lignina), as reações alérgicas, boa absorção de umidade, além de apresentar boa resistência à radiação ultravioleta (Berkley, 1949; Cierpucha, et al., 2004). Sobre essa última propriedade, a presença de pigmentos e lignina na estrutura química do linho são as encarregadas de reter os raios UV, portanto, substratos têxteis compostos por essa fibra são voltados especialmente para aplicação em peças de proteção. Contudo, é importante salientar que outros fatores, como a espessura, estrutura e a densidade do substrato, os corantes utilizados, entre outros, alteram também a resistência do têxtil contra os raios UV (Zimniewska & Batog, 2012).

Devido à sua higroscopicidade (propriedade dos materiais de absorver a umidade do ar) e rápida liberação de água, o linho torna-se ideal para a confecção de vestuários próprios para locais onde as temperaturas são mais altas. A condutividade térmica é alta, ou seja, o calor é rapidamente dissipado pela fibra, o que confere uma sensação de frescor (Muzyczek, 2012).

Possui baixa elasticidade e amassa com facilidade, porém sua tenacidade é maior do que o algodão, sendo assim, mais resistente. Além disso, quando molhado o linho aumenta sua resistência em até 20% (Kuasne, 2008).

Em razão das características citadas, pode-se dizer que o linho é uma fibra bastante versátil, podendo ser aplicada nos mais variados produtos, como roupas para cama, toalhas de banho e de mesa e acolchoados. Em relação a vestuário, é mais apropriado para o segmento primavera/verão, sendo que, a partir dessa fibra pode-se confeccionar desde ternos até blusas e saias. A combinação de algodão e linho já está sendo voltada para a confecção de peças jeans, a fim de melhorar a sua comodidade em locais quentes e de alta humidade. As telas para quadros pintados a óleo, bagagens e panos para fins culinários também são um exemplo da utilidade de tecidos de linho (Rana et al., 2014).

Estudos apontam para o crescimento do cultivo do linho no século XXI. Entre os motivos citados por pesquisadores está a preferência pelo consumo de materiais e tecnologias ecologicamente corretos. Assim, o linho é um produto *eco friendly* devido, principalmente, à forma como é cultivado, e por não gerar resíduos, já que a partir do linho podem ser extraídos outros componentes que possibilitam o desenvolvimento de outros produtos, como o óleo e os polímeros reforçados. Solos contendo metais pesados podem ser recuperados com a plantação de linho ou utilizados para a produção de linho em produtos não alimentícios (Pezzolo, 2007; Kozłowski & Mackiewicz-Talarczyk, 2012).

2.5.3 Liocel

A celulose, classificada como um polissacarídeo, é o elemento de maior relevância presentes nos vegetais. A abundância desse material aliada as suas excelentes propriedades, biodegradabilidade, entre outras características, têm despertado o interesse de pesquisadores na utilização dessa matéria-prima nos mais diversos produtos (Klemm et al., 2005).

O liocel é uma fibra celulósica regenerada, sendo sua matéria-prima diferentes tipos de árvores, o carvalho e o eucalipto, por exemplo. Tal fibra foi desenvolvida a partir do interesse de elaborar um método de produção ecologicamente correto aproveitando-se de matéria-prima renovável e viável economicamente. Foi então em 1984 que se deu início a produção dos primeiros protótipos e, quatro anos mais tarde, esse produto começou a ser comercializado. Essa fibra recebeu o nome de marca TENCEL™ (White et. al., 2005). Deve-se atentar, porém, que o TENCEL™, por ser o nome da marca, também pode se referir aos substratos compostos por fibra de modal. Faz-se, então, importante ressaltar que no presente estudo a marca TENCEL™ é utilizada para se referir apenas as fibras de liocel.

Segundo Lenzing Group (2016), o TENCEL™ foi apresentado como a fibra mais sustentável comercializada no mercado, superando, até mesmo, o algodão. É gerada por um processo no qual o sistema de conversão da celulose para fibra delimita a necessidade de agentes químicos, sendo, então, realizado por um método físico. Além disso, segue o sistema do ciclo fechado permitindo a reutilização de 99% do solvente NMMO² com baixa emissão (Lenzing Group, 2016). É importante ressaltar que tanto o solvente utilizado como os efluentes gerados não são tóxicos e, portanto, não apresentam qualquer risco (White et. al. 2005).

Para o iniciar o processo de produção dessa fibra, a polpa é mergulhada em óxido de amina e água. Em seguida, essa substância é submetida ao calor e vácuo a fim de eliminar a água excedente, gerando uma mistura homogênea que é, então, processada em maquinários de elevada pressão. As fibras são obtidas a partir da rotação em um recinto com ar e, em seguida, é introduzida a solução de óxido de amina e água para que se solidifiquem e possam ser limpos e cortados (White et. al., 2005).

O TENCEL™ oferece diversas vantagens como a excelente absorção de umidade, o que proporciona uma boa respirabilidade; possui um ótimo gerenciamento de umidade (fator que torna o liocel uma fibra antibacteriana); toque agradável; e um brilho suntuoso, e, por isso, pode ser aplicado em diversos produtos, como peças de vestuário e roupas de cama (Lenzing Group, 2016; Lenzing, 2020; Lyocell, 2020). A sua ótima resistência enquanto seco e húmido, superando o algodão, sua resistência ao desgaste e à tração, e elasticidade, também são propriedades importantes que devem ser salientadas. Ainda pode ser misturada com o linho, algodão, viscose, seda e poliéster, por exemplo (Klemm et. al., 2005; White et. al., 2005).

Outras vantagens do liocel estão relacionadas ao seu processo de baixo impacto ambiental, menos consumo de energia e com a matéria-prima utilizada. As árvores responsáveis pela produção da celulose, por exemplo, fazem parte de uma floresta sustentável, ou seja, as árvores são frequentemente replantadas; não necessitam de irrigação; e dispensam o uso de pesticidas. Como já foi citado, o método produtivo da fibra é em ciclo fechado, ou seja, as substâncias necessárias para a sua formação são, em sua maioria, reutilizadas, como, por exemplo, o solvente. Além disso, consiste em uma fibra biodegradável (Jones & Biderman, 2005; White et. al., 2005; Lyocell, 2020).

A biodegradabilidade do liocel foi avaliada em diferentes técnicas: a compostagem, com tratamento de esgoto e em aterro. Na compostagem, foi necessário um período de seis semanas em composto areado para que a fibra se degradasse, ao contrário do poliéster, por exemplo, que

não apresentou grandes indícios. Uma forma mais rápida de degradação do liocel foi verificada com o tratamento de esgoto. Essa requer apenas oito dias para a degradação da fibra em um digestor anaeróbio. O aterro mostrou ser o método de degradação com maior tempo de duração, levando três meses no total (White et. al, 2005).

Ainda que a produção do TENCEL™ já tenha sido reconhecida e premiada por ser realizada de modo sustentável, é do interesse da empresa que o seu método de fabricação continue sendo aprimorado. Para isso, busca soluções, juntamente da Carbon Trust, a fim de reduzir o consumo de energia durante a concepção do liocel (White et. al., 2005).

3 Trabalho experimental

O presente capítulo corresponde ao desenvolvimento do projeto experimental, que visou o estudo da técnica de impressão botânica para o desenvolvimento de estampas diferenciadas a partir de materiais sustentáveis.

A fim de se ter um primeiro contato com a técnica mencionada, foram desenvolvidas amostras em tecido 100% algodão. Nesse momento, foram estudadas diferentes variáveis, tais como: materiais vegetais corantes; mordentes; processos de impressão e de mordentagem.

Esses primeiros experimentos se mostraram muito importantes para a melhor compreensão da técnica, como por exemplo: como as diferentes formas de embrulhar o tecido alteram os resultados das estampas; a variedade de cores que podem ser obtidas conforme o mordente utilizado; e os efeitos visuais distintos que podem ser conseguidos conforme o uso ou não de alguns materiais. Todos esses fatores colaboraram para a decisão de quais materiais seriam empregues nos experimentos finais. Tendo isso em vista, entende-se que é relevante fazer uma breve abordagem sobre esses primeiros experimentos de forma sucinta, a fim de relatar os efeitos visuais que foram observados para cada técnica e material e que seriam importantes ou não para o projeto.

Tendo em consideração os resultados obtidos nos experimentos iniciais, optou-se por utilizar as cascas de cebola e o repolho roxo como materiais corantes para colorir os tecidos de linho e Tencel. Esses materiais foram, então, submetidos aos métodos de impressão por vapor e fervura; e de pré, pós e mordentagem em simultâneo, sendo esses mordidos com tanino (com concentração de 30%, 50% e 70%) e alúmen de potássio (10%). Com isso, pôde-se analisar como todos esses parâmetros interferem nos resultados cromáticos e efeitos visuais das estampas.

Uma vez que o presente trabalho visa a aplicação desses materiais, métodos e técnica em têxteis para vestuário, fez-se necessário, também, a realização dos testes de solidez da cor à lavagem, à luz e a fricção a seco e húmido. Para isso, foram selecionadas algumas das amostras desenvolvidas anteriormente.

Por fim, a combinação dos parâmetros que apresentou o melhor valor para a solidez da cor, foi empregue no desenvolvimento de um protótipo, no qual essas variáveis foram empregues na coloração de um substrato com as dimensões requeridas à realização do protótipo. Essa etapa se

demonstrou muito importante para compreender como os processos da impressão botânica decorrem na coloração de têxteis de maiores metragens, e quais foram as alterações necessárias para possibilitar a realização dessa técnica.

3.1 Primeiros experimentos

O presente subcapítulo visa descrever alguns dos experimentos iniciais realizados, os quais serviram para compreender os processos pertencentes à impressão botânica, assim como cada material vegetal e mordente interagem entre si criando diferentes efeitos visuais nos tecidos. Foram, então, selecionadas doze amostras que resultaram em padrões diferentes para cada processo e material. O tecido utilizado nessa etapa é composto por 100% algodão, estrutura em tafetá, e as amostras foram cortadas nas dimensões 20 x 50 cm, com peso de aproximadamente 12 g cada.

Como já referido, uma das etapas pertencente ao processo de impressão botânica refere-se a dobragem ou o enrolar do tecido. Nos primeiros experimentos optou-se por enrolar os substratos com um cilindro metálico perfurado com dimensões de 16,2 x 3,6 cm.

As primeiras seis amostras não foram mordidas, o tecido foi apenas humedecido e esticado sobre uma mesa. Três dessas amostras foram estampadas somente com mirtilo e as outras três com cascas de cebola em conjunto com repolho roxo. Esses exemplares foram submetidos a processos de impressão diferentes e foram realizados com e sem papel alumínio³. As características de cada amostra estão representadas na Tabela 2, assim como suas respectivas referências.

³ O papel alumínio foi utilizado apenas como opção de recurso durante a pandemia. Este material não se adequa para o presente estudo em razão de seus graves impactos socioambientais.

Tabela 2: Tabela das amostras não mordidas

Fibra	Vegetal	Amostra	Descrição
Algodão	Mirtilo	CO 7	Sem mordente, impressão a vapor
		CO 13	Sem mordente, papel alumínio, impressão a vapor
		CO 15	Sem mordente, papel alumínio, impressão cozido
	Casca de cebola com repolho roxo	CO 8	Sem mordente, impressão a vapor
		CO 12	Sem mordente, papel alumínio, impressão a vapor
		CO 14	Sem mordente, papel alumínio, impressão cozido

A sequência seguida para a realização da impressão botânica está listada a seguir:

1. Distribuir o material vegetal sobre o tecido húmido
2. Sobrepor os vegetais e o tecido com papel alumínio⁴
3. Enrolar o tecido com o cilindro
4. Amarrar o tecido firmemente
5. Colocar para ferver ou cozinhar a vapor por 1 hora em um recipiente com água
6. Desenrolar o tecido e retirar os vegetais
7. Lavar o tecido com água fria corrente
8. Secar à temperatura ambiente

Ao observar todos os exemplares estampados com mirtilo CO 7, CO 13 e CO 15, apresentados na Figura 33, nota-se que todos os efeitos se diferem uns dos outros. Na análise dos resultados apresentados pela impressão a vapor, observou-se que a amostra desenvolvida sem papel de alumínio (CO 7) obteve uma coloração roxo escura com áreas de tonalidades mais claras de violeta, enquanto a amostra que foi enrolada com papel alumínio (CO 13) exibe tons ainda mais escuros de roxo e poucas áreas com tonalidades azuladas. A variação do processo de impressão em amostras realizadas com papel de alumínio demonstra uma influência relevante nos resultados, apresentando tonalidades de roxo-azulado consideravelmente mais claros na amostra desenvolvida por cozimento (CO 15) comparativamente com a amostra impressa a vapor (CO 13). Em todos os exemplares pode-se, ainda, observar efeitos em tons muito subtis de amarelo. Tal coloração é formada pela polpa do mirtilo. Ao observar a Figura 33, percebe-se que esse padrão

⁴ Etapa realizada apenas nas amostras CO 12, CO 13, CO 14 e CO 15.

é mais evidente na amostra cozida (CO 15). Por fim, é importante referir que o fio utilizado na amarração das amostras também interferiu na estética da estampa, conferindo efeito de riscas. Isso pode ser verificado, principalmente, no lado esquerdo da amostra CO 13. A Figura 33 apresenta as fotos das amostras descritas acima ainda húmidas.

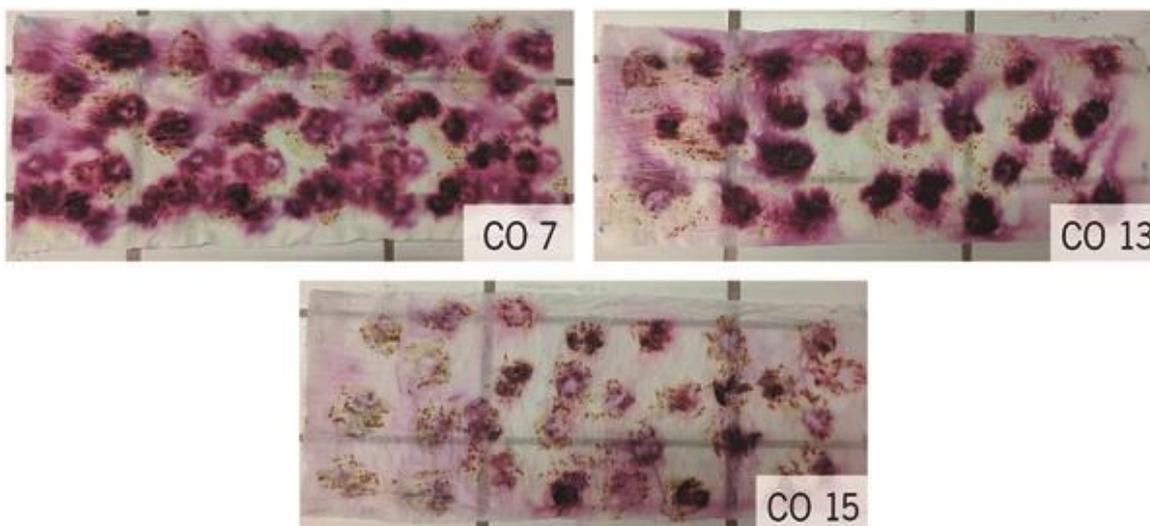


Figura 33: Amostras CO 7, CO 13 e CO 15 (a autora)

A variedade de efeitos visuais conforme as técnicas de impressão e materiais vegetais também foi observada nos tecidos impressos com casca de cebola e repolho roxo CO 8, CO 12 e CO 14, apresentados na Figura 34. O exemplar estampado por impressão a vapor sem o papel de alumínio (CO 8) apresenta uma coloração muito forte de cor marrom-alaranjado e rosado onde estavam as cascas de cebola e de roxo onde foi posicionado o repolho roxo. Ambos os substratos impressos juntamente do papel alumínio, formaram efeitos distintos conforme os processos de impressão a vapor e cozido. A amostra impressa por vapor (CO 12), exhibe tons rosa e roxo escuros e amarelo-alaranjado. No caso do exemplar cozido na água (CO 14), optou-se por uma nova forma de distribuição dos materiais vegetais sobre o substrato. Ao lado esquerdo do tecido foram posicionadas apenas cascas de cebola, enquanto no direito foram misturadas as folhas de repolho roxo e algumas cascas de cebola. A partir desse estudo foi possível verificar que o corante das cascas de cebola adquiriu uma coloração dourada, em razão do papel alumínio, nas áreas onde esse vegetal foi colocado separadamente do repolho roxo. O papel alumínio também foi responsável por conferir tons azulados ao corante advindo do repolho roxo. Nos locais onde houve a mistura entre ambos os vegetais se notam tonalidades escuras de roxo e rosa. De uma perspectiva do *design* de moda, a amostra CO 14 apresenta uma riqueza de efeitos visuais e cromáticos que podem ser exploradas pelos *designers*. A possibilidade de estampar um têxtil distribuindo os

vegetais separadamente em determinadas regiões e combinado dois ou mais vegetais em outras, pode gerar uma paleta de cores muito variada e com efeitos visuais interessantes, sem que seja necessária a utilização de uma grande variedade de material corante. As fotos das amostras húmidas são exibidas na Figura 34.

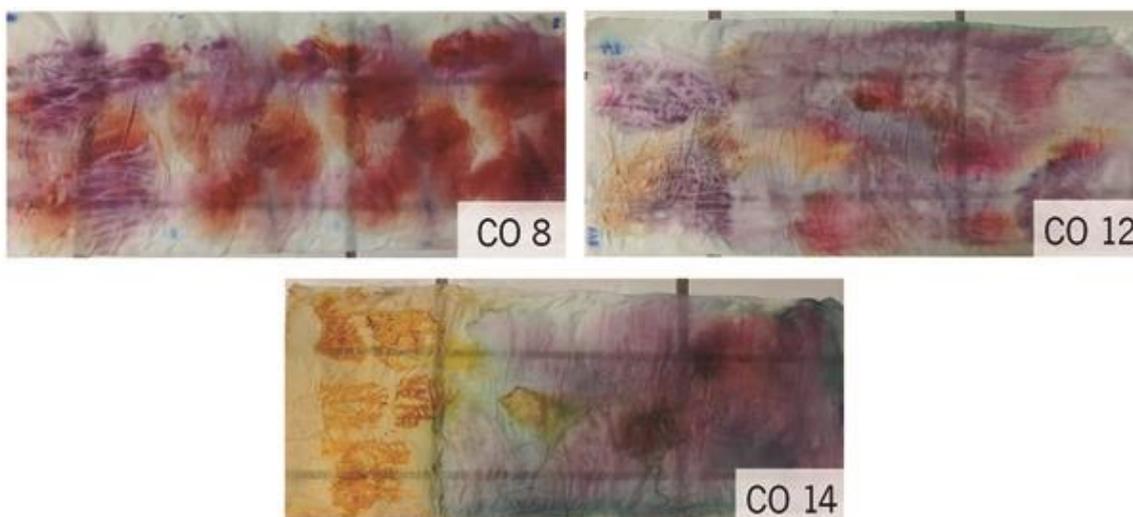


Figura 34: Amostras CO 8, CO 12 e CO 14 (a autora)

No momento seguinte, decidiu-se, então, fazer a pré-mordentagem dos tecidos com 2% de sulfato de ferro, essa concentração foi definida a partir das informações obtidas por Colors (2020), a qual indica uma quantidade de sulfato de ferro entre 1% e 3% para tons escuros. Os substratos foram impressos com cascas de cebola e repolho roxo; e com folhas de árvore e respetivo galho (não se tem conhecimento do nome da árvore). As amostras analisadas estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3: Tabela das amostras mordidas com sulfato de ferro

Fibra	Vegetal	Amostra	Descrição
Algodão	Folha de árvore e galho	CO 17	Pré-mordido com sulfato de ferro, impressão a vapor
		CO 21	Pré-mordido com sulfato de ferro, impressão cozido
	Casca de cebola com repolho roxo	CO 19	Pré-mordido com sulfato de ferro, impressão a vapor
		CO 23	Pré-mordido com sulfato de ferro, impressão cozido

As etapas para a prática da impressão botânica são as mesmas anteriormente listadas, e o processo de pré-mordentagem com 2 g de sulfato de ferro é apresentado a seguir:

1. Dissolver as 2 g de sulfato de ferro em 5 L de água quente (50°C)⁵
2. Imergir o tecido na solução
3. Ferver o tecido por 30 minutos
4. Deixar o tecido imerso na solução até esfriar

Ao analisar as amostras CO 17 e CO 21 ainda húmidas (Figura 35), percebe-se uma grande diferença entre o tecido impresso a vapor e fervido. O processo de impressão a vapor (CO 17) conferiu a estampa tonalidades escuras de roxo, marrom e verde-cinzento. Enquanto o substrato fervido adquiriu tons de castanho e verde-cinzento. Em ambas as amostras, verificou-se que algumas estampas das folhas não possuem uma coloração no preenchimento, apenas o contorno é colorido. Nota-se também que o desenho de uma mesma folha se repete ao longo do tecido. Isso ocorre porque o têxtil contendo as folhas não foi coberto com uma película plástica, como referido por Torres (2020a).



Figura 35: Amostras CO 17 e CO 21 (a autora)

A impressão a vapor (CO 19) com as cascas de cebola e repolho roxo formou um padrão de cores laranja-esverdeado, roxo, violeta e roxo-azulado. Já o processo de cozimento (CO 23) conferiu tonalidades esverdeadas e marrons em grande parte do tecido e pequenas áreas em laranja e roxo claros. Assim como observado nos padrões das folhas, esse também apresenta locais onde o preenchimento dos vegetais é inexistente. As fotos dos exemplares ainda húmidos estão apresentadas na Figura 36.

⁵ Nessa etapa foram mordidos oito amostras, totalizando 96 g, das quais apenas quatro foram analisadas nesse momento.



Figura 36: Amostras CO 19 e CO 23 (a autora)

Na terceira etapa dos experimentos iniciais, foram estampadas duas amostras com cascas de cebola e mordidas pelos processos de pré e pós-mordentagem com tanino extraído da casca de carvalho. A impressão botânica seguiu a metodologia de Torres (2020a), a qual, antes de enrolar o tecido ao cilindro, sobrepõe os vegetais com outro tecido e o cobre com uma película de plástico. A Tabela 4 apresenta a descrição de ambas as amostras.

Tabela 4: Tabela das amostras pré e pós-mordidas com tanino

Fibra	Vegetal	Amostra	Descrição
Algodão	Casca de cebola	CO 25	Pré-mordido com tanino de casca de carvalho, impressão cozido
		CO 27	Pós-mordido com tanino de casca de carvalho, impressão cozido

As etapas dos processos de extração do tanino e de pré e pós-mordentagem são listadas a seguir:

1. Ferver 3g de casca de carvalho por 30 minutos
2. Coar a solução
3. Ferver o tecido na solução por 1 hora

Nessas amostras verificou-se que os métodos de mordentagem também interferem nos efeitos visuais dos têxteis. O exemplar pré-mordido (CO 25) apresenta uma estampa de cores vibrantes em marrom, laranja e amarelo que se destacam do fundo do tecido levemente manchado de laranja claro. Por outro lado, a amostra pós-mordida (CO 27) exibe um padrão mais discreto de tons marrom escuro. Nota-se também que a pós-mordentagem coloriu todo o tecido em laranja e amarelo escuros. As fotos desses tecidos ainda húmidos são apresentadas na Figura 37.

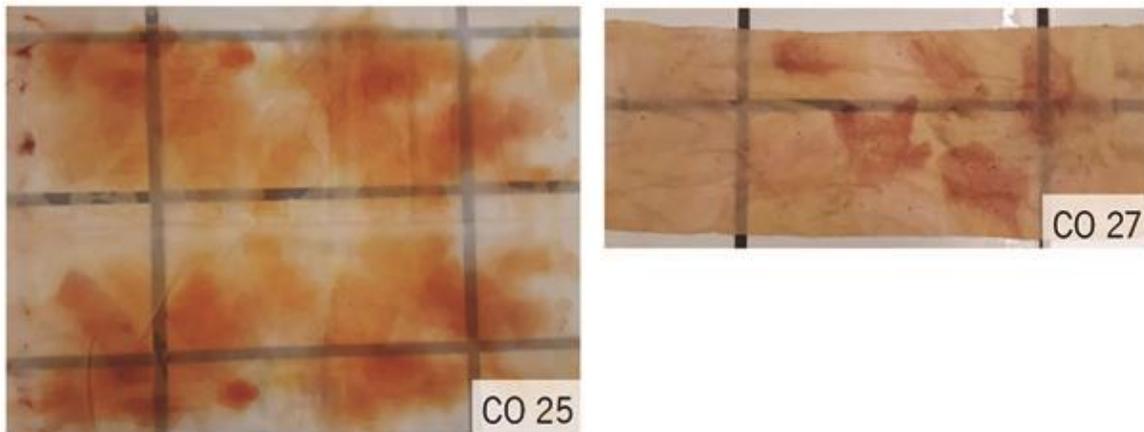


Figura 37: Amostras CO 25 e CO 27 (a autora)

Ao final dessas etapas, concluiu-se que tanto o tipo de material estudado, sendo esses o substrato têxtil, os vegetais, o mordente e o papel de alumínio, quanto os métodos de impressão a vapor ou fervido, e de pré e pós mordentagem acarretaram efeitos visuais completamente distintos. Isso indica que são inúmeras as possibilidades de criar estampas totalmente distintas entre si utilizando, por exemplo, os mesmos materiais e alterando apenas o processo de impressão ou de mordentagem, e vice-versa.

Dentre os parâmetros que mais influenciaram os efeitos visuais e cromáticos pode-se citar os processos de mordentagem, os quais interferiram tanto na coloração quanto no padrão da estampa; o uso de um mordente que também intervém no efeito cromático; ainda deve-se mencionar os métodos de impressão que podem gerar desenhos mais ou menos bem definidos.

Tendo isso vista, criou-se um interesse em estudar algumas das variáveis analisadas nesses primeiros experimentos, fazendo algumas alterações, tais como: substituir o papel de alumínio pelo alúmen de potássio, o qual além de alterar a cor ainda atua como mordente; e utilizar as fibras de linho e de Tencel ao invés do algodão. Isso porque o algodão é mais impactante ao ambiente do que essas duas fibras.

Dessa forma, as variáveis definidas para dar continuidade ao presente estudo são: a impressão por vapor e fervura; os métodos de pré, pós e mordentagem em simultâneo; diferentes mordentes, sendo esses o tanino (com concentrações de 30%, 50% e 70%) e o alúmen de potássio (na concentração de 10%), a fim de analisar a influência desses parâmetros nas fibras de Tencel e linho estampadas com repolho roxo e cascas de cebola, separadamente.

Para o desenvolvimento projetual ainda é imprescindível realizar uma sessão fotográfica das amostras em estado seco com as mesmas condições de luz e com fundo branco. Isso permite, não apenas visualizar as variações visuais e cromáticas dos padrões formados, mas também fazer uma comparação referente à estética das estampas obtidas com os diferentes materiais e métodos.

3.2 Desenvolvimento projetual

O presente subcapítulo corresponde ao desenvolvimento da técnica de impressão botânica em amostras de tecidos compostos por linho e Tencel. Nesse momento, os exemplares serão submetidos a processos distintos de impressão botânica (vapor ou fervura) e mordentagem (pré, pós e em simultâneo), a qual ainda utilizará mordentes distintos, são eles: o tanino (nas concentrações de 30%, 50% e 70%) e o alúmen (10%), em relação ao peso da fibra. Para isso, optou-se por estampar os substratos separadamente com cascas de cebola e repolho roxo. Em seguida, os substratos serão analisados quanto à influência dessas variáveis nos efeitos cromáticos e visuais das amostras.

Nesta fase os tecidos já preparados para tingir compostos por 100% Tencel, estrutura em sarja, e 100% linho, estrutura em tafetá, foram cortados em retângulos de 45 x 35 cm. O peso de cada amostra é de aproximadamente 25,5g e 27,5g, Tencel e linho respectivamente. Ambos os materiais foram mordidos individualmente com alúmen e tanino em pó obtido da casca de carvalho, fornecidos pela empresa Restaurar e Conservar.

3.2.1 Processos de mordentagem

O presente estudo analisou os três tipos de mordentagem, são eles: a pré, a pós e em simultâneo, utilizando diferentes mordentes: o tanino, nas concentrações de 30%, 50% e 70%, e o alúmen, na concentração de 10%.

Deve-se salientar que esses métodos de mordentagem ocorreram da mesma forma para ambos os mordentes, e, também, que cada amostra foi mordida separadamente em recipientes diferentes.

O modo como esses processos foram realizados estão descritos a seguir.

Como já descrito, a pré-mordentagem dos tecidos ocorre em uma etapa anterior ao tingimento, dessa forma, foi realizada antes da impressão botânica. A pós-mordentagem, ao contrário, se dá em um processo posterior à coloração do substrato, ou seja, primeiro o têxtil foi submetido à impressão botânica, para em seguida ser efetuada a pós-mordentagem. Ainda assim, as etapas de ambos os processos são as mesmas.

Para a pré e pós-mordentagem, primeiramente foram aquecidos 2 L de água em banho maria. Quando a temperatura da água atingiu os 70°C, foi adicionado o mordente, o qual foi misturado até ser totalmente dissolvido. Os tecidos foram então imersos nessa solução e permaneceram por 30 minutos a uma temperatura média de 70°C. Esse processo está representado na Figura 38. A quantidade de água necessária para a realização dessa etapa foi definida respeitando a metodologia de Torres (2020b) a qual propõe que o volume de água deve ser o suficiente para cobrir o tecido de modo que o mesmo pudesse ser facilmente mexido durante o processo. Durante essa etapa, os têxteis eram mexidos a cada 10 minutos.

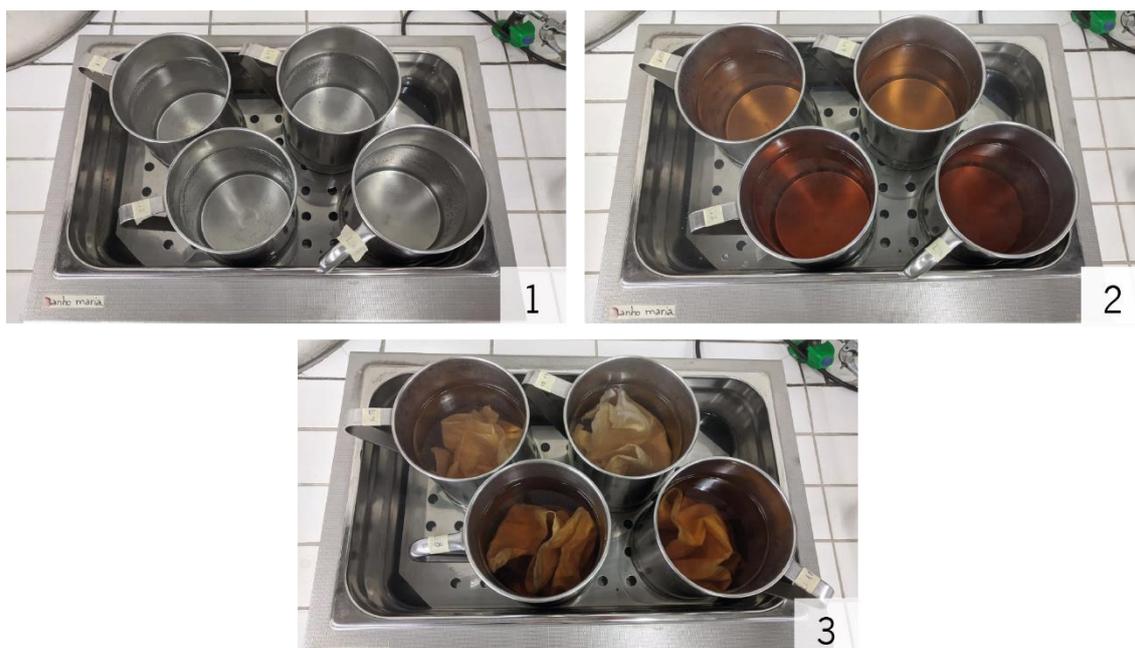


Figura 38: pré e pós-mordentagem: 1 – água aquecida, 2 – adição do tanino na água quente e 3 – tecido imerso no banho de mordentagem (a autora)

A mordentagem em simultâneo ocorre no mesmo momento em que o tingimento do tecido, ou, no caso do presente estudo, ao mesmo tempo da impressão.

Na mordentagem em simultâneo, representada na Figura 39, primeiramente foi adicionado o mordente a água fervente para, em seguida, colocar o rolo de tecido. O processo de impressão botânica e mordentagem teve duração de uma hora a uma temperatura de 100° C.

Vale ressaltar que esse método de mordentagem foi somente realizado nas amostras que seriam impressas pelo processo de fervura, uma vez que as cozidas a vapor não entram em contacto com a solução de mordente.



Figura 39: Mordentagem em simultâneo (a autora)

3.2.2 Processos de impressão botânica

Para a realização da impressão botânica foram utilizados dois materiais vegetais, são eles: cascas de cebola e repolho roxo. As folhas de repolho roxo foram perfuradas em ambos os lados a fim de se extrair uma maior quantidade de corantes, como mostra a Figura 40.



Figura 40: Casca de cebola (esquerda) e folha de repolho roxo (direita) (a autora)

Os vegetais selecionados para o estudo foram dispostos separadamente até a metade do tecido húmido pré-mordido ou humedecido com água no caso da pós-mordentagem e em simultâneo, considerando a metodologia de Tomazeli (2020). Em seguida, cada amostra foi dobrada ao meio

e coberta com uma película de plástico. Na sequência, foi utilizado um cilindro metálico para enrolar o tecido juntamente com o material vegetal. Por fim, esse rolo foi amarrado firmemente com barbante de modo a pressionar o tecido contra os vegetais (Torres, 2020a). O processo descrito está representado na Figura 41, etapas 1 – 6.

No caso da impressão por cozimento, os rolos de tecidos foram colocados dentro de panelas contendo 2 L de água, quantidade necessária para cobrir os substratos. Para a impressão a vapor, foi utilizada o mesmo volume de água, mas, nesse caso, os rolos eram colocados sobre cilindros para que não entrassem em contato com o líquido Figura 41, etapa 7. Em ambos os processos, os substratos foram virados a cada 30 minutos. A impressão das amostras ocorreu sempre separadamente e em recipientes distintos, uma vez que, se colocadas para ferver ou cozinhar a vapor juntas, uma pode alterar os resultados da outra. Depois de retirados da panela, os tecidos foram limpos dos materiais vegetais, lavados com água fria corrente e secos à temperatura ambiente. Este processo está representado na Figura 41, etapas, 8 – 13.

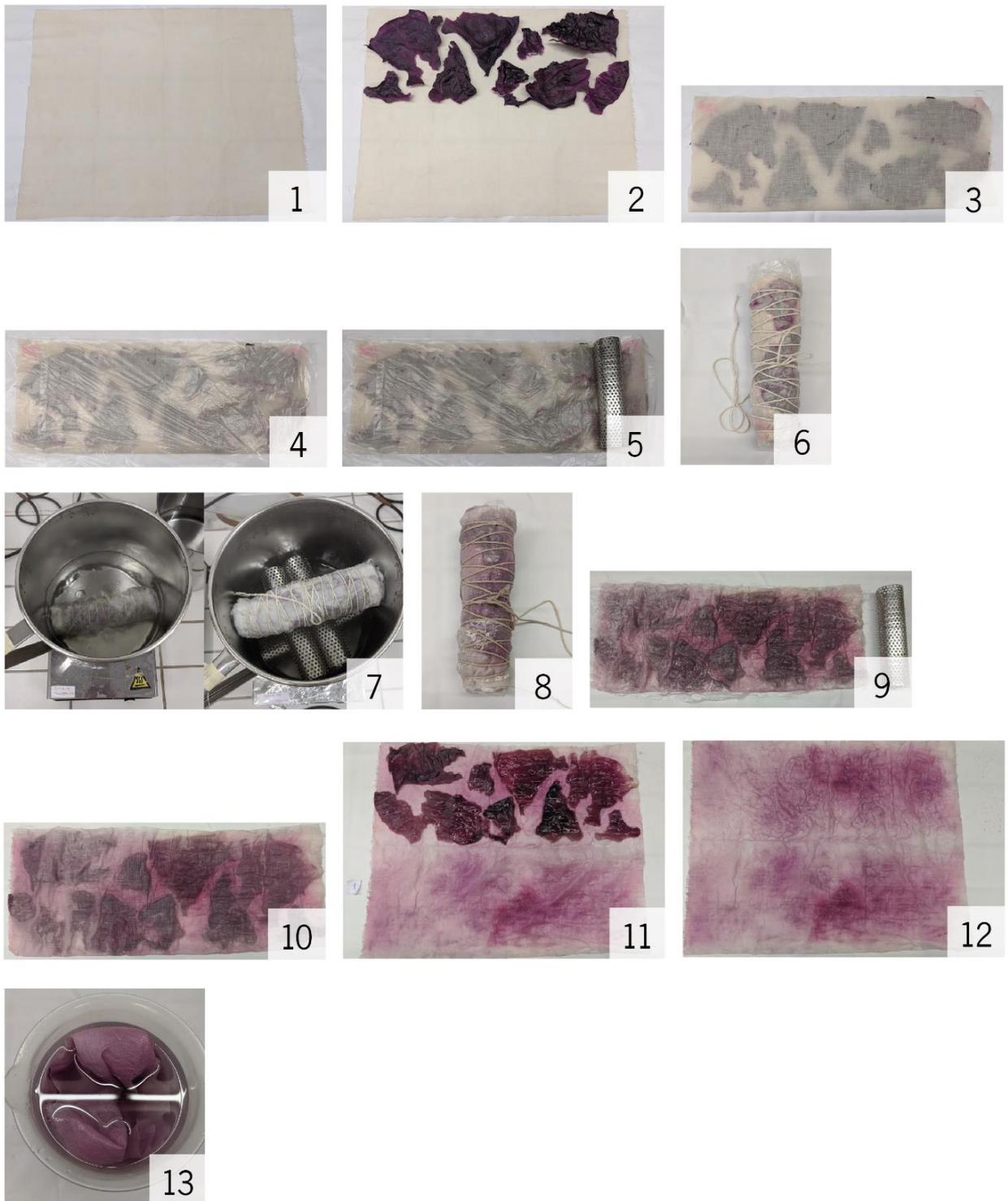


Figura 41: Etapas da impressão botânica (a autora)

3.2.3 Análise das amostras desenvolvidas

Como já mencionado, a realização das amostras envolveu diversos parâmetros, são eles: processos de mordentagem e impressão; tipos e concentrações de mordentes; fibras têxteis; e os materiais vegetais corantes. A análise das amostras desenvolvidas visa identificar como as

variáveis citadas interferem tanto nos efeitos visuais quanto na coloração dos padrões formados pela técnica de impressão botânica.

A sequência dessas análises respeita a ordem em que as amostras foram desenvolvidas. Inicialmente foi estudado como as diferentes concentrações do mordente tanino (30%,50% e 70%) utilizados na pré-mordentagem interferem nos resultados obtidos pelos tecidos de Tencel e linho impressos a vapor e fervura com cascas de cebola ou repolho roxo.

Em seguida, foi selecionada uma dessas concentrações de tanino, nesse caso, a de 50% para avaliar os efeitos visuais resultantes dos diferentes processos de mordentagem, ou seja, pré, pós (cujo tecido foi impresso a vapor) e em simultâneo (impresso por cozimento), em ambas fibras, com cascas de cebola ou repolho roxo.

Por fim, os mesmos métodos de mordentagem foram realizados utilizando 10% de alúmen, a fim de verificar como esse mordente interfere na coloração das estampas nos processos de pré e pós mordentagem, estampando o tecido por vapor, e em simultâneo, colorindo as amostras por meio do cozimento.

As fotos dos exemplares em estado seco estampados estão organizadas em tabelas separadas de acordo com o tipo de fibra, ou seja, linho ou Tencel; material vegetal; processos de mordentagem; e mordentes.

Para uma análise comparativa dos resultados, fez-se, também, necessário a realização dos processos de impressão botânica em amostras não mordidas. As fotos desses exemplares também foram incluídas nas tabelas.

A seguir, então, serão apresentadas as análises das amostras.

3.2.3.1 Influência da concentração do tanino utilizado no processo de pré-mordentagem

Nesse momento será analisado como as concentrações de 30%, 50% e 70% de tanino utilizadas na pré-mordentagem dos tecidos podem alterar os efeitos visuais e sua coloração. Deve-se atentar que as variáveis estudadas ainda envolvem: os dois processos de impressão (cozido a vapor e por fervura); os tipos de fibras (linho e Tencel); e os vegetais (cascas de cebola e repolho roxo). A Tabela 5, mostra os parâmetros estudados com as referências de cada amostra. Primeiramente serão analisados os substratos estampados com cascas de cebola, os quais estão representados

na Figura 42 e Figura 43, e, em seguida, os coloridos com repolho roxo, exibidos na Figura 44 e Figura 45.

Tabela 5: Influência da concentração do tanino utilizado na pré-mordentagem

	Pré-mordentagem Tanino %	Amostras Casca de cebola		Amostras Repolho roxo	
		Cozido	A vapor	Cozido	A vapor
Linho	0	LCC 0	LCV 0	LRC 0	LRV 0
	30	LCC 30	LCV 30	LRC 30	LRV 30
	50	LCC 50	LCV 50	LRC 50	LRV 50
	70	LCC 70	LCV 70	LRC 70	LRV 70
Tencel	0	TCC 0	TCV 0	TRC 0	TRV 0
	30	TCC 30	TCV 30	TRC 30	TRV 30
	50	TCC 50	TCV 50	TRC 50	TRV 50
	70	TCC 70	TCV 70	TRC 70	TRV 70

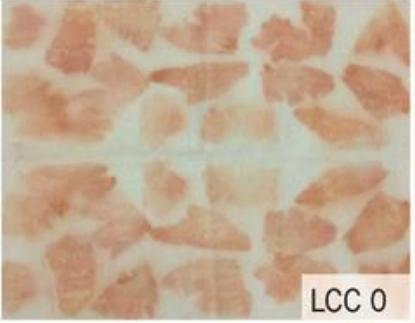
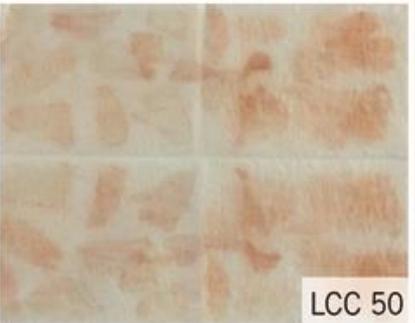
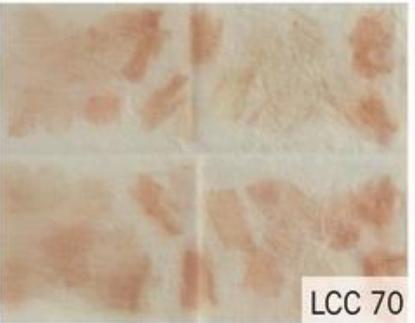
Linho		
Casca de cebola		
Pré-mordentagem com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 LCC 0	 LCV 0
Tanino 30%	 LCC 30	 LCV 30
Tanino 50%	 LCC 50	 LCV 50
Tanino 70%	 LCC 70	 LCV 70

Figura 42: Amostras em linho pré-mordidas com tanino e impressas com casca de cebola (a autora)

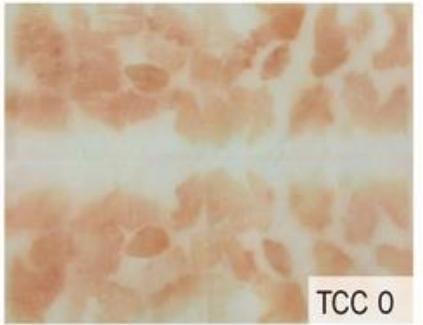
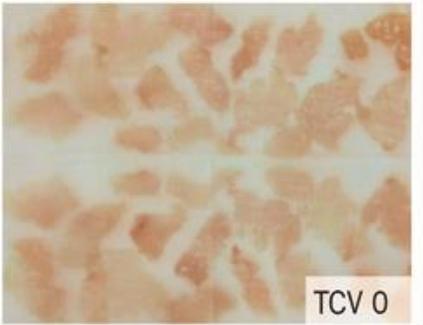
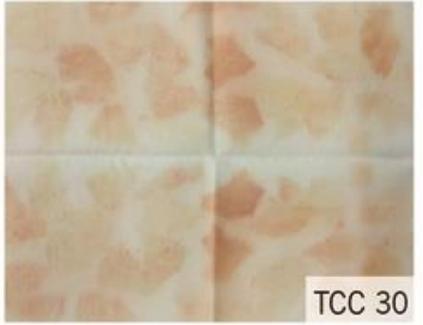
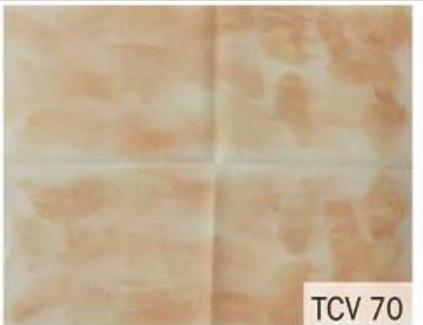
Tencel		
Casca de cebola		
Pré-mordentagem com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 TCC 0	 TCV 0
Tanino 30%	 TCC 30	 TCV 30
Tanino 50%	 TCC 50	 TCV 50
Tanino 70%	 TCC 70	 TCV 70

Figura 43: Amostras em Tencel pré-mordidas com tanino e impressas com casca de cebola (a autora)

Ao analisar a Figura 42 e Figura 43, pode-se afirmar que o tanino, independentemente da concentração utilizada, fibra ou processo de impressão, alterou a coloração dos padrões, visto que as amostras não mordidas apresentam uma tonalidade mais escura das demais. A pré-mordentagem com tanino, conferiu à estampa um efeito de desbotado. São os exemplares não

mordidos (LCC 0, LCV 0, TCC 0 e TCV 0) que exibem uma coloração mais saturada, em grande maioria, de marrom-alaranjado, com poucas áreas em amarelo. Por outro lado, as tonalidades dos padrões formados nos tecidos pré-mordidos nas diferentes concentrações de mordentes, são mais claras e discretas, apresentando uma mistura equilibrada de tons marrons, laranjas e amarelos.

Além disso, os tecidos não mordidos ainda apresentam padrões de contorno muito bem definido, principalmente na fibra de linho. Um efeito similar a esse, pode ser observado na amostra de linho pré-mordida com 30% de tanino e impressa a vapor (LCV 30). Os demais exemplares exibem uma estampa formada por desenhos mais borrados, a qual remete ao efeito aquarela. Isso pode ser visualizado, principalmente, nos tecidos pré-mordidos com 70% de tanino e impressos a vapor (LCV 70 e TCV 70).

Em relação aos processos de impressão, ou seja, a vapor ou cozido, observou-se que esses métodos influenciam minimamente os efeitos visuais. Ao analisar as amostras estampadas a vapor, nota-se que essas apresentam um padrão levemente mais borrado e desbotado do que as cozidas na água. Tal efeito pode ser verificado principalmente nos exemplares em linho e Tencel mordidos com a concentração de 70% de tanino (LCC 70, LCV 70, TCC 70 e TCV 70).

Ao compararmos as amostras pré-mordidas em ambas as fibras, independentemente da concentração de tanino, verifica-se que o Tencel exibe um padrão mais delicado, harmonioso e atrativo do que o linho. Um dos fatores que pode ter contribuído para isso é o fato de que o Tencel possui um brilho sutil, conferindo à estampa um aspeto mais delicado, harmônico e atrativo, ao contrário do linho, cuja opacidade dos fios gera uma estampa mais sóbria.

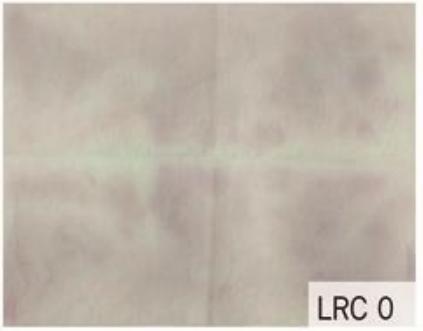
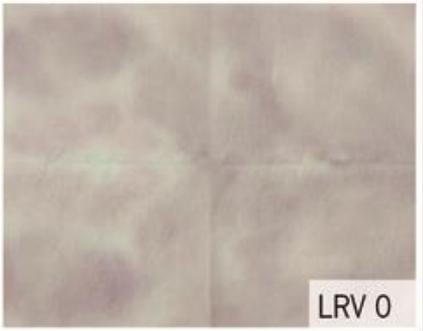
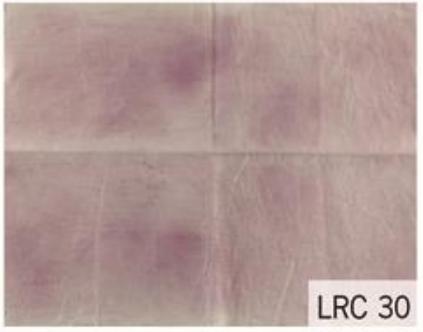
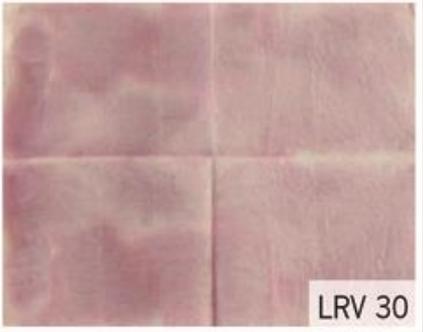
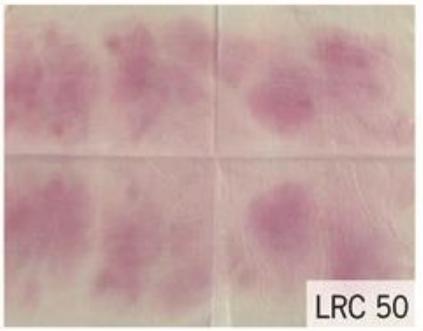
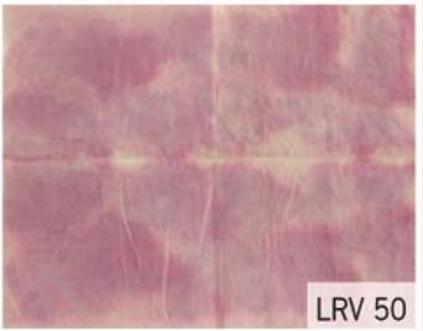
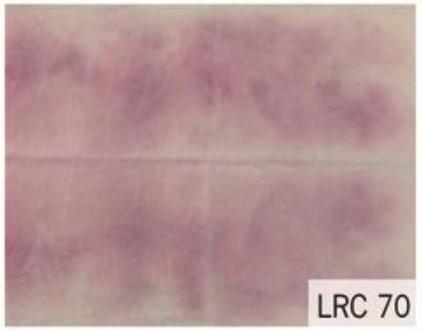
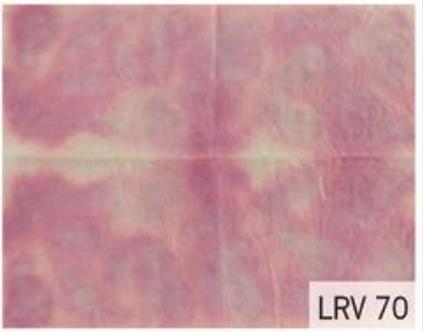
Linho		Repolho roxo	
Pré-mordentagem com 2 L de água	Cozido	A vapor	
Sem mordente	 LRC 0	 LRV 0	
Tanino 30%	 LRC 30	 LRV 30	
Tanino 50%	 LRC 50	 LRV 50	
Tanino 70%	 LRC 70	 LRV 70	

Figura 44: Amostras em linho pré-mordidas com tanino e impressas com repolho roxo (a autora)

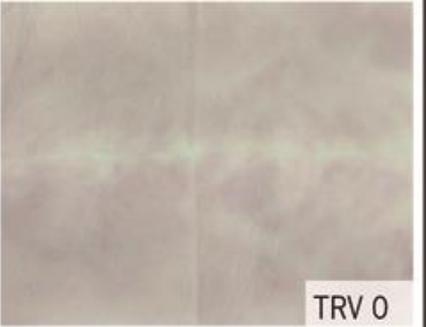
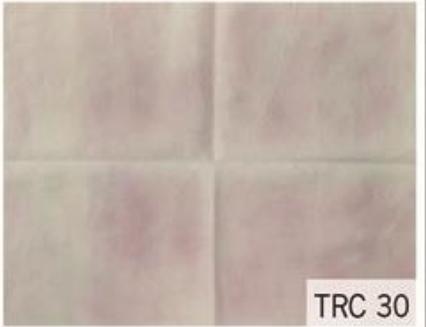
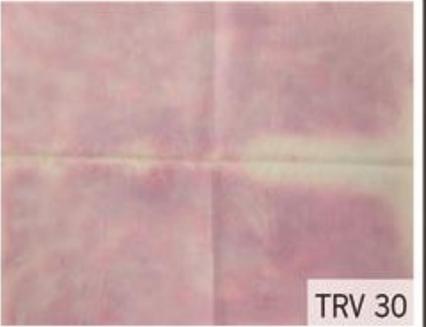
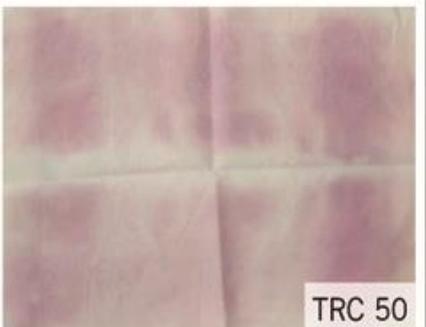
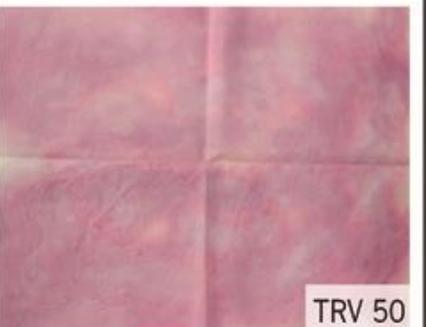
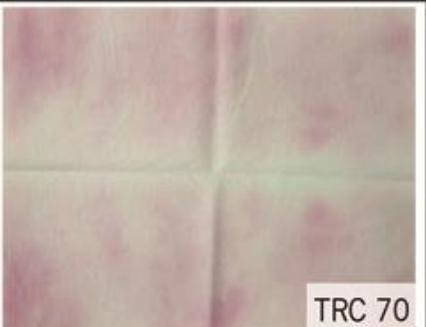
Tencel		
Repolho roxo		
Pré-mordentagem com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 TRC 0	 TRV 0
Tanino 30%	 TRC 30	 TRV 30
Tanino 50%	 TRC 50	 TRV 50
Tanino 70%	 TRC 70	 TRV 70

Figura 45: Amostras em Tencel pré-mordidas com tanino e impressas com repolho roxo (a autora)

A Figura 44 e Figura 45 que apresentam os resultados obtidos com o repolho roxo como material corante, demonstram que a presença do tanino teve uma grande influência na saturação das cores padrões. Essa afirmação deve-se em razão de que as cores nas amostras não mordidas (LRC 0,

LRV 0, TRC 0 e TRV 0) são em tons de roxo nitidamente menos saturadas do que os tecidos mordidos, os quais adquiriram tonalidades saturadas de rosa ou violeta. Tal fator colabora para que os substratos mordidos com tanino apresentem uma estampa mais atrativa. As únicas exceções são os exemplares em Tencel pré-mordidos com 30% e 70% de tanino e impressos por fervura (TRC 30 E TRC 70). Neles a coloração da estampa formada também é menos saturada.

Ainda em relação aos efeitos cromáticos, tanto o tecido de linho quanto o de Tencel exibem cores mais saturadas nos exemplares estampados por vapor do que nos por cozimento. A saturação das cores também é maior conforme o aumento da concentração de tanino empregue, ou seja, as cores das estampas das amostras mordidas com 30% de tanino são menos saturadas do que as mordidas com 50% e 70%.

Vale destacar que os padrões obtidos pelo método de cozimento a vapor, exibem um efeito visual diferenciado dos formados pelo cozimento, e são muito similares as estampas de *animal print* de onça. Isso porque o desenho é composto por linhas espessas e de uma cor distinta a do preenchimento. Nesse caso, o contorno é em tons de rosa e o preenchimento em tons de violeta, como se pode observar na amostra TRV 50 (Figura 46). Também deve-se salientar que as amostras mordidas com 50% e 70% de tanino, apresentam um efeito de ranhuras na estampa, como mostra a fotografia em detalhe das amostras na Figura 46, as quais podem ter sido formadas durante o processo de enrolar o tecido e os vegetais no cilindro.

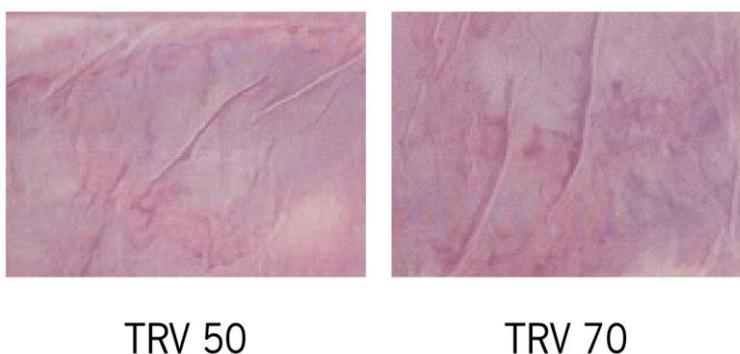


Figura 46: Detalhe dos efeitos das amostras TRV 50 e TRV 70 (a autora)

Avaliando os resultados em geral dos tecidos coloridos com repolho roxo, pode-se dizer que o linho gerou estampas de cores mais intensas e chamativas do que o Tencel na impressão por fervura. Na impressão a vapor, por outro lado, ambas fibras formaram padrões de cores atrativas que, no Tencel são mais lustrosas, e no linho opacas.

Ao final das análises, pode-se concluir que os efeitos visuais obtidos variaram completamente para cada material vegetal (casca de cebola ou repolho roxo). As amostras pré-mordidas com tanino e estampadas com cascas de cebola, por exemplo, geraram estampas de cores mais claras e, algumas, com aspecto de desbotado, como se o tanino tivesse dispersado os corantes, ao invés de fixá-los. Além disso, os valores de 30%, 50% e 70% de tanino tiveram uma grande influência na estética dos padrões, uma vez que quanto maior a concentração do mordente, mais aquarelado é o padrão.

Em contrapartida, nos exemplares coloridos com repolho roxo, o tanino foi responsável por alterar a coloração, tanto em razão da adição do mordente, quanto das diferentes concentrações. Nesse caso é perceptível que o tecido pré-mordido com 30% de tanino é o que exhibe a estampa mais clara, enquanto o de 50% e 70% um padrão de tonalidades mais intensas.

Para dar continuidade aos demais estudos, foi selecionada a concentração de 50% de tanino. Isso em razão de que, no geral, as amostras pré-mordidas com essa quantidade de mordente foram consideradas as mais atrativas.

3.2.3.2 Influência do processo de mordentagem com a utilização de 50% de tanino

Nesse estudo verificou-se como os métodos de pré, pós e mordentagem em simultâneo com 50% de tanino podem alterar a coloração e os desenhos das estampas. Nesta etapa da investigação priorizou-se a técnica de impressão a vapor das amostras pré e pós-mordidas. No experimento anterior, verificou-se que a impressão a vapor dos substratos coloridos com folhas de repolho roxo criou uma estampa de estética diferenciada, o que gerou o interesse em estudar a influência dos processos de mordentagem estampando os têxteis por meio do vapor. Entretanto, a mordentagem em simultâneo requer que o substrato esteja imerso na solução de mordente, permitindo que a fibra o absorva. Portanto, no caso dessa técnica, o tecido será impresso por cozimento. Os demais parâmetros analisados foram as fibras de Tencel e linho; e os materiais vegetais (cascas de cebola e repolho roxo). A Tabela 6 representa as variáveis acima descritas juntamente das referências das amostras. Os tecidos de linho e Tencel estampados com cascas de cebola foram os primeiros a serem avaliados e são apresentados nas Figura 47 e Figura 48, em seguida, realizou-se as análises relativas aos substratos coloridos com repolho roxo, exibidos na Figura 49 e Figura 50.

Tabela 6: Influência do processo de mordentagem com a utilização de 50% de tanino

Mordentagem com 50% de tanino	Amostras Linho		Amostras Tencel	
	Casca de cebola	Repolho roxo	Casca de cebola	Repolho roxo
	Pré (vapor)	LCV 50	LRV 50	TCV 50
Simultâneo (fervido)	LCCS 50	LRCS 50	TCCS 50	TRCS 50
Pós (vapor)	LCVP 50	LRVP 50	TCVP 50	TRVP 50

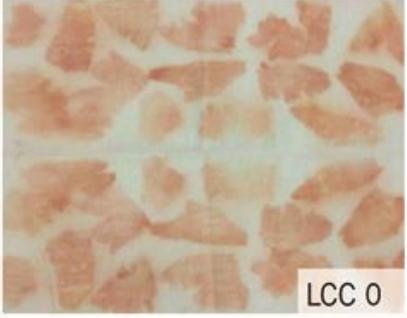
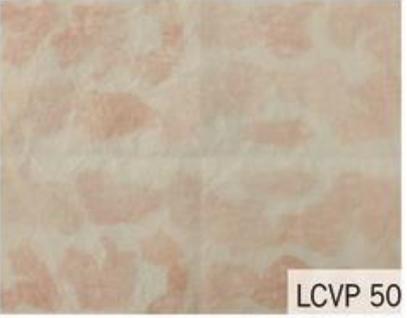
Linho		
Casca de cebola		
Mordentagem 50% tanino com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 LCC 0	 LCV 0
Pré- mordentagem		 LCV 50
Mordentagem em simultâneo	 LCCS 50	
Pós- mordentagem		 LCVP 50

Figura 47: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)

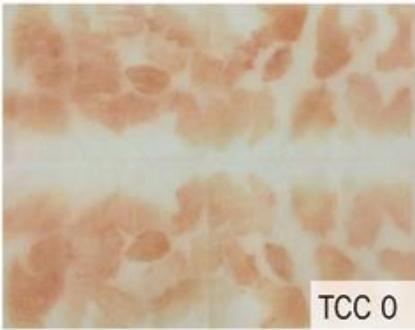
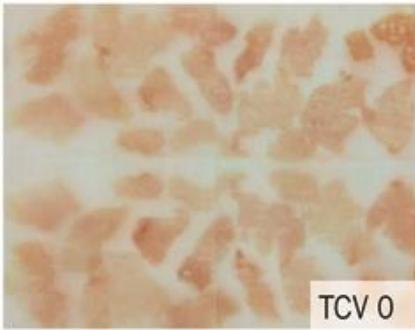
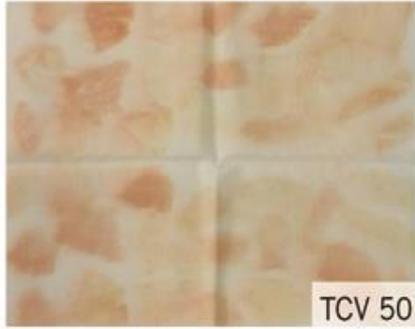
Tencel		
Casca de cebola		
Mordentagem 50% tanino com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 TCC 0	 TCV 0
Pré- mordentagem		 TCV 50
Mordentagem em simultâneo	 TCCS 50	
Pós- mordentagem		 TCVP 50

Figura 48: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)

A Figura 47 e Figura 48 demonstram que ambos os substratos não mordidos apresentam uma coloração mais saturada e desenhos mais nítidos dos que as amostras submetidas aos diferentes processos de mordentagem.

Ao comparar os tecidos pré, pós e mordidos em simultâneo, observa-se que cada um desses processos gerou resultados completamente distintos tanto para a coloração quanto para o efeito visual.

A pré-mordentagem, como já mencionada, conferiu às estampas um efeito aquarela em tons de marrom-alaranjado e amarelo nas fibras de Tencel e linho.

A mordentagem em simultâneo conferiu uma coloração de marrom mais alaranjado aos padrões em ambas as fibras. Além disso, observou-se que esse processo manteve bem nítida as formas das cascas de cebola, em oposição a pré-mordentagem, responsável por borrar os desenhos.

Por fim, a pós-mordentagem eliminou grande parte dos corantes, antes impregnados ao tecido, o que originou uma estampa muito discreta, cujos desenhos são quase impercetíveis. Ainda assim, é possível observar que as ilustrações adquiriram uma coloração mais alaranjada, assim como foi verificado na mordentagem em simultâneo. Esse processo também fez com que os corantes migrassem para as demais áreas do substrato, o que acarretou o seu tingimento em tom claro de amarelo.

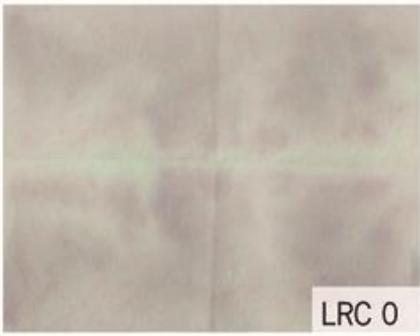
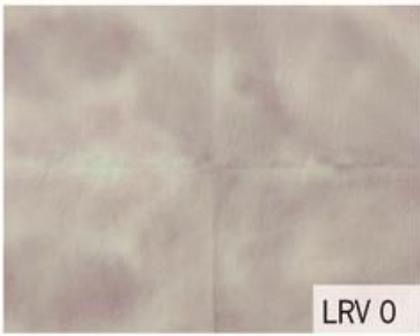
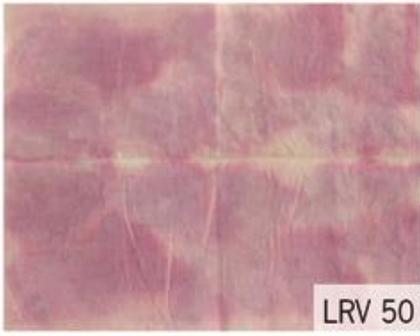
Linho		
Repolho roxo		
Mordentagem 50% tanino com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 LRC 0	 LRV 0
Pré- mordentagem		 LRV 50
Mordentagem em simultâneo	 LRCS 50	
Pós- mordentagem		 LRVP 50

Figura 49: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)

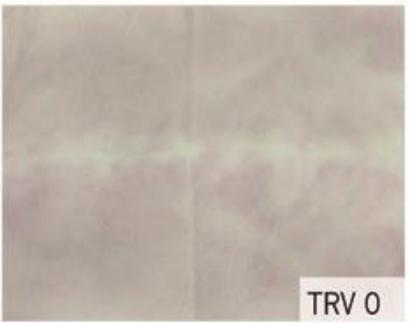
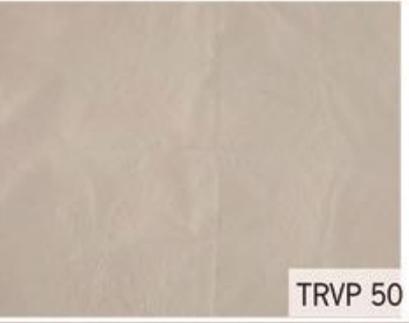
Tencel		
Repolho roxo		
Mordentagem 50% tanino com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 TRC 0	 TRV 0
Pré- mordentagem		 TRV 50
Mordentagem em simultâneo	 TRCS 50	
Pós- mordentagem		 TRVP 50

Figura 50: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 50% de tanino (a autora)

Se compararmos as amostras em linho e Tencel mordidas com as não mordidas, nota-se que essas variam tanto em coloração quanto em saturação. Os exemplares não mordidos exibem tons

de roxo pouco saturados, enquanto os demais exibem tons de rosa e violeta pouco ou muito saturados, conforme o processo de mordentagem.

Após observar a Figura 49 e Figura 50, verificou-se que os processos de mordentagem influenciaram diretamente nas cores e os efeitos das estampas.

A pré-mordentagem foi o método que manteve a coloração mais vibrante e atrativa, em tons de rosa e violeta.

A mordentagem em simultâneo coloriu quase a totalidade do tecido (apenas o centro onde o têxtil foi dobrado que não foi totalmente colorido), formando efeito de manchas muito sutil em colorações pouco saturadas de rosa e violeta.

A pós-mordentagem, por outro lado, não formou qualquer padrão, apenas tingiu o tecido em uma cor de rosa pouco saturada.

Ao analisar todos os exemplares desenvolvidos nesse momento, tanto os estampados com cascas de cebola quanto os com repolho roxo, verificou-se que os processos de pré, pós e mordentagem em simultâneo com 50% de tanino geram efeitos visuais totalmente diferentes entre si. Contudo, não são apenas esses métodos que interferem nos resultados, afinal os vegetais utilizados também alteraram os padrões. Por exemplo, as formas das cascas de cebola sempre se mantiveram, independentemente do tipo de mordentagem, já os desenhos de manchas formados repolho roxo foram se modificando conforme esses processos.

3.2.3.3 Influência do processo de mordentagem com a utilização de 10% de alúmen

Por fim, buscou-se compreender como o tipo de mordente pode alterar a cor e os efeitos visuais das amostras nos diferentes processos de mordentagem. Este estudo compreendeu o desenvolvimento e análise de amostras mordidas com alúmen de potássio, bem como uma análise comparativa relativamente aos resultados obtidos nas amostras mordidas com tanino apresentadas na secção anterior.

A concentração de mordente de alúmen utilizada foi de 10%, conforme indicado por Tomazeli (2020). Os exemplares pré e pós-mordidos foram impressos a vapor, enquanto os mordidos em simultâneo foram fervidos. As demais variáveis estudadas foram o tipo de fibra (linho e Tencel); e os vegetais (cascas de cebola e repolho roxo). A Tabela 7 exibe os parâmetros e as referências dos exemplares realizados nesse momento. A Figura 51 e Figura 52 apresentam os substratos

estampados com cascas de cebola nas fibras de linho e Tencel, respectivamente, e que foram analisados primeiro. A Figura 57 e Figura 58 mostram os têxteis de mesma composição coloridos com repolho roxo.

Tabela 7: Influência do processo de mordentagem com a utilização de 10% de alúmen

Mordentagem com 10% de alúmen	Amostras Linho		Amostras Tencel	
	Casca de cebola	Repolho roxo	Casca de cebola	Repolho roxo
Pré (vapor)	LCV 10 A	LRV 10 A	TCV 10 A	TRV 10 A
Simultâneo (fervido)	LCCS 10 A	LRCS 10 A	TCCS 10 A	TRCS 10 A
Pós (vapor)	LCVP 10 A	LRVP 10 A	TCVP 10 A	TRVP 10 A

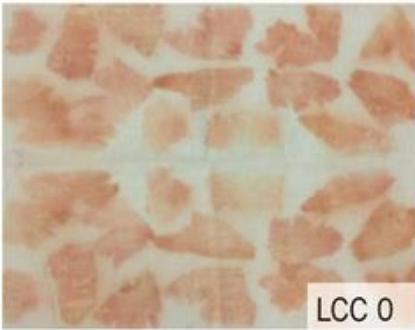
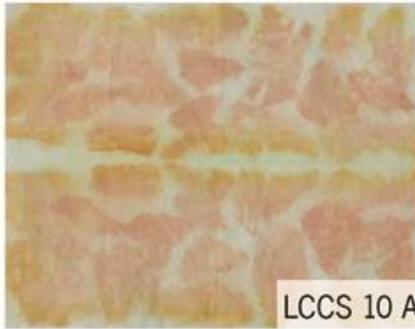
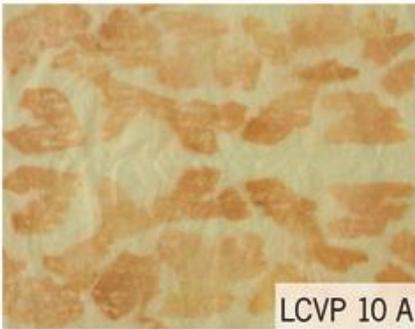
Linho		
Casca de cebola		
Mordentagem 10% alúmen com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 LCC 0	 LCV 0
Pré- mordentagem		 LCV 10 A
Mordentagem em simultâneo	 LCCS 10 A	
Pós- mordentagem		 LCVP 10 A

Figura 51: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alúmen de potássio (a autora)

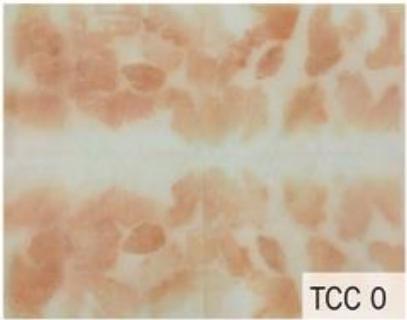
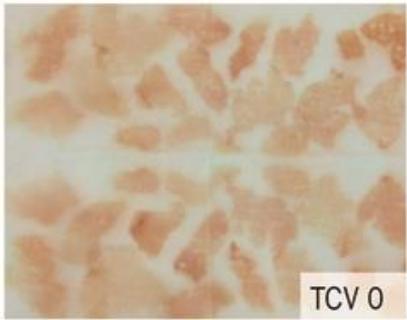
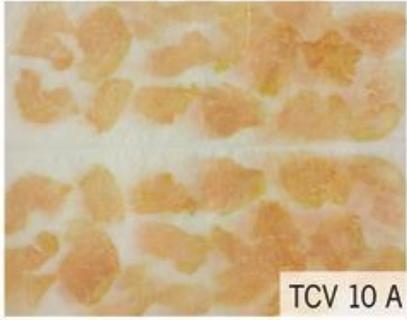
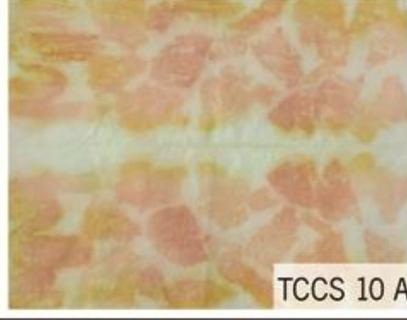
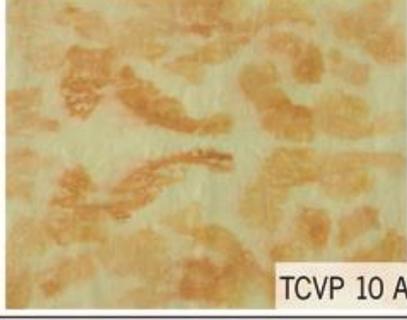
Tencel		
Casca de cebola		
Mordentagem 10% alúmen com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 TCC 0	 TCV 0
Pré- mordentagem		 TCV 10 A
Mordentagem em simultâneo	 TCCS 10 A	
Pós- mordentagem		 TCVP 10 A

Figura 52: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alúmen (a autora)

Analisando as amostras quanto aos processos de mordentagem, verifica-se que a pré-mordentagem evidenciou bem os desenhos que se destacam sobre o fundo claro do tecido. As cores apresentadas por essa estampa são de tons marrom-alaranjado, amarelo e dourado.

A mordentagem em simultâneo foi responsável por gerar determinadas áreas em dourado. Essas regiões são os locais do tecido que estavam mais expostos à solução de água e alúmen, no estado dobrado e enrolado, e, por isso, conferiram uma coloração dourada lustrosa aos desenhos das cascas (Figura 53). Por outro lado, os desenhos que estão localizados nas áreas que não estiveram em contato direto com essa solução, mantiveram a cor mais alaranjada. Isso indica que a mordentagem em simultâneo pode não ser ideal para a impressão botânica, uma vez que o mordente não adentra as camadas de tecido, impossibilitando a fixação do corante à fibra. Por outro lado, se o corante for substantivo, ou seja, não necessita de mordente para sua fixação, a mordentagem em simultâneo pode ser aproveitada a fim de gerar jogos cromáticos heterogêneos. Dessa forma, o *designer* pode alterar as formas de dobragem do tecido visando obter novas possibilidades de estampas.

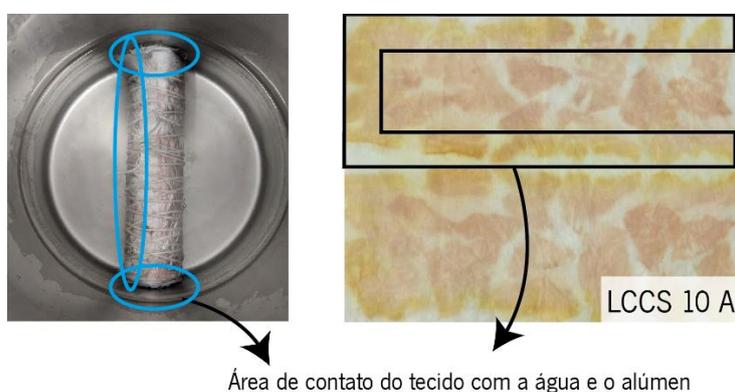


Figura 53: Área de contato do tecido com a solução de mordente (a autora)

A pós-mordentagem conferiu à estampa tons mais escuros de marrom e alaranjado. Além disso, esse processo tingiu o tecido em amarelo *neon*, mas ainda manteve os desenhos das cascas de cebola, como se pode observar na amostra TCVP 10 A.

Em relação aos tipos de fibras, verificou-se que a coloração obtida no linho e no Tencel apresentam tons muito semelhantes, comparando as amostras desenvolvidas com os mesmos processos, sendo o fator de destaque, o brilho e a opacidade das fibras de Tencel e de linho, respetivamente.

Ao observar a Figura 54, verifica-se que as amostras pré, pós e mordidas em simultâneo com alúmen geraram uma coloração e efeitos visuais diferentes das mordidas com tanino. Em relação às cores, observa-se que o tanino em conjunto com as cascas de cebola resultou em tons sóbrios de marrom-alaranjado e amarelo claro. O alúmen de potássio, em contrapartida, conferiu tonalidades muito vibrantes de marrom-alaranjado, dourado e amarelo.

Ainda deve-se destacar que o alúmen evidenciou as formas das cascas de cebola, mantendo o contorno sempre muito nítido, não apresentando o efeito aquarela percebido nas amostras mordidas com tanino, como mostra a Figura 54.



Figura 54: Comparação entre amostras mordidas com tanino e alúmen (a autora)

Após analisar todas as amostras desenvolvidas com a casca de cebola, é possível verificar alguns efeitos visuais obtidos. No geral, todas as estampas possuem detalhes nos desenhos ocasionados por bolhas de ar que estavam entre a casca de cebola e o tecido, formadas quando o tecido foi enrolado no cilindro. Isso resultou em falhas no preenchimento das ilustrações dos substratos mordidos com tanino, à esquerda, e alúmen, à direita na Figura 55. Esse efeito é ainda mais evidente nas amostras mordidas com alúmen.

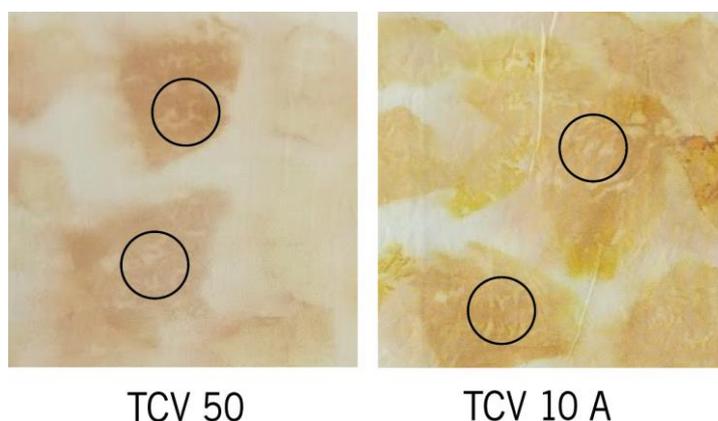


Figura 55: Detalhe dos efeitos visuais gerados pela casca de cebola (a autora)

A dobragem do tecido ao meio gera uma estampa espelhada, isso é, os desenhos que compõem o padrão são reproduzidos em ambas as metades do substrato, mas em sentidos opostos. Porém, no caso da impressão botânica, verificou-se que o uso de materiais vegetais corantes, nesse caso as cascas de cebola, gerou uma coloração diferente em ambos os lados da mesma face do substrato. Ao comparar as duas metades do tecido, nota-se que uma delas apresenta um desenho

de coloração mais escura, enquanto no outro lado, o mesmo desenho exibe cores mais claras, como mostra a Figura 56. Em um estudo mais aprofundado, verificou-se que essa variação na tonalidade não se deve ao lado da casca (parte interna ou externa), isso é, o lado externo da casca pode conferir tanto tons mais escuros quanto mais claros do que o interno. Uma possibilidade que justifica esse fator é que, como descrito no subcapítulo dos corantes naturais, os materiais corantes naturais podem sofrer alterações conforme a espécie, o cultivo, safra, entre outros. Assim sendo, pode-se também pressupor que um mesmo tipo de vegetal pode conter concentrações variadas de material corante e que essa concentração pode variar para cada uma de suas faces.

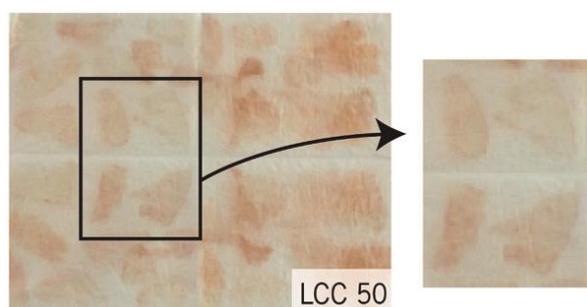


Figura 56: Diferença de cor entre ambos os lados do tecido (a autora)

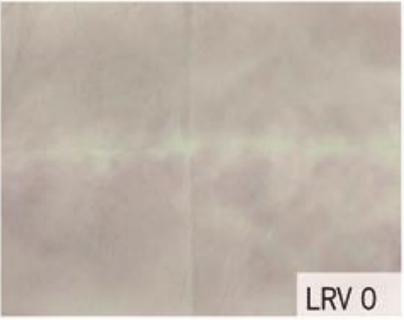
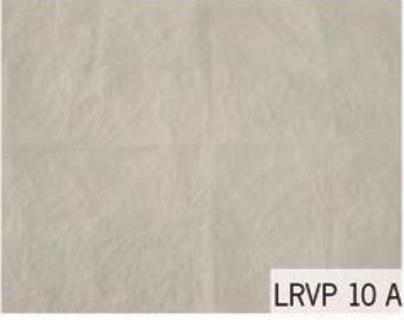
Linho		
Repolho roxo		
Mordentagem 10% alúmen com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 LRC 0	 LRV 0
Pré- mordentagem		 LRV 10 A
Mordentagem em simultâneo	 LRCS 10 A	
Pós- mordentagem		 LRVP 10 A

Figura 57: Amostras em linho nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alúmen (a autora)

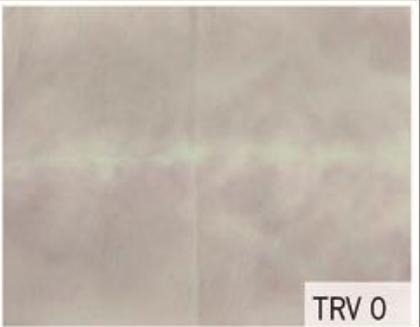
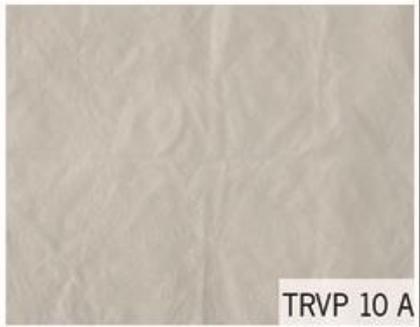
Tencel		
Repolho roxo		
Mordentagem 10% alúmen com 2 L de água	Cozido	A vapor
Sem mordente	 TRC 0	 TRV 0
Pré- mordentagem		 TRV 10 A
Mordentagem em simultâneo	 TRCS 10 A	
Pós- mordentagem		 TRVP 10 A

Figura 58: Amostras em Tencel nos diferentes processos de mordentagem com 10% de alúmen (a autora)

A pré-mordentagem com alúmen resultou no mesmo efeito de *animal print* de onça relatado anteriormente. Contudo, esse mordente tornou o contorno azulado, mas manteve o preenchimento violeta.

O mesmo ocorre na mordentagem em simultâneo, a qual manteve as manchas em duas cores, contudo, substituindo as tonalidades de rosa por azuis.

Por fim, a pós-mordentagem com alúmen eliminou o corante do substrato, tornando-o novamente branco.

Se comparamos os efeitos visuais obtidos nos processos de pré, pós e mordentagem em simultâneo com alúmen e com tanino, observa-se que os mordentes não influenciaram nos desenhos dos padrões. Contudo a coloração apresentada pelas estampas é muito distinta. O tanino, por exemplo, gerou tonalidades mais vividas de rosa e violeta, já o alúmen de potássio conferiu tons mais sóbrios de violeta e azul, como mostra a Figura 59.

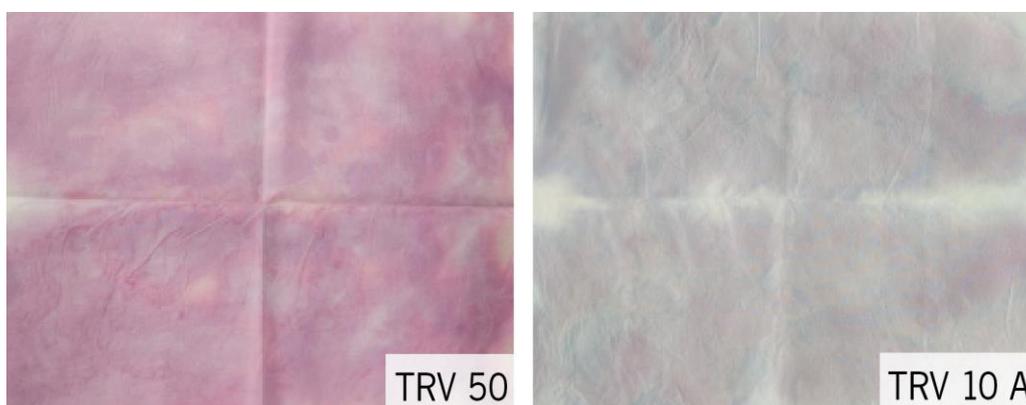


Figura 59: Comparação entre amostras mordidas com tanino e alúmen (a autora)

Ao observar todos os processos desenvolvidos e materiais utilizados, constata-se que todas as variáveis estudadas, ou seja, os métodos de mordentagem; os mordentes e suas concentrações; e os processos de impressão botânica interferem diretamente no efeito visual exibido pelo tecido.

Vale também ressaltar que o tipo de fibra também influencia o resultado, uma vez que o Tencel apresenta um brilho subtil e, por isso, gera uma estampa lustrosa, ao contrário do linho que exhibe padrões mate.

Portanto, é de grande importância que os *designers* conheçam como é que cada um desses métodos e/ou materiais interfere nos efeitos cromáticos e estéticos das estampas. Isso permitirá que o profissional opte por materiais e técnicas que resultarão em efeitos estéticos e cromáticos mais próximos aos desejados. Por exemplo, ao realizar a impressão botânica com cascas de cebola, utilizando o processo de mordentagem em simultâneo com o mordente de alúmen, o *designer* pode formar, não só um padrão com as formas das cascas do vegetal, mas também com

listras. Ainda pode preferir um processo que estampe o tecido ao mesmo tempo em que o tingem, nesse caso, selecionaria o método de pós-mordentagem.

3.3 Avaliação da solidez da cor

Sabe-se que os tecidos voltados para aplicação em vestuários estão sujeitos a diversas condições, como lavagens, fricção, exposição aos raios UV, e tais fatores podem interferir diretamente na coloração. Entende-se, portanto, que a realização dos testes de solidez é de grande importância para verificar como os processos de mordentagem e de impressão botânica; os mordentes; as fibras têxteis e os corantes vegetais interferem nos resultados de solidez.

Foram definidas, então, as 22 amostras que seriam submetidas aos testes de solidez à luz, lavagem e fricção a seco e húmido, seguindo as normas, AATCC 186-2006 (AATCC, 2006), NP EN ISO 105-C06 (ISO, 2010) e NP EN ISO 105-D02 (ISO, 1997), respetivamente. As normas de solidez da cor exigem uma medição de cor das amostras e dos testemunhos, no caso do teste da lavagem e da fricção, a qual foi efetuada no Espectrofotómetro de modelo DataColor SF 600 plus C.T., e *software* DataColor Tools.

Na Tabela 8 estão listadas as amostras que foram selecionadas, assim como suas respetivas descrições, que compreendem as seguintes variáveis: mordentes distintos; a impressão a vapor e fervida; a mordentagem em simultâneo, bem como a pré e a pós; os tipos de fibras e os vegetais.

Tabela 8: Amostras selecionadas para testes de solidez da cor

Fibra	Vegetal	Amostra	Descrição
Linho	Casca de cebola	LCV 0	Sem mordente, impressão a vapor
		LCV 50	Tanino 50%, pré-mordido, impressão a vapor
		LCVP 50	Tanino 50%, pós-mordido, impressão a vapor
		LCV 10 A	Alúmen 10%, pré-mordido, impressão a vapor
		LCVP 10 A	Alúmen 10%, pós-mordido, impressão a vapor
	Repolho roxo	LRC 0	Sem mordente, impressão cozido
		LRV 0	Sem mordente, impressão a vapor
		LRV 50	Tanino 50%, pré-mordido, impressão a vapor
		LRCS 50	Tanino 50%, simultâneo, impressão cozido
		LRV 10 A	Alúmen 10%, pré-mordido, impressão a vapor
		LRCS 10 A	Alúmen 10%, simultâneo, impressão cozido
Tencel	Casca de cebola	TCV 0	Sem mordente, impressão a vapor
		TCV 50	Tanino 50%, pré-mordido, impressão a vapor
		TCVP 50	Tanino 50%, pós-mordido, impressão a vapor
		TCV 10 A	Alúmen 10%, pré-mordido, impressão a vapor
		TCVP 10 A	Alúmen 10%, pós-mordido, impressão a vapor
	Repolho roxo	TRC 0	Sem mordente, impressão cozido
		TRV 0	Sem mordente, impressão a vapor
		TRV 50	Tanino 50%, pré-mordido, impressão a vapor
		TRCS 50	Tanino 50%, simultâneo, impressão cozido
		TRV 10 A	Alúmen 10%, pré-mordido, impressão a vapor
		TRCS 10 A	Alúmen 10%, simultâneo, impressão cozido

É importante ressaltar que, uma vez que o processo de impressão botânica resulta em uma coloração não uniforme, não seria possível realizar a medição de cor no espectrofotômetro de modo convencional, ou seja, não foram realizadas medições em diferentes partes do tecido, mas sim definida uma determinada área a ser medida em todos os momentos em cada amostra. Dessa forma, para viabilizar a medição das amostras dos testes de solidez foi necessário demarcar a posição na amostra onde a cor seria medida, nos diferentes ciclos de medição. Para os testes de solidez à luz a marcação ocorreu no próprio tecido com fita cola, como representada na Figura 60, contudo, essa mesma proposta não seria ideal para os testes de fricção a seco e húmido; e para a lavagem, uma vez que a fita cola poderia se descolar e desmarcar a área de medição.

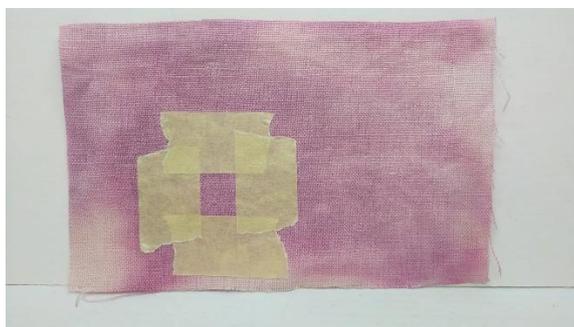


Figura 60: Demarcação da área de medição (a autora)

Fez-se necessário, portanto, desenvolver um molde em papel com um furo (do mesmo tamanho do orifício do espectrofotômetro) no local onde a amostra seria medida, garantindo que a análise da cor ocorresse sempre no mesmo local.

Para definir o local de medição, deslizou-se o molde em papel sobre o tecido impresso estendido buscando identificar uma área onde a coloração fosse mais uniforme.

A Figura 61 demonstra como as marcações para os testes de lavagem e fricção foram efetuadas, bem como o processo de identificação do local que foi medido.

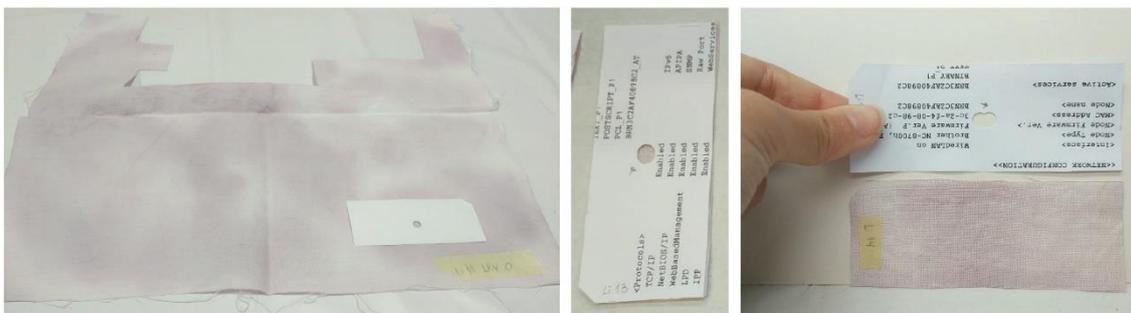


Figura 61: Identificação e molde para as medições de cor (a autora)

A medição dos tecidos submetidos aos testes de solidez a lavagem e a fricção a seco e húmido no espectrofotómetro. ocorreu do seguinte modo: Primeiro o molde em papel foi posicionado no espectrofotómetro, sobrepondo o furo do papel no orifício do equipamento. Depois a amostra foi colocada sobre o molde (atentando-se para as marcações da amostra e do papel) e presa ao maquinário. Por fim o papel foi removido cuidadosamente para que não movesse o tecido de lugar. A Figura 62 demonstra as etapas desse processo.

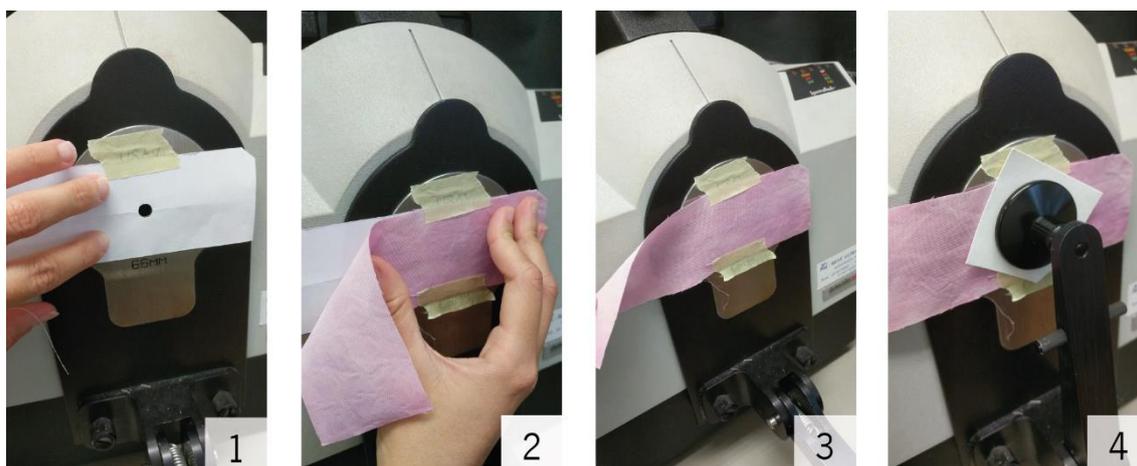


Figura 62: Etapas para a medição das amostras (a autora)

- Solidez da cor à luz

Os testes de solidez à luz decorreram seguindo a norma AATCC 186-2006, opção 1, a qual simula a exposição à radiação UV (60°C) por oito horas, seguindo-se quatro horas de condensação (50°C), totalizando um ciclo de 12 horas. As amostras foram cortadas em tamanhos de 13 x 8,2 cm e o processo foi realizado na máquina Accelerated Weathering Tester QUV.

A definição do teste compreendeu os seguintes ciclos: 2 (24h), 3 (36h), 4 (48h), 5 (60h) e 6 (72h) e, ao final de cada ciclo, as amostras eram retiradas do equipamento e secas numa estufa a 40°C. As amostras foram fotografadas numa câmara de luz estandardizada com a iluminação D65, para serem analisadas, e, em seguida, foi realizada a medição de cor nos locais demarcados para cada exemplar. Posteriormente, os tecidos eram novamente colocados no equipamento.

- Solidez da cor à lavagem

O teste de solidez à lavagem foi realizado no equipamento Linitest Original-Hanau e se deu de acordo com a norma NP EN ISO 105-C06 ensaio A1S, o qual propõe que a lavagem ocorra a uma temperatura de 40°C durante 30 minutos com 10 bolas de aço com volume de 150 mL de solução de água e detergente, numa razão de 4 g/L de detergente ECE, para cada amostra. Nesse teste,

os tecidos foram cortados com uma dimensão de 4 x 10 cm. Em ambas as laterais de cada exemplar foi costurado o multifibras composto por lã, acrílico, poliéster, poliamida, algodão e acetato. Após a lavagem, as amostras foram enxaguadas com água e secas em estufa a 40°C. Neste teste a medição da cor ocorre na amostra e no multifibras, a fim de se avaliar a alteração da cor e o manchamento, respetivamente.

- Solidez da cor à fricção seco e húmido

O teste de solidez da cor à fricção seguiu a norma NP EN ISO 105-D02, nesse momento as amostras de tamanho 5 x 18 cm foram posicionadas no equipamento Crockmeter. Na cabeça de fricção, foi colocado um pedaço de tecido 100% algodão de 5 x 5 cm, nomeado de testemunho, o qual foi molhado para o teste de fricção a húmido. A pressão exercida sobre o substrato foi de 9 N e foram realizadas dez passagens.

Após essa etapa, as amostras e os testemunhos húmidos foram secos à temperatura ambiente. Tanto a coloração dos exemplares estampados quanto a dos testemunhos foram medidas no espectrofotómetro, a fim de se obter os valores referentes à alteração da cor e o do manchamento.

Os valores da alteração da cor e da avaliação do manchamento atribuídos para cada amostra e testemunho submetidos aos testes de solidez (à luz, à lavagem e à fricção a seco e húmido) foram obtidos a partir do sistema CIELAB. Tais valores correspondem a comparação entre o antes e depois da amostra ser submetida a esses testes e que foram medidas no espectrofotómetro DataColor SF 600 plus C.T.

Para a avaliação da alteração de cor deve-se utilizar os valores apresentados pela escala cinzenta. Esse valor é obtido a partir da comparação entre a amostra original e a que foi submetida ao teste de solidez da cor e, portanto, deve-se medir ambas as amostras (EEEEP). A escala cinzenta corresponde a “nove pares de ‘padrões cinza’, cada par representando a diferença de cor ou contraste (intensidade), que corresponde a um índice de solidez (valor numérico)” (EEEEP, p. 18).

Tendo em vista que a impressão botânica gera uma estampa de tons variados e, por isso, não existe uma “amostra original”, a comparação entre as amostras ocorreu da seguinte forma: O tecido estampado foi, primeiramente, medido no espectrofotómetro com o auxílio do molde desenvolvido em papel, como explicado anteriormente. Em seguida, o substrato foi submetido ao teste de solidez da cor para, então, ser novamente medido, também com o molde em papel.

A avaliação do manchamento corresponde a migração dos corantes das amostras para um outro tecido, nomeado de testemunho ou multifibras (no caso do teste de solidez à lavagem).

Para a análise do grau de manchamento, realiza-se a medição do testemunho antes e depois do teste de solidez da cor, para, então, compará-los e verificar se houve ou não o manchamento. Para a solidez à fricção seco e húmido, utilizou apenas um tecido para cada teste. Contudo, como o de solidez à lavagem verifica o manchamento em vários tipos de fibras, foi necessário medir cada fibra presente no multifibras que, nesse caso, são de lã, acrílico, poliéster, poliamida, algodão e acetato.

A escala cinza avalia conforme valores de 1 a 5, sendo 1 pobre e 5 excelente, ou seja, 1 indica que houve uma grande alteração de cor ou muito manchamento, e 5 demonstra que não ocorreu alteração de cor nas amostras e testemunhos.

As análises das amostras, bem como os valores obtidos pelo espaço CIELAB, são apresentados a seguir.

3.3.1 Resultados e discussão

Os valores obtidos a partir da escala cinzenta para as amostras estampadas com cascas de cebola e com repolho roxo foram analisados a fim de verificar como os parâmetros estudados influenciam nas propriedades de solidez da cor.

- Solidez da cor à luz

Os valores atribuídos às amostras de linho e Tencel impressas com casca de cebola estão representados Tabela 9, e a Figura 63 apresenta fotografias correspondentes ao local do tecido estampado que foi medido no espectrofotómetro. As fotos das amostras inteiras podem ser visualizadas no Anexo A.

Tabela 9: Tabela de solidez à luz da casca de cebola

Padrão	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
LCV 0	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
LCV 50	4-5	4-5	4-5	4	3-4
LCVP 50	4	4-5	4-5	4	3-4
LCV 10 A	3	2-3	1-2	1-2	1-2
LCVP 10 A	2-3	2	2	1-2	1-2
TCV 0	2-3	3	3	2-3	2-3
TCV 50	4	4	3-4	4	3-4
TCVP 50	3	3-4	3-4	2-3	3
TCV 10 A	1	1-2	2	2	1-2
TCVP 10 A	2	2	1-2	1-2	1

Solidez à luz						
	0 h	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
LCV 0						
LCV 50						
LCVP 50						
LCV 10 A						
LCVP 10 A						
TCV 0						
TCV 50						
TCVP 50						
TCV 10 A						
TCVP 10 A						

Figura 63: Solidez à luz dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)

A amostra não mordida, LCV 0, desbotou muito nas primeiras 24 h, obtendo um valor de 2-3, contudo esse valor se manteve constante até completar as 72 horas, indicando que não ocorreu mais desbotamento.

O exemplar pré-mordido com tanino, LCV 50, teve uma alteração muito pequena entre os períodos das 0 às 48 horas (avaliado em 4-5). Por outro lado, ao final das 60 e 72 horas, a amostra apresentou uma alteração mínima (quando comparada a das 48h), mas constante, sendo essa de 4 e 3-4, respetivamente.

Ao final das 24 horas, a amostra pós-mordida com tanino (LCVP 50) apresentou uma leve alteração de cor, contudo, entre esse período até o final das 48 horas, o valor atribuído para a

alteração de cor aumentou ligeiramente de 4 para 4-5, o que pode indicar uma leve intensificação na cor, um efeito de envelhecimento causado pela exposição à luz ou alguma pequena alteração no posicionamento da amostra na medição de cor. Em seguida o valor baixa novamente para 4-5 e, ao final das 72 horas, sofre uma maior degradação da cor (3-4).

Nas primeiras 24 horas, nota-se que os corantes da amostra pré-mordida com alúmen (LCV 10 A) sofreram uma grande degradação (3). No período compreendido entre as 24 e 36 horas, a amostra apresentou um desbotamento sutil (passou do 3 para 2-3). Após esse momento, ao final das 48 horas, houve uma alta degradação da cor, a qual foi avaliada com valor 1-2, essa nota manteve-se constante até o final do processo.

Os corantes presentes na amostra LCVP 10 A (pós-mordida com alúmen), nas primeiras 36 horas, sofreram grande degradação, apresentando uma nota 2-3 (24h) e 2 (36h). Após esse momento, entre as 36 e 48 horas, não existiu qualquer desbotamento. Depois das 60 horas, porém, o tecido apresentou uma alteração sutil de cor, passando do 2-3 para 1-2, valor que permaneceu até o final das 72 horas.

O exemplar não mordido (TCV 0) sofreu uma grande alteração de cor nas primeiras 24 horas (2-3). Em seguida, porém, a nota para esse critério recebeu um valor mais elevado (3), indicando uma intensificação leve dos corantes. Essa nota manteve-se entre os períodos de 36 horas e 48 horas e, ao final das 72 horas, os corantes, novamente, sofreram degradação, finalizando o processo com o valor 2-3.

Na amostra pré-mordida com tanino (TCV 50) verificou-se que até o final das 36 horas, os corantes sofreram uma leve degradação e, por isso, foi classificado em 4. No momento seguinte, contudo, esse valor reduziu minimamente para 3-4, demonstrando uma nova alteração na cor. Finalizada as 60 horas, entretanto, foi constatado uma intensificação na coloração (4), a qual sofreu, novamente, um pequeno desgaste, recebendo nota 3-4.

No exemplar TCVP 50 (pós-mordido com tanino) nota-se que a alteração de cor foi significativa ao final das 24 horas, recebendo nota 3. Após esse período, porém, as cores foram minimamente intensificadas, alterando o valor de 3 para 3-4 ao fim das 48 horas. Em seguida, os corantes sofreram uma notável degradação (2-3). Ao final do processo, o valor da alteração de cor aumentou e foi para 3, indicando uma nova intensificação das cores.

Os corantes da amostra TCV 10 A (pré-mordida com alúmen), nas primeiras 24 horas do processo, sofreram uma importante degradação, recebendo valor 1 para a alteração de cor. Em seguida, essa nota aumentou para 1-2 ao final das 36 horas, e depois para 2, valor que se manteve estável até completar as 60 horas. Essa elevação na nota ocorreu dada a intensificação da cor. Ao fim das 72 horas, porém, houve uma pequena degradação de cor, sendo avaliado com 1-2.

Nota-se, na amostra pós-mordida com alúmen (TCVP 10 A), que no período compreendido entre as 0 e 36 horas, houve uma alta degradação dos corantes avaliada em 2. Após esse tempo, a degradação da cor, que se manteve estável entre as 48 e 60 horas (1-2), aumentou e passou para 1 ao final das 72 horas, o que indica uma intensificação da cor.

Ao verificar os valores das amostras em linho, foi observado que ambos os exemplares mordidos com tanino foram os que apresentaram maior solidez da cor à luz, indicando que, quando comparados às amostras não mordidas, o tanino melhorou as propriedades de solidez dos corantes. O mesmo não ocorre com o alúmen, o qual obteve um resultado mais baixo do que a amostra não mordida.

Nos exemplares em Tencel foi observado esse mesmo resultado. As amostras mordidas com tanino apresentaram valores superiores aos não mordidos. Por outro lado, o alúmen de potássio obteve valores inferiores às amostras sem mordentes. Isso demonstra que o alúmen não criou ligação entre a fibra e corante.

Relativamente aos processos de mordentagem, verificou-se que esses não influenciaram na solidez tanto dos exemplares em linho quanto em Tencel.

Quando observamos as fotos das amostras em linho na Figura 63 no período compreendido entre as 0h e 72h, verifica-se que a alteração de cor dos exemplares é, de fato, nítida, com exceção da amostra pós-mordida com 50% de tanino e impressa a vapor (LCVP 50). Nos demais substratos nota-se que houve uma degradação da cor, como no caso da amostra LCVP 10 A, ou um aumento na intensidade da cor podendo ser causada, como já referido, pela posição da amostra no espectrofotômetro ou pelo efeito de envelhecimento.

As fotos referentes ao substrato de Tencel (Figura 63) mostram que a amostra não mordida e a pós-mordida com tanino (TCV 0 e TCVP 50) tornaram-se mais amareladas, enquanto a pré-mordida com tanino (TCV 50) não apresentou uma alteração de cor muito perceptível a partir da

observação direta. Por outro lado, ambos exemplares mordidos com alumínio (TCV 10 A e TCVP 10 A) demonstraram um nítido desbotamento ao final das 72 horas.

Os valores obtidos para os testes de solidez à luz nos tecidos estampados com repolho roxo são exibidos na Tabela 10, e a Figura 64 apresenta as fotos das amostras. As tabelas contendo as fotos das amostras por inteiro estão no Anexo B.

Tabela 10: Tabela de solidez à luz do repolho roxo

Padrão	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
LRC 0	1	1	1	1	1
LRV 0	1	1	1	1	1
LRV 50	1	1	1	1	1
LRCS 50	1	1	1	1	1
LRV 10 A	1	1	1	1	1
LRCS 10 A	1	1	1	1	1
TRC 0	1-2	1-2	1	1	1
TRV 0	1	1	1	1	1
TRV 50	1	1	1	1	1
TRCS 50	1	1	1	1	1
TRV 10 A	1-2	1	1	1	1
TRCS 10 A	1	1	1	1	1

Solidez à luz						
	0 h	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
LRC 0						
LRV 0						
LRV 50						
LRCS 50						
LRV 10 A						
LRCS 10 A						
TRC 0						
TRV 0						
TRV 50						
TRCS 50						
TRV 10 A						
TRCS 10 A						

Figura 64: Solidez à luz dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)

Ao analisar a Tabela 10 e a Figura 64, observa-se que todas as amostras sofreram grande alteração de cor nos diferentes períodos, recebendo notas de 1 e 1-2. Isso indica que nenhum dos processos de impressão e mordentagem, assim como os mordentes, não criaram afinidade entre os corantes de repolho e as fibras de linho e Tencel.

- Solidez da cor à lavagem

A Tabela 11 apresenta os valores para alteração de cor das amostras impressas com cascas de cebola e avaliação de manchamento dos testemunhos. A Figura 65 exibe o antes e depois das amostras, sendo que a tabela ao lado esquerdo apresenta uma imagem de pormenor da área onde as amostras foram medidas.

Tabela 11: Tabela de solidez à lavagem da casca de cebola

Padrão	Alteração da cor	Avaliação do manchamento					
		Lã	Acrílico	Poliéster	Poliamida	Algodão	Acetato
LCV 0	1	4-5	5	5	5	4-5	5
LCV 50	1	4-5	5	5	5	4-5	5
LCVP 50	2	4-5	5	5	5	5	5
LCV 10 A	1	4-5	5	5	5	4-5	4-5
LCVP 10 A	1	4-5	5	5	4-5	5	5
TCV 0	2	4-5	5	5	5	4-5	5
TCV 50	2	4-5	5	5	5	4-5	5
TCVP 50	2	4-5	5	5	5	4-5	5
TCV 10 A	1-2	4-5	5	5	5	4	5
TCVP 10 A	1	4	5	5	4-5	5	5

Solidez à lavagem				
Amostras	Imagem aproximada		Amostra inteira	
	Antes	Depois	Antes	Depois
LCV 0				
LCV 50				
LCVP 50				
LCV 10 A				
LCVP 10 A				
TCV 0				
TCV 50				
TCVP 50				
TCV 10 A				
TCVP 10 A				

Figura 65: Solidez à lavagem dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)

Na Tabela 11 e na Figura 65 verifica-se que todas as amostras sofreram uma alteração de cor notável, independentemente do processo de mordentagem, mordente, processo de impressão e da fibra. Se comparados os valores da escala de cinzentos, nota-se que os exemplares em Tencel obtiveram resultados ligeiramente menos baixos do que os do linho. Contudo, em ambas as fibras os valores são baixos, o que indica que os mordentes utilizados não criaram uma ligação entre as fibras de Tencel e linho com o corante das cascas de cebola, o que implica uma baixa solidez da cor à lavagem. Deve-se, portanto, verificar um outro mordente que possa melhorar essa propriedade.

Mesmo que as amostras tenham apresentado uma alteração da cor significativa, os corantes eliminados durante a lavagem não mancharam os testemunhos de modo relevante, mantendo os valores de manchamento entre 4 e 5.

No geral, percebe-se que todas as amostras apresentam uma solidez da cor à lavagem muito baixa. Ainda assim, a amostra em linho impressa a vapor e pós-mordida com tanino, demonstra um resultado levemente melhor. No caso do Tencel, ambos os tecidos mordidos com alúmen apresentaram um resultado mais baixo quando comparados as amostras sem mordente, indicando que os exemplares não mordidos são mais resistentes que os mordidos com alúmen de potássio. O tanino, nesse caso, obteve a mesma nota que tecido sem mordente, ou seja, não houve uma melhora na solidez da cor.

A seguir, a Tabela 12 apresenta os valores obtidos pelos tecidos impressos com repolho roxo no teste de solidez à lavagem. A Figura 66 mostra o antes e depois das amostras. Nessa figura, o lado esquerdo exibe uma imagem de pormenor do local do tecido cuja cor foi medida.

Tabela 12: Tabela de solidez à lavagem do repolho roxo

Padrão	Alteração da cor	Avaliação do manchamento					
		Lã	Acrílico	Poliéster	Poliamida	Algodão	Acetato
LRC 0	1	4	5	5	4-5	5	5
LRV 0	1	4	5	5	5	5	5
LRV 50	1	4-5	5	5	5	5	5
LRCS 50	1	4	5	5	5	5	5
LRV 10 A	1	4-5	5	5	4-5	5	5
LRCS 10 A	1	4	5	5	5	5	4-5
TRC 0	1-2	4	5	5	5	5	5
TRV 0	1	4	5	5	5	5	5
TRV 50	1	4-5	5	5	5	5	4-5
TRCS 50	1	4-5	5	5	4-5	5	4-5
TRV 10 A	1	4-5	5	5	5	5	5
TRCS 10 A	1	4	5	5	4-5	5	5

Amostras	Solidez à lavagem				
	Imagem aproximada		Amostra inteira		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Depois
LCV 0					
LCV 50					
LCVP 50					
LCV 10 A					
LCVP 10 A					
TCV 0					
TCV 50					
TCVP 50					
TCV 10 A					
TCVP 10 A					
TRV 10 A					
TRCS 10 A					

Figura 66: Solidez à lavagem dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)

Ao observar a Tabela 12 e a Figura 66, verifica-se que o processo de impressão com repolho roxo se mostrou ineficiente no respeitante à solidez à lavagem, uma vez que todas as amostras receberam uma avaliação péssima (1 e 1-2). O único exemplar que obteve nota 1-2 (valor mais alto) foi o Tencel não mordido, cujo processo de impressão foi cozido na água.

Em relação aos testemunhos multifibras, observa-se que o acrílico, o poliéster e o algodão não sofreram qualquer manchamento de cor. A lã, pelo contrário, foi subtilmente manchada por todas as amostras, com valores 4 e 4-5. Por fim, a poliamida e o acetato apresentam um manchamento muito subtil por algumas amostras. A poliamida revelou uma alteração de cor (4-5) quando lavada com os tecidos de linho sem mordente e pré-mordido com alúmen (LRC 0 e LRV 10 A, respetivamente) e no Tencel mordido em simultâneo tanto com tanino quanto com alúmen (TRCS 50 e TRCS 10 A). O acetato foi manchado quando lavado juntamente da amostra de linho mordida em simultâneo com o alúmen (LRCS 10 A) e no Tencel pré-mordido e em simultâneo com tanino (TRV 50 e TRCS 50).

Tendo em vista os valores apresentados para os tecidos coloridos com repolho roxo e mordidos com alúmen e tanino, nota-se que nenhum desses mordentes criou afinidade entre o corante e o tipo de fibra. Isso porque os exemplares mordidos apresentaram valores iguais ou inferiores aos dos não mordidos. Portanto, é imprescindível verificar uma substância capaz de criar essa ligação a fim de melhorar as propriedades de solidez da cor à lavagem.

- Solidez da cor à fricção a seco e húmido

Os resultados do teste de solidez à fricção a seco e húmido dos tecidos impressos com cascas de cebola são apresentados na Tabela 13. O primeiro teste analisado será a fricção a seco, cujas amostras são exibidas na Figura 67.

Tabela 13: Tabela de solidez à fricção a seco e húmido da casca de cebola

Padrão	Alteração da cor a seco	Avaliação do manchamento a seco	Alteração da cor húmido	Avaliação do manchamento húmido
LCV 0	4-5	4-5	4-5	4
LCV 50	4-5	4-5	4-5	3-4
LCVP 50	4	4-5	4-5	5
LCV 10 A	3	4-5	4-5	3-4
LCVP 10 A	3-4	4-5	4-5	4-5
TCV 0	4-5	4-5	4-5	4
TCV 50	4-5	4-5	4-5	4-5
TCVP 50	4-5	4-5	4-5	4-5
TCV 10 A	4-5	4-5	3-4	3-4
TCVP 10 A	4-5	4-5	3	4-5

Solidez à fricção seco				
Amostras	Imagem aproximada		Amostra inteira	
	Antes	Depois	Antes	Depois
LCV 0				
LCV 50				
LCVP 50				
LCV 10 A				
LCVP 10 A				
TCV 0				
TCV 50				
TCVP 50				
TCV 10 A				
TCVP 10 A				

Figura 67: Solidez à fricção a seco dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)

Com base nos valores do teste de fricção a seco apresentados na Tabela 13, verifica-se que todas as amostras em Tencel obtiveram um bom resultado (4-5) para a alteração de cor, o que indica

que a cor nesses substratos sofreu uma mínima alteração. O mesmo, porém, não é observado nos exemplares de linho. Esses demonstram maior oscilação nos valores, por exemplo: a amostra não mordida (LCV 0) e a pré-mordida com tanino (LCV 50) receberam a melhor avaliação (4-5), enquanto a pré-mordida com alúmen (LCV 10 A) e a pós-mordida com o mesmo mordente (LCVP 10 A) foram avaliadas em 3 e 3-4, respectivamente, ou seja, a cor nessa amostra foi visivelmente alterada.

Para o manchamento todas as amostras receberam 4-5, que é um resultado muito bom e indica que os corantes quase não mancharam o testemunho.

Nesse teste apenas duas amostras tiveram notas pouco satisfatórias (3 e 3-4), são elas: os exemplares em linho pré e pós-mordidos com alúmen e impressos por vapor. Conclui-se, portanto, que o alúmen não melhora as propriedades de solidez dos corantes das cascas de cebola no tecido de linho. As demais amostras mordidas, obtiveram o mesmo das não mordidas e, portanto, entende-se tanto o tanino quanto o alúmen não melhoram as propriedades de solidez da cor.

Nesse momento, será analisado o teste de fricção húmido realizado nos substratos estampados com cascas de cebola. As fotos dessas amostras são apresentadas na Figura 68, sendo que no lado esquerdo da tabela é apresentada uma imagem de pormenor do local onde foi efetuada a medição de cor.

Solidez à fricção húmido				
Amostras	Imagem aproximada		Amostra inteira	
	Antes	Depois	Antes	Depois
LCV 0				
LCV 50				
LCVP 50				
LCV 10 A				
LCVP 10 A				
TCV 0				
TCV 50				
TCVP 50				
TCV 10 A				
TCVP 10 A				

Figura 68: Solidez à fricção húmido dos tecidos impressos com casca de cebola (a autora)

Na Tabela 13, observa-se que o linho foi a fibra com os melhores resultados para a alteração da cor, já que todas as amostras apresentaram valor 4-5. O Tencel, ao contrário, apresentou valores mais baixos (entre 3 e 4) em relação a alteração de cor nos têxteis mordidos com alúmen (TCV

10 A e TCVP 10 A). As demais amostras de Tencel, ou seja, a que não foi mordida e as mordidas com tanino obtiveram uma boa avaliação nesse critério, sendo esse 4-5.

Em relação à avaliação do manchamento, é possível notar que o linho pós-mordido com tanino (LCVP 50) é o que apresenta o melhor valor (5), ou seja, o que menos manchou o testemunho. Dentre as amostras cujos valores são mais baixos estão os exemplares de linho pré-mordidos com tanino e alúmen (LCV 50 e LCV 10 A, respectivamente) e o Tencel pré-mordido com alúmen (TCV 10 A), todos com valores 3-4, sendo assim, são as amostras que mais mancharam o tecido de algodão.

Concluindo, ainda que o linho seja a fibra que menos apresentou alteração de cor da amostra, foi o Tencel que menos manchou o testemunho. Além disso, pode-se dizer que o processo de mordentagem assim como o mordente contribui para uma melhor ou pior solidez da cor. Nesse caso, a amostra com o melhor resultado foi o tecido não mordido composto por linho e impresso por vapor, enquanto os exemplares em Tencel pré e pós-mordidos com alúmen de potássio e impresso por vapor foram os que apresentaram a solidez mais baixa. Os tecidos mordidos com tanino, por outro lado, tiveram bom desempenho, contudo o seu uso não proporcionou uma melhora significativa.

Os valores de alteração de cor e a avaliação do manchamento dos testes de solidez à fricção seco e húmido para os tecidos coloridos com repolho roxo, são apresentados na Tabela 14. A primeira análise se refere aos tecidos submetidos ao teste de solidez à fricção a seco. As fotos com o antes e depois desses exemplares são exibidos na Figura 69.

Tabela 14: Tabela de solidez à fricção a seco e húmido do repolho roxo

Padrão	Alteração da cor a seco	Avaliação do manchamento a seco	Alteração da cor húmido	Avaliação do manchamento húmido
LRC 0	4-5	4-5	4	5
LRV 0	4	4-5	4-5	4-5
LRV 50	4-5	4-5	5	4-5
LRCS 50	4-5	4-5	4-5	4-5
LRV 10 A	4-5	4-5	4	4-5
LRCS 10 A	4-5	4-5	4-5	4-5
TRC 0	4-5	4-5	4-5	4-5
TRV 0	4-5	4-5	4	4-5
TRV 50	4	4-5	4	4-5
TRCS 50	4-5	4-5	4	4-5
TRV 10 A	4-5	4	4-5	4-5
TRCS 10 A	4-5	4	4	4-5

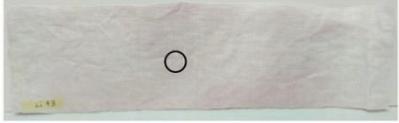
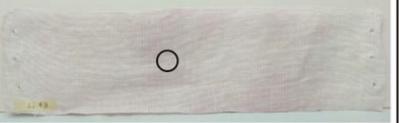
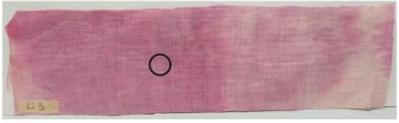
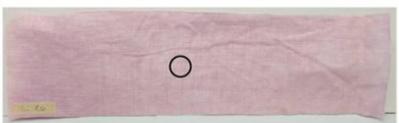
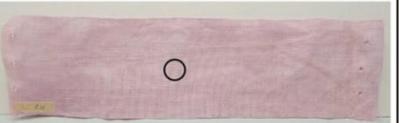
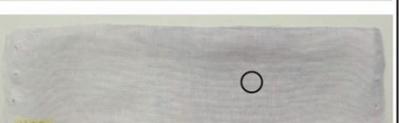
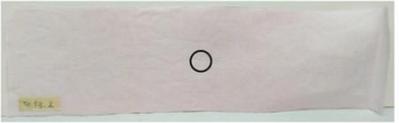
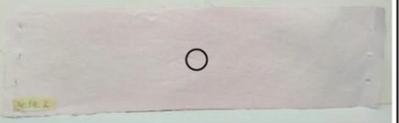
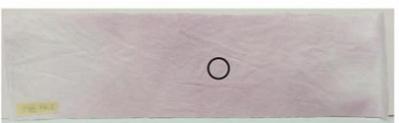
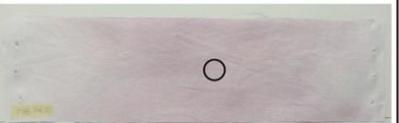
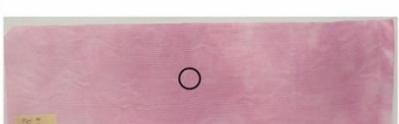
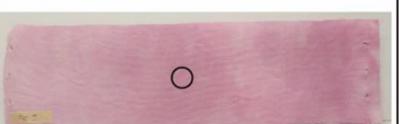
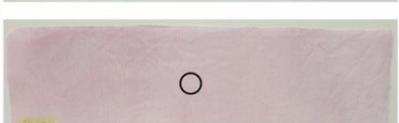
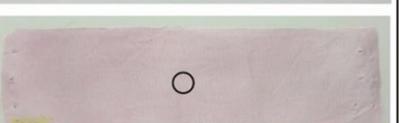
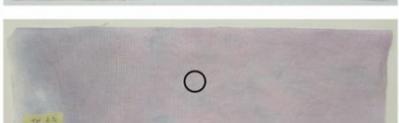
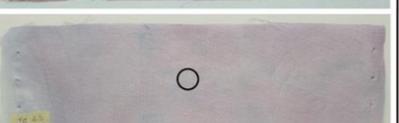
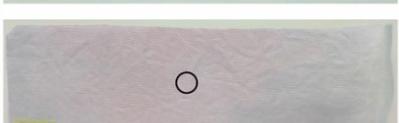
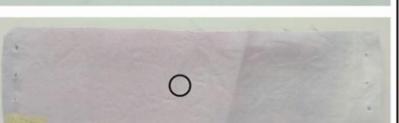
Solidez à fricção seco				
Amostras	Imagem aproximada		Amostra inteira	
	Antes	Depois	Antes	Depois
LRC 0				
LRV 0				
LRV 50				
LRCS 50				
LRV 10 A				
LRCS 10 A				
TRC 0				
TRV 0				
TRV 50				
TRCS 50				
TRV 10 A				
TRCS 10 A				

Figura 69: Solidez à fricção a seco dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)

A Tabela 14 mostra que, no geral, as amostras impressas com repolho roxo obtiveram uma avaliação muito boa, sendo a mais baixa de 4 (dada a somente duas amostras) e a mais alta 4-5. Para o tecido de linho a técnica de menor eficácia foi o cozido a vapor sem qualquer processo de mordentagem (LRV 0). Os demais substratos receberam a mesma pontuação (4-5). Por outro lado, o Tencel obteve o menor resultado para o têxtil cozido no vapor e pré-mordido com tanino (TRV 50). Assim como o linho, as outras amostras em Tencel receberam a mesma nota 4-5.

A avaliação dos testemunhos também foi muito boa. Nesse aspeto todas as amostras de linho absorveram bem o corante e, por isso receberam um valor 4-5, isso demonstra que o tecido de algodão foi subtilmente manchado. O Tencel, porém, apresentou duas amostras, ambas mordidas com alúmen (TRV 10 A e TRCS 10 A), cuja avaliação foi de 4, a qual implica em um manchamento leve, ainda que possa ser notado. As demais amostras em Tencel receberam nota 4-5.

No caso das amostras em linho pré-mordidas com tanino e alúmen e impressas a vapor, percebe-se uma leve melhora na solidez da cor, se comparada a amostra não mordida. Nos exemplares em Tencel, porém, verifica-se que nenhum dos mordentes proporcionou um melhor desempenho.

Em relação a mordentagem em simultâneo, não houve uma melhora com a utilização dos mordentes em ambas as fibras.

A seguir são apresentadas as análises das amostras submetidas ao teste de fricção húmido. As fotos desses tecidos são apresentadas na Figura 70.

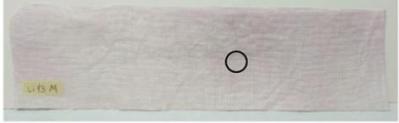
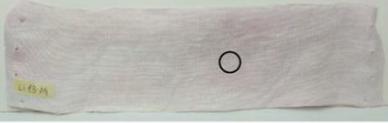
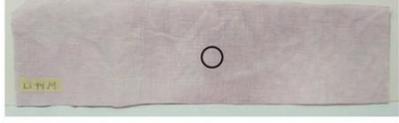
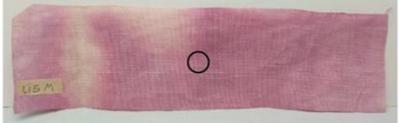
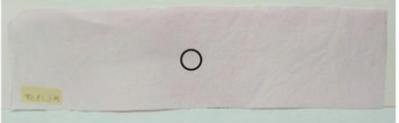
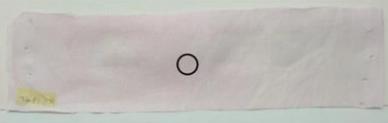
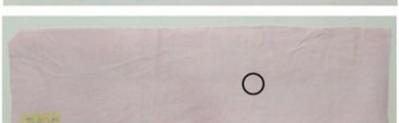
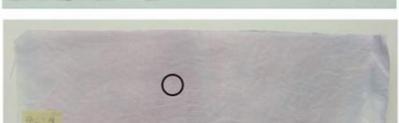
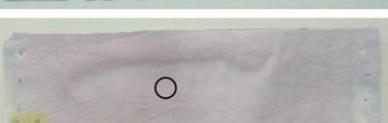
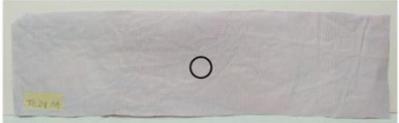
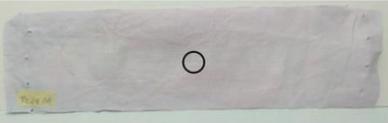
Solidez à fricção húmido				
Amostras	Imagem aproximada		Amostra inteira	
	Antes	Depois	Antes	Depois
LRC 0				
LRV 0				
LRV 50				
LRCS 50				
LRV 10 A				
LRCS 10 A				
TRC 0				
TRV 0				
TRV 50				
TRCS 50				
TRV 10 A				
TRCS 10 A				

Figura 70: Solidez à fricção húmido dos tecidos impressos com repolho roxo (a autora)

Os resultados apresentados na Tabela 14 indicam que não houve uma alteração significativa de cor nas amostras. Nota-se, porém, que os valores do Tencel foram ligeiramente mais baixos do que o linho. O método mais eficaz nesse teste foi a pré-mordentagem com tanino combinada à impressão a vapor no tecido de linho, de referência LRV 50, o qual obteve pontuação máxima (5). Em contrapartida, o que apresentou a avaliação geral mais baixa foi o linho pré-mordido com alúmen (LRV 10 A) com valor de alteração 4. Já para o Tencel, o processo que obteve o melhor resultado foi o tecido sem mordente e fervido (TRC 0). As amostras que foram mordidas apresentaram valores muito semelhantes entre si, variando entre 4 e 4-5, sendo o melhor valor referente a amostra cozida a vapor e pré-mordida com alúmen (TRV 10 A).

As notas obtidas para o manchamento, por outro lado, foi de 4-5 para todas as amostras, com exceção do tecido de linho não mordido e cozido na água (LRC 0), o qual recebeu 5. Essa avaliação indica que os tecidos tingidos com o corante do repolho roxo podem manchar minimamente outros têxteis.

Após analisar a tabela, verifica-se que os tecidos de linho mordidos em simultâneo com alúmen e tanino, melhoraram as propriedades de solidez do corante. Entretanto o mesmo não ocorre no Tencel, ao contrário, essa fibra obteve valores mais baixos nas amostras mordidas do que nas não mordidas. Em relação aos exemplares impressos no vapor, o que obteve o melhor resultado foi o linho pré-mordido com tanino (5), enquanto o alúmen aplicado à mesma fibra obteve nota mais baixa do que o tecido não mordido. Já o Tencel, analisando a impressão a vapor, teve uma melhora na solidez no substrato pré-mordido com alúmen. O tanino não proporcionou uma melhora e recebeu a mesma nota que o têxtil não mordido.

3.3.1.1 Conclusão

Os valores obtidos para os testes de solidez à luz (72 horas), lavagem e fricção, foram organizados em uma mesma tabela de acordo com o material corante de modo que as amostras pudessem ser comparadas entre si. Sendo assim, desenvolveram-se duas tabelas: na primeira os valores correspondentes aos tecidos de linho e Tencel estampados com cascas de cebola; e na segunda os valores das amostras coloridos com repolho roxo

Verificando os resultados obtidos em todos os testes de solidez para os tecidos estampados com cascas de cebola (Tabela 15), pode-se afirmar que as variáveis que obtiveram o melhor valor foi o

tecido composto por Tencel, pré-mordido com tanino e impresso a vapor. As demais amostras, tanto em linho quanto em Tencel, mordidas com tanino, e a não mordida em Tencel também mostraram um bom desempenho. Estes exemplares apresentaram valores de solidez satisfatórios para a elaboração de têxteis para vestuário.

Por outro lado, o alúmen de potássio apresentou resultados insatisfatórios para ambos os processos de mordentagem e tipos de fibra, o que indica que o alúmen não melhorou as propriedades de solidez dos corantes da casca de cebola e, portanto, não deve ser aplicado em conjunto com esse corante.

Tabela 15: Comparação entre as amostras estampadas com cascas de cebola

Padrão	Luz	Lavagem	Fricção seco	Fricção húmido
	72 h	Alteração da cor	Alteração da cor a seco	Alteração da cor húmido
LCV 0	2-3	1	4-5	4-5
LCV 50	3-4	1	4-5	4-5
LCVP 50	3-4	2	4	4-5
LCV 10 A	1-2	1	3	4-5
LCVP 10 A	1-2	1	3-4	4-5
TCV 0	2-3	2	4-5	4-5
TCV 50	3-4	2	4-5	4-5
TCVP 50	3	2	4-5	4-5
TCV 10 A	1-2	1-2	4-5	3-4
TCVP 10 A	1	1	4-5	3

 Melhor
 Bom

Ao fazer uma análise comparativa entre o antes e depois da amostra pré-mordida com 50% de tanino e cozida a vapor (Figura 71), pode-se perceber que o exemplar TCV 50 que no geral a estampa não sofreu grandes alterações em sua coloração após a realização dos testes, com exceção do substrato submetido à lavagem, o qual apresenta um desbotamento muito acentuado.

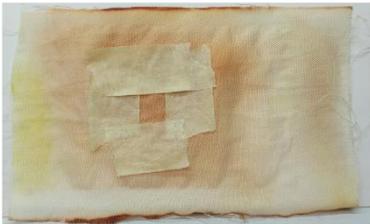
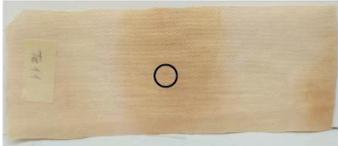
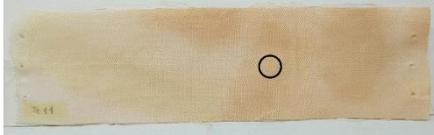
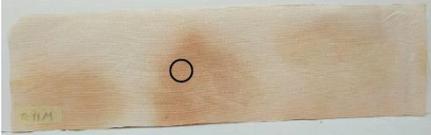
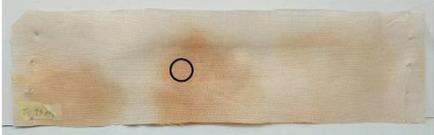
	TCV 50	
	Antes ou 0h	Depois ou 72h
Solidez à luz		
Solidez à lavagem		
Solidez à fricção seco		
Solidez à fricção húmido		

Figura 71: Antes e depois dos testes de solidez da amostra TCV 50 (a autora)

Ao analisar a avaliação referente ao corante do repolho roxo (Tabela 16), constata-se que esse material não é indicado para aplicação em vestuário. Isso devido ao seu péssimo desempenho para os testes de solidez à luz e à lavagem (dois fatores muito importantes que devem ser considerados para tal finalidade), mesmo nos exemplares mordidos com alúmen de potássio e tanino. Os baixos valores indicam que esses mordentes não criaram uma ligação entre a fibra e o corante. Desse modo, faz-se necessária uma nova pesquisa com outros mordentes, a fim de verificar qual substância pode proporcionar uma melhor solidez da cor para o corante do repolho roxo.

Tabela 16: Comparação entre as amostras estampadas com repolho roxo

Padrão	Luz	Lavagem	Fricção seco	Fricção húmido
	72 h	Alteração da cor	Alteração da cor a seco	Alteração da cor húmido
LRC 0	1	1	4-5	4
LRV 0	1	1	4	4-5
LRV 50	1	1	4-5	5
LRCS 50	1	1	4-5	4-5
LRV 10 A	1	1	4-5	4
LRCS 10 A	1	1	4-5	4-5
TRC 0	1	1-2	4-5	4-5
TRV 0	1	1	4-5	4
TRV 50	1	1	4	4
TRCS 50	1	1	4-5	4
TRV 10 A	1	1	4-5	4-5
TRCS 10 A	1	1	4-5	4

 Melhor
 Bom

3.4 Protótipo

A fim de se explorar a técnica e estética da impressão botânica no processo de *design* de uma peça, optou-se por desenvolver um protótipo de estudo. No presente subcapítulo, portanto, será descrito o processo de desenvolvimento de uma peça piloto produzida a partir da combinação de técnicas e materiais que apresentaram os melhores resultados nos testes de solidez da cor.

Tendo em consideração que o tecido estampado é destinado para a produção de peças de vestuários, é interessante apresentar um modelo de roupa desenvolvido com tal substrato de modo que se tenha uma ideia tanto da estética do produto como do conforto. Sendo assim, optou-se por criar uma coleção cápsula de 4 *looks*, no qual uma peça será confeccionada.

Para tornar isso viável deve-se seguir uma metodologia projetual, a qual tem como objetivo orientar o *designer* na elaboração de um produto.

Tendo em conta que a metodologia aplicada para a realização de um projeto de *design* é alterável, ou seja, pode ser adaptada conforme a necessidade (Munari, 1981), foram selecionadas duas metodologias, das quais foram utilizadas apenas as etapas consideradas mais importantes para o desenvolvimento desse trabalho, são elas: Munari (1981) e Treptow (2007).

Em um primeiro momento será apresentado o público-alvo, ou seja, para quem a coleção se destina (Treptow, 2005). Na sequência, seguindo a metodologia de Treptow (2007), será descrita a tendência escolhida para o desenvolvimento da coleção. A pesquisa de tendências, para a autora, corresponde ao conjunto de elementos que serão utilizados como referências para a criação de uma coleção. Posteriormente será retratado o conceito definido para a elaboração dos looks.

Tendo definido os *looks* que compõe a coleção, deve-se iniciar a confecção do protótipo que, mais tarde será analisado quanto ao seu uso (Munari, 1981). Nesse momento, a peça será avaliada de modo a determinar quais melhorias são necessárias e o que está de acordo com o desejado.

3.4.1 Público-alvo

Nos últimos anos, percebeu-se um aumento significativo de consumidores que se importam com as questões ambientais e sociais no setor da moda. Em consequência disso, esse público mostra-se inclinado a mudar a forma como consomem e, até mesmo, a pagar valores mais elevados por produtos sustentáveis.

Os adeptos da moda sustentável têm preferência por vestuários produzidos a partir de fibras recicladas, renováveis ou, então, de origem natural, cujo cultivo ou produção não requerem o uso de agrotóxicos nem de químicos; por empresas que minimizam os impactos ambientais durante todo o processo de fabricação e que ofereçam um salário justo aos trabalhadores dos diversos setores (Sebrae, 2015).

Em uma pesquisa realizada pela IBM juntamente da National Retail Federation, na qual foram entrevistadas aproximadamente 19 mil pessoas entre os 18 e 73 anos de 28 países, constatou-se que 70% dos questionados pagariam 35% a mais por produtos sustentáveis, sejam esses reciclados ou *eco-friendly*, 57% afirmam que, para minimizar os impactos associados ao meio ambiente, se interessariam em mudar suas práticas de consumo (IBM, 2020).

Tendo em vista que a predileção por uma moda sustentável é uma tendência emergente (Sebrae, 2015), decidiu-se selecionar como público-alvo do projeto mulheres que se preocupam com as questões ambientais e sociais que envolvem as etapas de produção de um vestuário, desde a forma de cultivo da fibra, passando pelos processos de estamparia e confecção das peças. Essas mulheres buscam por produtos diferenciados e sustentáveis e o valorizam ainda mais se forem produzidos artesanalmente.

3.4.2 Tendências

A pesquisa de tendências de um modo geral corresponde ao estudo da conduta dos indivíduos. Na moda, mais especificamente, é empregue para descrever tanto os artigos de moda, como acessórios e vestimentas, quanto as cores, silhuetas e materiais que mais despertam o interesse do público em um certo momento. Atua como uma previsão para indicar o que as pessoas estão mais aptas a comprar (Senac, n.d.). Ou seja, a tendência apresenta ideias futuras baseadas em aspetos do presente (Caldas, 2004).

Como descrito anteriormente, constata-se um crescimento significativo pela preferência por produtos sustentáveis. Tendo isso em vista, as tendências selecionadas para o desenvolvimento da coleção cápsula foram: artigos produzidos artesanalmente, através do processo de estamparia por impressão botânica, a qual revela efeitos visuais únicos e diferenciados. Também é válido ressaltar que as peças da coleção seguem uma estética atemporal, isso é, roupas que não seguem uma tendência. Tal fator colabora para que o vestuário tenha um tempo de vida útil mais prolongado, uma vez que não será descartado quando uma nova tendência surgir.

3.4.3 Conceito

O conceito definido para a elaboração da coleção respeita os princípios estabelecidos pelas estratégias sustentáveis, buscando conceber um produto que colabora com a redução dos impactos ambientais, com o intuito de preservar o ecossistema.

O respeito pela natureza é fundamental e por isso o processo de estamparia empregou materiais atóxicos e que estão presentes em abundância no ambiente, nomeadamente cascas de cebola, repolho roxo, alúmen e tanino, e que não representam qualquer ameaça ao mesmo ou à saúde humana.

Em relação aos tecidos pode-se dizer que as fibras de Tencel e de linho foram selecionadas para o desenvolvimento do presente estudo devido às suas características sustentáveis, como a biodegradabilidade, além de outras propriedades que as tornam muito adequadas para produção de peças de vestuário para uma coleção de primavera/verão, tais como boa respirabilidade, gerenciamento de humidade e toque agradável.

Além dos materiais, também é relevante compreender de que forma o *design* das peças pode contribuir para que as mesmas reduzam os impactos no ambiente. Como referido no capítulo 2.1

Sustentabilidade, existem fatores que devem ser considerados para que um produto seja classificado como sustentável. Uma das estratégias mencionadas nesse subcapítulo é a de prolongar o tempo de vida útil do vestuário. Para atender a esse requisito, optou-se por elaborar *looks* atemporais e simples, dando maior destaque a estampa do que a modelagem em si.

A inspiração para o presente estudo é, portanto, a própria natureza que fornece todos os elementos que podem ser aproveitados na coloração e produção de têxteis. É a partir dela que todos os indivíduos tiram o seu sustento e, por isso, deve ser respeitada. Dessa forma, colabora com as condições ideias para o futuro das próximas gerações.

A Figura 72 apresenta os elementos que serão utilizados como inspiração. Dentre elas estão a natureza, a partir da qual extraímos os alimentos essenciais para a sobrevivência de todos os seres podendo também ser aproveitados na coloração de têxteis. Também deve-se mencionar a própria técnica de impressão botânica que utiliza materiais vegetais como forma de criar estampas únicas e atrativas.



Figura 72: Painel de inspiração (a autora)

3.4.4 Prototipagem do tecido

Após as análises dos testes de solidez, optou-se por realizar a impressão botânica em um tecido de maior metragem com as variáveis que obtiveram os melhores resultados de solidez da cor, que, no caso, foram a fibra de tencel, pré-mordida com 50% de tanino e impressas a vapor com cascas de cebola. A partir desse tecido será confeccionada uma peça de roupa.

Para a pré-mordentagem, foi adicionado 199,52 g de tanino (correspondente a 50% do peso do tecido) a 19,5 L de água após atingir a temperatura de 70°C. Deve-se lembrar que a quantidade de água para a mordentagem deve ser suficiente para cobrir o tecido e permitir que o mesmo possa ser mexido durante o processo. O tecido ficou imerso nessa solução por 30 minutos e foi mexido a cada 10 minutos.

Tendo em vista que a largura do tecido é de 1,45 cm por 1,57 cm de comprimento, foi necessário adaptar as etapas de impressão botânica, mais especificamente a forma como o têxtil foi dobrado. Isso foi necessário para que o rolo de tecido coubesse na panela com 40 cm de diâmetro.

Após a pré-mordentagem, o tecido foi estendido sobre uma mesa. As cascas de cebola foram distribuídas até a metade do têxtil. O substrato foi dobrado ao meio (cobrindo o material vegetal com a outra metade do tecido). Em seguida, o tecido foi dobrado em três partes iguais na vertical, sendo que entre cada camada de tecido colocava-se uma película plástica. Ao final desse processo, o substrato dobrado foi coberto com uma película plástica para, então, ser enrolado no cilindro, amarrado e colocado para cozinhar a vapor. Ao final da impressão, o têxtil foi limpo das cascas de cebola e enxaguado. Essas etapas estão representadas na Figura 73.



Figura 73: Etapas da impressão botânica em tecido longo (a autora)

A Figura 74 apresenta o tecido estampado e enxugado.



Figura 74: Tecido de Tencel estampado (a autora)

3.4.5 Análise do protótipo

Na Figura 74 constata-se que o processo de impressão a vapor realizado em um tecido de maior comprimento resultou em uma estampa rica com efeitos variados. Nota-se, por exemplo, que na metade superior do tecido obteve-se um padrão mais borrado (aquarelado), em contrapartida, a parte inferior do substrato exibe o desenho mais definido e, também, mais detalhado das cascas de cebola. O efeito aquarelado foi observado na região em que o tecido estava mais exposto ao vapor enquanto enrolado, já a estampa com desenhos mais nítidos corresponde a parte do têxtil que estava mais para o interior do rolo, ou seja, mais próximo ao cilindro. Isso indica que se desejado, o efeito aquarela pode ser conseguido a partir de uma maior exposição do substrato ao vapor.

Também é perceptível que as ilustrações mais bem delineadas são compostas por falhas (marcas brancas), o que ainda conferem um efeito visual de textura ao padrão.

Um fator muito importante a ser considerado pelo *designer* é a forma como o material vegetal é posicionado sobre o tecido. Isso em razão de evitar efeitos indesejados como falhas grotescas nas estampas. Na Figura 74 é possível observar que existe uma larga risca branca na parte superior e central do têxtil. Esse efeito deve-se em razão da posição em que as cascas foram dispostas sobre o substrato. Nesse caso, o material foi colocado mais afastado do centro do tecido, resultando em uma falha maior. Já na região mais acima, a falha ainda é perceptível ainda que minimamente.

Além disso, o profissional deve assegurar que o tecido esteja sempre bem esticado. Tal feito também garante que as ilustrações não apresentem grandes falhas.

3.4.6 Desenvolvimento da coleção cápsula

A partir da definição do público-alvo, tendência e inspiração, deu-se início a elaboração dos *looks* pertencentes à coleção cápsula. Os vestuários foram criados tendo em consideração que devem ser peças atemporais e que valorizem a estampa desenvolvida a partir da impressão botânica. A Figura 75 apresenta a coleção cápsula primavera/verão com 4 *looks*.



Figura 75: Coleção cápsula (a autora)

O coordenado 1 é composto por um modelo mais largo de *cropped* sem mangas e uma calça pantalonada de cintura alta com cós e bolsos faca nas laterais. O segundo *look* é formado por uma blusa folgada e comprida sem mangas e um *short* de cintura alta com cós e bolsos nas laterais. As peças que integram o terceiro coordenado são uma blusa larga com mangas curtas e uma saia godê inteiro com cós e cintura alta. Por fim, o quarto look corresponde a um vestido longo com decote canoa e sem mangas. A parte superior do vestido é justa ao corpo e é unida à saia godê inteiro por um cós situado na região da cintura.

3.4.7 Prototipagem da peça de vestuário

Finalizada a elaboração da coleção cápsula, optou-se por realizar um protótipo de uma das peças. Dentre os looks apresentados anteriormente, foi decidido desenvolver o protótipo da saia godê. Essa escolha deve-se ao fato de que, como apresentado pela Figura 74, a estampa formada exhibe efeitos visuais e cromáticos muito variados nas diversas partes do substrato. Foi selecionada a saia godê para a confecção do protótipo, isso porque é uma peça que abrange as diversas áreas do têxtil, ou seja, compreende os diferentes efeitos das ilustrações, sem nenhuma interferência de costuras nos desenhos, uma vez que a peça contém apenas um recorte no centro das costas.

3.4.8 Análise do protótipo

A Figura 76 apresenta o protótipo da saia godê confeccionada com o tecido estampado com cascas de cebola.



Figura 76: Protótipo da saia godê (a autora)

A partir das fotos pode-se observar que o modelo de saia abrangeu os diferentes efeitos das estampas, ou seja, é possível visualizar áreas em que o padrão é mais borrado e outras onde as formas das cascas de cebola foram preservadas. Ainda se verificou uma alternância na coloração das ilustrações, por exemplo, na primeira foto o centro da saia apresenta um padrão de contornos bem definidos e uma coloração atrativa de marrom-alaranjada, enquanto algumas regiões do lado esquerdo adquiriram tons desbotados de amarelo. Essas variações, tanto nos efeitos visuais quanto nos cromáticos agrega ainda mais valor e singularidade à peça. Como já mencionado, o ar que se concentrou entre as cascas de cebola e o substrato conferiram uma textura à estampa; e os gomos que compõe a saia godê proporcionaram um efeito de movimento ao padrão. Ambos os fatores enriquecem mais o produto e podem gerar um interesse ainda maior por parte do consumidor.

Em relação ao cóis da saia, seria mais indicado utilizar uma região do substrato em que as ilustrações fossem de um tamanho mais reduzido, de modo que o cóis também tivesse uma maior quantidade de desenhos.

3.5 Reflexão dos resultados obtidos

O surgimento do modelo *fast fashion* fez com que os consumidores tivessem acesso a uma elevada quantidade e variedade de peças de roupa de modo rápido e de baixo custo. Isso porque tal modelo se beneficia de um sistema de produção acelerado, o qual prioriza primeiramente o lucro da empresa.

Consequentemente, o *fast fashion* acaba por ser responsável por diversos impactos ambientais e sociais, tais como: a poluição do ar, da água e do solo, sendo os últimos em decorrência dos produtos tóxicos empregues, principalmente, na etapa de tingimento e no cultivo de certas matérias-primas (Berlim, 2012).

Ao longo do desenvolvimento do presente estudo sempre se levou em consideração a busca pela redução dos impactos ambientais a partir da técnica artesanal de impressão botânica como uma forma criativa de realizar o processo de produção, a qual emprega materiais sustentáveis na realização de padrões e efeitos visuais únicos.

Nota-se que a utilização de matérias-primas naturais como fontes de corante, assim como o uso de mordentes naturais podem, de fato, contribuir não só para a conservação do ambiente, mas

também para com a saúde dos profissionais que trabalham com esses materiais. Isso porque nenhum dos produtos empregues durante a elaboração do projeto é tóxico, fatores esses que colaboram para a sustentabilidade de um produto.

No entanto, para os processos de mordentagem e de impressão dos tecidos, o presente estudo, consumiu uma elevada quantidade de água e energia, principalmente em razão das amostras terem sido submetidas a esses processos separadamente. Em relação aos gastos de água e energia associados a etapa de impressão, esses podem ser evitados caso o *designer* opte por realizar a impressão (a vapor ou por cozimento) de vários tecidos ao mesmo tempo. Contudo, isso pode implicar no manchamento dos têxteis, uma vez que os corantes podem migrar de um para os demais substratos. Isso, porém pode gerar uma estética ainda mais atrativa. Uma estratégia do *eco-design* e da sustentabilidade que pode ser empregue na etapa de impressão é a reutilização do líquido excedente desse processo para a impressão a vapor de outros substratos.

Considerando os métodos de pré, pós e mordentagem em simultâneo, pode-se afirmar que a pré-mordentagem possibilita a reutilização do banho de mordente, ou seja, a solução de água e mordente pode ser armazenada e novamente empregue na mordentagem de um outro tecido. Essa solução é considerada sustentável, já que implica no reaproveitamento do material, evitando o desperdício do mesmo.

Além disso, os banhos de pós e mordentagem em simultâneo podem ser novamente utilizados para o processo de impressão por vapor, uma vez que, como o tecido não entra em contato com a solução, essa não alterará os efeitos visuais das estampas. Esse método foi utilizado para o desenvolvimento do protótipo que, ao reutilizar o banho de mordente, ainda reduziu o consumo de energia ao aproveitar a água já aquecida.

Apesar do gasto de energia e de água ainda serem altos, vale destacar que os efluentes gerados nesses processos não são tóxicos ao ambiente e à saúde humana, além de poderem ser novamente aproveitados e, por isso, compreende parte dos requisitos impostos pelas estratégias do *eco-design* e da sustentabilidade.

Com o intuito de tornar o produto ainda mais sustentável, optou-se por utilizar fibras celulósicas de baixo impacto ambiental. Tais materiais compreendem os atributos de biodegradabilidade, baixa ou nenhuma quantidade de agrotóxico utilizado no cultivo da fibra. No caso do Tencel ainda

pode-se citar os meios de produção sustentáveis que consistem no consumo de pouca energia, reutilização do solvente empregue e no reflorestamento das árvores de onde é extraída a celulose.

Além dos impactos ambientais causados pelo *fast fashion*, Cordeiro (2015) ainda destaca que a necessidade de desenvolver novas coleções em curto prazo, o que é característico desse modelo, faz com que os *designers* de moda recorram, muitas vezes, à prática da cópia.

O processo de produção da impressão botânica possibilita o *designer* criar de modo livre e espontâneo, utilizando inúmeros materiais vegetais para a obtenção de padrões diferenciados.

Nessa técnica, o profissional tem liberdade para desenvolver estampas completamente distintas entre si a partir de pequenas adaptações no processo de impressão. A forma como o tecido é enrolado, por exemplo, pode resultar em diferentes padrões. Foi mencionado no subcapítulo dos primeiros experimentos que o fato de não sobrepor o tecido contendo o material vegetal com uma película plástica, gera um efeito similar ao da estampa corrida, ou seja, o mesmo desenho se repete ao longo do substrato. O mesmo não ocorre quando a película é utilizada, o que acarreta um padrão de desenhos distintos na totalidade da área do substrato.

Deve-se considerar ainda a influência dos métodos de impressão a vapor e por fervura nos efeitos cromáticos da estampa. Um exemplo descrito nesse estudo é a estampa obtida a partir do repolho roxo, a qual foi de manchas monocromáticas, ao ser fervida, para de duas cores quando submetido à impressão por vapor.

Também pode-se citar o uso dos diferentes produtos fixadores de cor, nomeados de mordentes, bem como os processos de mordentagem que, como verificado, podem alterar tanto a paleta cromática quanto a própria estética da estampa. Isso possibilita aos *designers* formar efeitos visuais mais discretos ou mais chamativos, conforme o público a que as peças se destinam.

Todas essas variáveis colaboram para que os *designers* de moda voltem a desenvolver suas coleções de modo criativo sem a necessidade de grandes alterações nos processos de produção.

Um fator interessante da prática de impressão botânica é que a técnica realiza os processos criativo e de produção em um mesmo momento, uma vez que, a construção dos padrões é formada simultaneamente a etapa de desenvolvimento do produto. Ou seja, a estampa é “desenhada” quando o material vegetal é posicionado sobre o tecido.

Compreender as etapas da impressão botânica é muito importante para os *designers*. Contudo, deve-se ressaltar que, mesmo tendo conhecimento de como cada material e processo interfere na estética da estampa, o *designer* não terá total controle sobre os efeitos obtidos nos substratos. Isso porque se trata de uma técnica artesanal que utiliza materiais vegetais como fonte de corante. A própria prática de um método manual de produção já é responsável pela geração de padrões únicos, mas no caso da impressão botânica ainda deve-se considerar que os materiais corantes nem sempre resultarão em um mesmo efeito ou coloração. Isso porque os produtos naturais não contêm a mesma quantidade de corante e, além disso, as cores extraídas podem variar, ainda que o vegetal seja o mesmo. Sendo assim, é impossível prever o resultado que será alcançado, tanto em relação à paleta de cores, quanto em relação a estética. Tal fator agrega ainda mais valor ao produto, visto que cada modelo poderá compreender uma estética única.

Ainda no que se refere aos efeitos visuais obtidos nessa prática, pode-se salientar que cada material vegetal pode formar os mais diversos tipos de desenhos. O repolho roxo, como já mencionado, criou manchas no tecido, enquanto os substratos coloridos com as cascas de cebola exibiram, em alguns exemplares, um efeito aquarela e mantiveram bem definidas as formas das cascas em outros. As folhas das árvores, utilizadas nas primeiras experiências, também estamparam o algodão com suas formas bem nítidas.

Em relação à coloração, pode-se dizer que depende, em grande parte, dos mordentes utilizados na mordentagem dos tecidos. Cada um desses materiais influenciará na paleta de cores. O alúmen em conjunto com as cascas de cebola originou uma coloração muito atrativa e vívida, enquanto o tanino tornou as cores mais discretas. O repolho roxo, em contrapartida, apresentou tons mais sóbrios nos tecidos mordidos com alúmen, e mais chamativos com tanino. Já o sulfato de ferro utilizado nos primeiros experimentos, escureceu a estampa formada pelas cascas de cebola com repolho roxo.

A partir desse estudo, os *designers* de moda podem experimentar diversas combinações entre os materiais vegetais e mordentes a fim de verificar qual é a paleta de cores formadas por cada composição. Isso pode ser muito importante para definir, por exemplo, os materiais mais indicados para uma coleção de outono/inverno ou de primavera/verão; ou também de acordo com o gosto do seu público-alvo. No entanto, vale novamente ressaltar que não é possível controlar totalmente como serão os aspectos relacionados à estética da estampa.

Entretanto, uma vez que uma das estratégias da sustentabilidade e do *eco-design* é o desenvolvimento de produtos de qualidade, para que esses possam ser utilizados por um longo prazo, é importante que o *designer* verifique ainda se o tecido estampado compreende os requisitos necessários para a aplicação em vestuário. No caso da estampa e tingimento, deve-se analisar se os corantes empregues nos substratos apresentam boa solidez da cor. Esse fator deve ser verificado a fim de garantir que os corantes e mordentes empregues nos substratos são, de fato, resistentes a determinadas situações, como exposição à luz e lavagens. Tendo isso em vista, realizaram-se testes de solidez à lavagem, à luz e a fricção seco e húmido.

Nesse momento foi observado que as propriedades de solidez da cor variam muito de acordo com a combinação entre mordentes e corantes e que, algumas vezes, os mordentes não criam uma ligação entre a fibra e o corante, o que implica em uma baixa solidez da cor. Dessa forma, faz-se necessário também investigar quais combinações são as mais eficazes visando aplicação em tecidos para vestuário.

Ao analisar todos esses fatores, entende-se que o presente estudo colabora para que os profissionais da área da moda possam adquirir maiores conhecimentos sobre uma técnica de coloração criativa, sustentável e ainda pouco explorada no meio acadêmico. Também deve ser referido que as experiências realizadas nesse trabalho contribuem para a retomada das técnicas artesanais, as quais incentivam o exercício da criatividade por parte dos profissionais envolvidos no processo. Além disso, auxilia para que os *designers* e pesquisadores possam compreender como os diferentes parâmetros analisados (mordentes e suas concentrações, métodos de mordentagem, formas de impressão, vegetais e fibras) influenciam nos efeitos visuais e cromáticos das estampas. Bem como se os materiais utilizados nessa pesquisa são adequados ou não para a aplicação em têxteis de vestuário.

4. Conclusão

A divulgação dos inúmeros impactos ambientais e sociais causados pela indústria da moda tem contribuído para a predileção por produtos sustentáveis. Em razão disso, é crescente o número de *designers* que buscam por formas de produção mais sustentáveis. A partir da compreensão do conceito e das estratégias da sustentabilidade e do *eco-design* voltadas para a área têxtil e da moda abordadas nesta investigação, verificou-se que uma das possibilidades para o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis é a coloração de substratos têxteis com corantes naturais.

O presente estudo constatou que a impressão botânica é um método criativo e de baixo impacto ambiental para a coloração de têxteis, visto que os materiais corantes e mordentes empregues no processo são atóxicos e sustentáveis e, portanto, não são apresentados riscos ao ambiente ou à saúde humana.

Contudo, como estudado no subcapítulo da sustentabilidade, para que um produto se enquadre como *eco-design* e sustentável, os *designers* devem também considerar outros fatores, dentre eles pode-se citar as fibras. Verificou-se, então, que uma alternativa são as fibras advindas de matérias-primas renováveis, as quais geram baixa quantidade de insumos (água, produtos tóxicos e energia) e que, quando descartadas, se decompõe completamente. Diante disso, verificou-se que as fibras de Tencel e linho compreendem alguns ou todos esses requisitos. O cultivo de linho, por exemplo, requer poucas quantidades de produtos tóxicos e, além disso, pode recuperar solos contaminados por metais pesados. O Tencel, por sua vez, consiste em um material obtido a partir de fontes renováveis, que não necessita de muita energia e não emprega qualquer produto tóxico durante a sua produção. Vale ressaltar que ambas as fibras são biodegradáveis.

Sendo assim, para o desenvolvimento das amostras optou-se por utilizar cascas de cebola e repolho roxo, as quais foram submetidas à impressão a vapor ou fervidas. Os tecidos de Tencel e linho foram pré, pós ou mordidos em simultâneo com tanino ou alúmen, a fim de verificar como cada um desses processos e materiais interferem no efeito visual da estampa.

A partir das análises das amostras realizadas no desenvolvimento projetual, constatou-se que todos os parâmetros estudados, isso é, tipos de fibras; materiais vegetais; tipos e concentrações de mordentes; e os processos de mordentagem e impressão, interferiram tanto nos efeitos visuais quanto nos cromáticos dos substratos estampadas. Tomemos como exemplo as amostras

impressas com cascas de cebola e mordidos com diferentes mordentes. Nesse caso foi observado que o tanino gerou tons discretos e, por vezes, desbotados e com efeito de aquarela, por outro lado, o alúmen tornou as cores mais saturadas, conferiu tons dourados aos padrões ao mesmo tempo em que manteve o delineado dos desenhos bem definidos. O efeito contrário foi verificado nas estampas do repolho roxo, ou seja, o tanino aumentou a saturação das cores enquanto o alúmen a reduziu significativamente.

Outra variável que contribuiu para a obtenção de efeitos diferenciados foram os processos de pré, pós e mordentagem em simultâneo nos padrões formados pelas cascas de cebola. Os resultados mais interessantes foram alcançados nos substratos mordidos com alúmen. Isso porque os efeitos visuais e cromáticos sofreram uma grande alteração conforme o processo de mordentagem. Por exemplo, a pré-mordentagem gerou uma estampa com as formas das cascas de cebola bem delineadas, enquanto o substrato mordido em simultâneo apresentou um efeito listrado. Por fim, a pós-mordentagem, além de manter os desenhos das cascas de cebola ainda tingiu o tecido.

Relativamente ao repolho roxo, foi observado que os processos de impressão tiveram uma maior influência nos padrões formados por esse vegetal, uma vez que a fervura do substrato formou uma estampa de manchas, enquanto o cozimento a vapor criou o efeito de *animal print* de onça.

Considerando esses resultados, pode-se concluir que é possível desenvolver padrões totalmente distintos a partir de uma mínima alteração no material utilizado ou no processo. Entende-se, desse modo, que a técnica de impressão botânica se constitui em uma ferramenta que possibilita os *designers* a criarem estampas livremente, fator que estimula tais profissionais a experimentarem métodos e matérias-primas variadas, analisando a influência das diferentes combinações na estética dos padrões, e identificando os efeitos que mais se adequam a suas coleções ou as preferências do seu público-alvo. Nesse caso, é importante atentar-se para que os produtos empregues na produção, desde o tipo de fibra; material corante; até o mordente, sejam sustentáveis, assim como os utilizados nesse estudo.

Tendo em consideração que a presente pesquisa se volta para o segmento de têxteis de vestuários, foi importante, também, verificar a solidez da cor dos substratos estampados, afinal, sabe-se que as vestes são constantemente submetidas a lavagens, exposição à luz e fricção.

Os testes de solidez indicaram que os corantes do repolho roxo não são indicados para aplicação em têxteis de vestuário. Isso porque a resistência à luz e a lavagens desse material é muito fraca, o que indica que não houve uma ligação entre as fibras de linho e Tencel e o corante.

As cascas de cebola, por outro lado, apresentaram resultados satisfatórios nos testes de solidez da cor para as amostras mordidas com tanino, mostrando que a combinação entre tanino e os corantes das cascas de cebola forma uma boa ligação do material corante com as fibras de linho e Tencel.

A confecção do protótipo simulou a aplicação de um tecido estampado com cascas de cebola em uma saia godê. Nesse momento pôde-se constatar que a impressão botânica pode ser uma técnica voltada para a produção de artigos de moda, contudo, é importante que os *designers* considerem alguns fatores, tais como a disposição do material vegetal sobre o substrato; o modelo da peça de vestuário; bem como o tamanho do desenho em relação a peça de roupa.

A distribuição das cascas de cebola sobre o têxtil resultou em um efeito de falhas na estampa devido ao distanciamento do material vegetal do centro do tecido. Nesse caso, para evitar tais imperfeições, os *designers* devem posicionar os vegetais o mais próximo da área em que o tecido será dobrado, bem como, atentar-se para que o substrato esteja sempre bem esticado.

A partir da análise do protótipo, verificou-se que o modelo desenvolvido deu maior destaque ao padrão, visto que a modelagem ampla permitiu abranger os vários efeitos formados ao longo do substrato, além de não ser possuir costuras.

Também deve-se referir que com base na observação do protótipo também foi constatado que, para a confecção de vestuários com tecidos estampados por impressão botânica, é importante que as ilustrações sejam de tamanhos proporcionais aos das peças de roupa. Nesse caso, o têxtil foi estampado com as cascas inteiras, o que resultou em desenhos de tamanhos maiores, tal fator fez com que o fundo do tecido no cós da saia tivesse mais destaque do que os padrões das cascas de cebola. Uma alternativa para isso seria partir as cascas de cebola, a fim de se produzir desenhos em menor escala, os quais formarão um padrão com uma maior quantidade de elementos gráficos.

Conclui-se, portanto, que foi possível desenvolver tecidos com estampas de estéticas diferenciadas e aptos para produção de vestuários sem que o processo de mordentagem e de impressão; ou que os materiais empregues (fibras, mordentes e corantes) acarretassem grandes impactos ao

ambiente ou à saúde humana. Cabe, então, aos profissionais da área experimentar diferentes combinações de técnicas e materiais que geram resultados mais atrativos para o desenvolvimento de coleções de vestuário.

Entende-se, dessa forma, que parte dos contributos do presente estudo para os *designers* e demais pesquisadores, foi a verificação dos efeitos visuais conferidos pelas cascas de cebola e repolho roxo e a forma como os aspetos relacionados a estética e as cores são influenciadas de acordo com os tipos de mordentes; métodos de impressão e mordentagem; e com as fibras de linho e Tencel. Além disso, pôde-se verificar quais desses materiais estão aptos para a aplicação em vestuário, de modo a garantir a qualidade do produto e contribuir para o uso prolongado das peças.

Deve-se ressaltar que a presente pesquisa também colabora para que os *designers* compreendam quais fatores relacionados à sustentabilidade e ao *eco-design* devem ser considerados para que um produto seja classificado como sustentável.

Tendo em consideração que os materiais corantes utilizados geraram texturas, formas e colorações variadas, pode-se concluir que tanto os efeitos visuais quanto os cromáticos se diferem conforme o material vegetal utilizado. A partir da presente investigação verificou-se que as cascas de cebola geraram desenhos mais bem definidos e com mais texturas, principalmente quando combinadas com o mordente de alúmen, do que o repolho roxo. Também pode-se mencionar que cada vegetal gerou uma paleta de cores que se altera conforme o mordente utilizado. A casca de cebola, por exemplo, reproduziu tons de marrom, laranja, amarelo, dourado e marrom-alaranjado, já o repolho roxo conferiu tons de roxo, rosa, violeta e azul. Sendo assim, numa perspectiva de futuros trabalhos é interessante pesquisar por mais variedades de materiais vegetais, assim como de mordentes a fim de analisar os efeitos cromáticos e visuais que a combinação entre esses novos materiais podem formar.

Uma vez que os mordentes utilizados no presente estudo não foram significativamente eficazes na fixação dos corantes das cascas de cebola e do repolho roxo, pretende-se analisar outros tipos de mordentes que sejam mais apropriados para cada um desses materiais corantes, principalmente do repolho roxo, que apresentou baixa solidez nos testes de lavagem e luz. Para isso podem ser considerados outros tipos de parâmetros, tais como: novos produtos que possam atuar como agentes fixadores. Também é interessante mencionar que a colaboração multidisciplinar, ou seja, o trabalho em conjunto com especialistas de diferentes áreas, pode vir a ser um fator de grande importância neste momento. Um profissional da área de química, por

exemplo, pode indicar qual a combinação entre materiais pode criar uma ligação mais forte entre a fibra e o corante.

Além disso, numa futura investigação faz-se também importante a efetuação do teste de solidez ao suor. Isso deve-se ao fato de que alguns corantes naturais são sensíveis ao pH e, em razão disso, podem sofrer alterações na coloração ao entrar em contato com o suor, fato esse que se aplica ao vestuário. Dessa forma, é imprescindível verificar se ambos os materiais corantes utilizados nesse estudo podem ou não ser influenciados conforme o pH.

Bibliografia

- AATCC. (2006). Weather Resistance: UV light and moisture exposure (test Method 186-2006 - 1st option).
- ABIT. (2011). *Cartilha de costurabilidade, uso e conservação de tecidos para decoração (2ª ed.)*. Comitê de Tecidos para Decoração da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção).
- Ag, T., Kumar, M. S., Shivannavar, C. T., & Gaddad, S. M. (2016). Antibacterial and antibiofilm activities of crude extracts of *Lawsonia inermis* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 9(6), 263 - 265.
- Aguiar, C. R., Missner, M. E., & Aguiar, G. C. (2018). Tingimento de seda e algodão com pigmentos naturais: Comparação entre processo de impressão botânica e esgotamento. 6º Congresso Científico Têxtil e Moda, Brusque, Santa Catarina, Brasil.
- Alphashirt. (2020). *M&R Sidewinder - Equip. imp. manual 6T/6C*. Retrieved from Alphashirt: <https://www.alphashirt.pt/produtos/427/mr-sidewinder-equip-imp-manual-6t6c>
- Alves, G. J., & Ruthschilling, E. A. (2008). Vestuário convencional: Aplicação e comercialização de eco-têxteis. *Coloquio de Moda*.
- Ammayappan, L., Jose, S., & Chakraborty, S. (2013). Colouration of Textiles by Natural Dyes. *Asian Dyer* 10(5), 30-34.
- Arai, M., & Wada, Y. I. (2010). Beni itajime: Carved board clamp resist dyeing in red. *Textile Society of America Symposium Proceedings, Lincoln, Nebraska, EUA*. Lincoln.
- Aranha, F. (2020a). *Home*. Retrieved from <https://www.flaviaaranha.com/>
- Aranha, F. (2020b). *Tingimento natural*. Retrieved from <https://www.flaviaaranha.com/p/tingimento>
- Aranha, F. (2020c). *Impressão botânica*. Retrieved from <https://www.flaviaaranha.com/collections/impresao-botanica>
- Araújo, M. d., & Castro, E. M. (1984). *Manual de engenharia têxtil Volume I*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

- Araújo, M. d., & Castro, E. M. (1987). *Manual de engenharia têxtil: Volume 2*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Aska, F. (2020). *Eco-print*. Retrieved from <https://askaparis.com/en/eco-print-2/>
- Audaces. (2020). *Criação de estampas com stêncil*. Retrieved from <https://www.audaces.com/criacao-de-estampas-com-stencil/>
- Baravalle, S. A. (2020). *Pau-Campeche - Haematoxylon campechianum*. Retrieved from Tingimento Natural: <http://tingimentonatural.blogspot.com/2010/06/pau-campeche-haematoxylon-campechianum.html>
- Batik, Wirawan. (2019, Março 20). *The long journey to make batik tulis*. Retrieved from <https://www.wirawanbatik.com/blogs/story/the-long-journey-to-make-batik-tulis>
- Batik, Wirawan. (2020). *Woman & scarf*. Retrieved from <https://www.wirawanbatik.com/collections/woman-scarf>
- Beetsma, J. (2020, Setembro 11). *The CIELAB L*a*b* System - The method to quantify colors of coatings*. Retrieved from Prospector: <https://knowledge.ulprospector.com/10780/pc-the-cielab-lab-system-the-method-to-quantify-colors-of-coatings/>
- Behan, B. (2018). *Botanical Inks: Plant-to-print dyes, techniques and projects*. Quadrille.
- Belfer, N. (1992). *Batik and Tie dye techniques (3rd ed.)*. Dover Publications.
- Berkleyt, E. E. (1949). Certain variations in the structure and properties of natural cellulose fibers. *Textile Research Journal*, 363 - 367.
- Berlim, L. (2012). *Moda e sustentabilidade: Uma reflexão necessária (1ª ed.)*. Estação das Letras e Cores.
- Berns, R. S. (2019). *Principles of color technology (4th ed.)*. Wiley.
- Best, J. (2012). Colour specification and visual approval methods for textiles. In J. Best, *Colour design: Theories and applications* (pp. 271 - 294). Woodhead Publishing.
- BM do Brasil. (2020). *Calandra: DP - 1700*. Retrieved from <http://www.bmdobrasil.com.br/produtos/transferecia-termica-para-sublimacao-de-forma-continua/>

- Bouvier, María. (2021). *Blooming Flowers*. Retrieved from <https://mariabouvier.com/blooming-flowers/>
- Bowles, M., & Isaac, C. (2012). *Digital textile design (2nd ed.)*. Laurence King Publishing.
- Briggs-Goode, A. (2013). *Printed textile design*. Londres: Laurence King Publishing Ltd.
- Caldas, D. (2004). *Observatório de sinais: Teoria e prática da pesquisa de tendências (2nd ed.)*. Rio de Janeiro: SENAC.
- Carvalho, N. A. (2016). Design de superfície: Estudo comparativo de processos de estamparia têxtil sob enfoque ambiental [Dissertação de pós-graduação, UFRGS]. Repositório Digital Lume. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/142665>.
- Carvalho, N. A., & Rüttschilling, E. A. (2016). Inovação em metodologia de projeto aplicada ao design de superfície voltada para moda. *ModaPalavra E-periódico 9(17)*, 179 - 194.
- Chakrabarti, R., & Vignesh, A. (2011). Natural dyes: Application, identification and standardization. *Fibre 2 Fashion*.
- Chataignier, G. (2006). *Fio a fio: Tecidos, moda e linguagem*. São Paulo: Estação das Letras e Cores.
- Chiaretti, D. (2019, Março 21). *Indústria da moda polui mais que navios e aviões*. Retrieved from Valor Econômico: <https://valor.globo.com/empresas/coluna/industria-da-moda-polui-mais-que-navios-e-avioes-1.ghtml>
- Cierpucha, W., Kozłowski, R., Mankowski, J., Wasko, J., & Mankowski, T. (2004). Applicability of flax and hemp as raw materials for production of cotton-like fibres and blended yarns in Poland. *Fibres & Textiles in Eastern Europe 12(3)*, 13 - 18.
- Cimatti, B., Campana, G., & Carluccio, L. (2017). Eco design and sustainable manufacturing in fashion: A case study in the luxury personal accessories industry. *Procedia Manufacturing Vol. 8*, 393 - 400.
- Colors, Botanical. (2020). *How-To use iron powder (ferrous sulfate)*. Retrieved from <https://botanicalcolors.com/botanical-colors-how-tos/how-to-use-iron-powder-ferrous-sulfate/>

- Connors, C. (2020). *Simple silk-screen printing using a vinyl cutter*. Retrieved from Make: <https://makezine.com/projects/make-36-boards/vinyl-silk-screen-printing/>
- Contraste Arquitetura. (2019, Novembro 21). *Psicologia das cores na arquitetura*. Retrieved from <https://contrastearq.com.br/psicologia-das-cores-na-arquitetura/>
- Cordeiro, J. N. (2015). A criatividade na indústria da moda: Estudo comparativo entre ambientes profissionais da indústria e do ateliê [Dissertação de mestrado, USP]. Brasil: Biblioteca Digital USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-13082015-111103/pt-br.php>.
- Dhara, S. F., & Fabricio, M. B. (2017). Tingimento natural aplicado ao segmento casual chic: Uma proposta urbana. *4º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica de Design de Moda, Bauru, São Paulo, Brasil*.
- Dicio, D. O. (2020). *Significado de sustentabilidade*. Retrieved from <https://www.dicio.com.br/sustentabilidade/>
- Divaholic. (2019, Março 21). *Eco print: Estamparia botânica com plantas*. Retrieved from <https://www.divaholic.com.br/sustentabilidade/estamparia-botanica-com-plantas/>
- EEEP, E. E. (n.d.). Controle de qualidade químico na indústria têxtil. Ceará, Brasil: Governo do Estado do Ceará - Secretaria da Educação.
- Escola, B. (2020). *Dispersão da luz branca*. Retrieved from Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>
- Farina, M., Perez, C., & Bastos, D. (2006). *Psicodinâmica das cores em comunicação (5ª ed.)*. São Paulo: Editora Edgard Blücher.
- Fletcher, K., & Grose, L. (2011). *Moda e sustentabilidade: Design para mudança (1ª ed.)*. São Paulo: Senac.
- Giacomini, F. (2014). Tingimento de seda com corante natural erva-mate (*Ilex paraguariensis*) [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá]. Repositório Institucional da Universidade Estadual de Maringá (RI-UEM). <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3831>.

- Gordon, S., & Hsieh, Y. L. (2007). Introduction. In S. Gordon, & Y. L. Hsieh (Eds.), *Cotton: Science and Technology* (pp. XV - XX). Woodhead Publishing Limited.
- Gunner, J. (2007). *Shibori for Textile Artists*. Nova Iorque: Kodansha International.
- Gupta, V. K. (2019). Fundamentals of natural dyes and its application on textile substrates. In A. K. Samanta, & N. Awwad, *Chemistry and technology of natural and synthetic dyes and pigments*. IntechOpen.
- Gwilt, A. (2015). *Moda Sustentável: Um Guia Prático*. São Paulo: Gustavo Gil.
- Han, S., & Yang, Y. (2005). Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin. *Dyes and Pigments* 64(2), 157 - 161.
- Hanson, A. R. (2012). What is colour? In J. Best, *Colour design: Theories and applications* (pp. 3 - 22). Sawston: Woodhead Publishing Limited.
- Hearle, J. W. (2007). Physical structure and properties of cotton. In S. Gordon, Y. L. Hsieh, S. Gordon, & Y. L. Hsieh (Eds.), *Cotton: Science and Technology* (pp. 35 - 67). Woodhead Publishing Limited.
- Holtzschue, L. (2011). *Understanding color: An introduction for designers (4th ed.)*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Hornung, D. (2012). *Color: Workshop for artists and designers (2nd ed.)*. London: Laurence King Publishing.
- House, Natural Dye. (2020). *Catechu*. Retrieved from <https://www.naturaldyehouse.com/catechu>
- Hsieh, Y. L. (2007). Chemical structure and properties of cotton. In S. Gordon, Y. L. Hsieh, S. Gordon, & Y. L. Hsieh (Eds.), *Cotton: Science and Technology* (pp. 3 - 34). Woodhead Publishing Limited.
- IBM. (2020, Janeiro 10). *Estudo IBM - Consumidores pagarão em média 35% a mais por produtos sustentáveis e de procedência transparente em 2020*. Retrieved from <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/estudo-ibm-consumidores-pagarao-em-media-35-a-mais-por-produtos-sustentaveis-e-de-procedencia-transparente-em-2020/>
- Ismael, Ö. E. (2016). Patterns from Nature: Contact Printing. *Journal of the Textile Association*, 81 - 91.

- ISO. (1997, April). Textiles - Tests for colour fastness - Part D02: Colour fastness to rubbing: Organic solvents (ISO105-D02).
- ISO. (2010, March 15). Textiles - Tests for colour fastness - Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering, 4th ed (ISO105-C06:2010(E)).
- Janeiro, Jardim Botânico do Rio de. (2020). *Pau-brasil*. Retrieved from <http://www.jbrj.gov.br/>
- Jaramillo, K. (2018). Lombarda: Tintes Reversibles [Dissertação de mestrado, Escola Superior de Artes e Design do Instituto Politécnico de Leiria]. Repositório do Politécnico de Leiria. <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/3564>.
- Jardins, Revista. (2020). *Inspirações: Azul índigo, um corante de origem vegetal*. Retrieved from <https://revistajardins.pt/azul-indigo-um-corante-origem-vegetal/>
- Jawahir, L. S., Jr., O. W., Rouch, K. E., Joshi, K. J., Venkatachalam, A., & Jaafar, I. H. (2006). Total life-cycle considerations in product design for sustainability: A framework for comprehensive evaluation. *10th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology"*, (pp. 1 - 10). Barcelona.
- Jones, S. J., & Biderman, I. (2005). *Fashion design: O manual do estilista*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Kafka, F. J. (1972). *Linoleum block printing*. Dover Publications.
- Kaur, R., & Bains, S. (2018). Efficacy Testing of Tie and Dye Booklet.
- Klemm, D., Heublein, B., Fink, H.-P., & Bohn, A. (2005). Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie*, 3358 - 3393.
- Körbes, R., & Rüttschilling, E. A. (2015). Experimentações em design de superfície: Proposta para customização em massa de moda. *11º Colóquio de Moda - 8ª Edição Internacional - 2º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Design de Moda*, (pp. 1 - 11).
- Kozlowski, R. M., & Mackiewicz-Talarczyk. (2012). Bast fibres: Flax. In R. M. Kozlowski, *Handbook of natural fibres: Volume 1: Types, properties and factors affecting breeding and cultivation* (pp. 56 - 113). Woodhead Publishing.
- Kuasne, A. (2008). Curso têxtil em malharia e confecção 2º módulo: Fibras têxteis. Araranguá, Santa Catarina, Brasil: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina.

- Kyhade, M., Vaikos, N. P., & Malpani, D. J. (2014). *Wrightia tinctoria* R. Br. A review on its ethnobotany, pharmacognosy and pharmacological profile. *Journal of Coastal Life Medicine*, 2(10), 826 - 840.
- Laranjeira, M. A., & Moura, M. (2013). A estampa digital e o designer no contemporâneo [Artigo]. *9º Colóquio de Moda - 6ª Edição Internacional, Fortaleza*.
- Leão, T. C. (2016). Design de superfície e estampa têxtil: Características, relações e identidades [Dissertação de mestrado, Universidade FUMEC]. Universidade FUMEC. http://ppg.fumec.br/ecc/wp-content/uploads/2016/08/Design-de-Superf%C3%ADcie-e-Estampa-T%C3%AAtil_-caracter%C3%ADsticas-rela%C3%A7%C3%B5es-e-identidades_.pdf.
- Lenzing. (2020). *Products*. Retrieved from <https://www.lenzing.com/products/tencel-tm>
- Lenzing Group. (2016). *Innovating for Balance: People, Planet, Profit*. Austria: Lenzing Group.
- Levinbook, M. (2008). Design de superfície: Técnicas e processos em estampa têxtil para produção industrial [Dissertação de mestrado, Universidade Anhembi Morumbi].
- Living in Indonesia. (2020). *Canting batik: A traditional batik hand tool from Indonesia*. Retrieved from <https://www.expats.or.id/info/cantingbatiktool.html>
- Lopes, L. d. (2009). Controle metrológico da cor aplicado à estampa digital de materiais têxteis.
- Lynn, S. (2015, Junho 19). *Tie dye folding techniques - 16 vibrant tie dye patterns*. Retrieved from By Stephanie Lynn: <http://www.bystephanielynn.com/2015/06/tie-dye-folding-techniques-16-vibrant-tie-dye-patterns-tiedyeyoursummer.html>
- Lyocell. (n.d.). *Lyocell, the fabric of the future*. Retrieved from <https://lyocell.info/>
- Machado, J. A. (2015). Efeitos inovadores em tecidos para vestuário e acessórios de moda obtidos através de acabamentos especiais [Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior]. Repositório Digital da UBI. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/5555>.
- MacroKun. (2020). *Automatic screen printing machine squeegee angle adjustment how appropriate*. Retrieved from <https://www.macrokun.com/News/screen-printing-squeegee-news/225.html>

- Mansour, R. (2018). Natural dyes and pigments: Extraction and applications. In M. Yusuf, *Handbook of Renewable Materials for Coloration and Finishing* (pp. 75 - 102). Scrivener Publishing.
- Maquinatec. (2020). *Home*. Retrieved from <https://www.maquinatec.com.br/>
- Matheson, C. (2008). *Green chic: Saving the Earth in style*. Sourcebooks.
- Menegazzo, M. A. (2014). Estudo do tingimento de lã com corante natural de camomila (Matricaria recutita L.) [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá]. Repositório Institucional da Universidade Estadual de Maringá (RI-UEM). <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3760>.
- Merdan, N., Eyupoglu, S., & Duman, M. N. (2017). Ecological and sustainable natural dyes. In S. S. Muthu, *Textiles and clothing sustainability: Sustainable textile chemical processes* (pp. 1 - 41). Springer.
- Miller, E. (1995). *Textiles: Properties and behaviour in clothing use*. Londres: B T Batsford Ltd.
- Mimaki. (2020). *TX500-1800B*. Retrieved from <https://www.mimaki.pt/products/impressoras-texteis/tx500-1800b/>
- Morris, B. (2006). *Fashion Illustrator*. Laurence King Publishing.
- Moura, B. A., & Boss, S. L. (2015). Thomas Young e o resgate da teoria ondulatória da luz: Uma tradução comentada de sua Teoria Sobre Luz e Cores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(4), 4203-1 - 4203-24.
- Munari, B. (1981). *Das coisas nascem coisas*. Lisboa: Edições 70.
- Muzyczek, M. (2012). The use of flax and hemp for textile applications. In R. M. Kozłowski, *Handbook of natural fibres: Volume 2: Processing and applications* (pp. 312 - 328). Woodhead Publishing.
- Naur, J. (2020, Março 23). *Cochonilhas: Curiosidades, fotos, habitat e nome científico*. Retrieved from Portal dos Animais: <https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/cochonilhas-curiosidades-fotos-habitat-e-nome-cientifico/>

- Needleman, D. (2018, Maio 18). *The ancient Art of Jaipur Block Printing, and what it means to India*. Retrieved from The New York Times Style Magazine: <https://www.nytimes.com/2018/05/18/t-magazine/block-print-jaipur-india.html>
- Neira, L. G. (2012). Impressão digital, estética artesanal. *Redige*, 3(1), 18 - 31.
- Neves, J. (2000). *Manual de estamperia têxtil*. Guimarães: Universidade do Minho - Escola de Engenharia.
- Nicoll, L. (2006). A designer's perspective - Digital versus traditional. In H. Ujjie, *Digital printing of textiles* (pp. 16 - 26). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Nurcahyanti, D., & Septiana, U. (2018). Handmade eco print as a strategy to preserve the originality of Ria Miranda's designs in the digital age. *Mudra Journal of Art and Culture*, 33(3), 395 - 400.
- Oliveira, I. R., Viana, K. W., Rocha, J. d., & Stingheta, P. C. (2017). Corantes e medidas colorimétricas em alimentos [Artigo]. *Ciência e tecnologia de alimentos: Sustentabilidade, desafio e inovação*. Rio Paranaíba.
- Oparinde, S. S. (2012). Batik as a cultural identity of the Yoruba: Hand colouring techniques and applications, possibility of adaptations. *Researchers World*, 3(2), 31 - 41.
- Paulo, R. M. (2016). Design de padrões: Criação, metodologia e implementação de padrões em tecidos [Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior]. Repositório Digital da UBI. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/5811>.
- Pedrosa, I. (s. d.). *Da cor à cor inexistente*.
- Pezzolo, D. B. (2007). *Tecidos: História, tramas, tipos e usos*. SENAC.
- Pina, L. M. (2009). A cor e a moda: A função da cor como suporte para o design de moda e personalidade dentro de um público jovem [Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior]. Repositório Digital da UBI. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/1671>.
- Pintar, Amo. (2020). *Modelos de cor: Aditiva e subtrativa*. Retrieved from <https://www.amopintar.com/modelos-de-cor>

- Pippi, L. F. (2010). Design de superfície: Um estudo sobre a aplicação do termocromismo em camisetas [Dissertação de mestrado, UFRGS]. Repositório Digital LUME. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28805>.
- Plantamundo. (2020). *Catechu - Acácia Catechu - Árvore - Sementes Para Mudar*. Retrieved from <https://www.centraldojardim.com/catechu-acacia-catechu-arvore-sementes-para-mudas-91748773xJM>
- Poskin, A. (2019, Junho 12). *Shibori dyeing techniques for five beautiful patterns*. Retrieved from Martha Stewart: <https://www.marthastewart.com/1540786/shibori-dyeing-techniques>
- Provax, A. (2020). *Shibori dyeing*. Retrieved from Seamwork: <https://www.seamwork.com/magazine/2015/08/shibori-dyeing>
- Ramos, M. E., & Lopes, D. A. (2018). Design de superfície: Análise das técnicas de estamparias artesanais e industriais [Artigo]. *III Jornada Avia! Semana de Design*, (pp. 1 -12).
- Rana, S., Pichandi, S., Parveen, S., & Fangueiro, R. (2014). Natural plant fibers: Production, processing, properties and their sustainability parameters. In S. S. Muthu, *Roadmap to sustainable textiles and clothing: Eco-friendly raw materials, technologies and processing methods* (pp. 1 - 35). Springer.
- Ribeiro, I. (2019). Técnicas e saberes tradicionais na produção de cores [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia]. Repositório Institucional da Universidade Federal de Uberlândia. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28454>.
- Robinson, R. (2007). *Creative batik*. London: Search Press Ltd.
- Rossi, T. (2009). Estudo do Potencial de Uso do Resíduo Efluente Gerado da Destilação do Óleo de Folhas de Eucalipto (*Corymbia citriodora* (Hook) Pryor e Johnson 1976), como Corante Natural para o Tingimento Têxtil de Algodão [Dissertação de mestrado, USP]. Biblioteca Digital USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-17032010-135309/pt-br.php>.
- Ruthschilling, E. A., & Laschuk, T. (2013). Processos contemporâneos de impressão sobre tecidos. *ModaPalavra e-Periódico*, 6(11), 60 - 79.
- Salem, V. (2010). *Tingimento têxtil: Fibras, conceitos e tecnologias*. Editora Blucher.

- Samanta, A. K., & Konar, A. (2011). Dyeing of Textiles with Natural Dyes. Institute of Jute Technology, University of Calcutta.
- Sartori, C. J., Castro, A. H., & Mori, F. A. (2014). Teores de fenóis totais e taninos nas cascas de Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*). *Floresta e Ambiente*, *21*(3), 394 - 400.
- Saxena, S., & Raja, A. S. (2014). Natural dyes: Sources, chemistry, application and sustainability issues. In S. S. Muthu, *Roadmap to sustainable textiles and clothing: Eco-friendly raw materials, technologies and processing methods* (pp. 37 - 80). Springer.
- Schanda, J. (2007). CIE colorimetry. In J. Schanda, *Colorimetry: Understanding the CIE system (1st ed.)* (pp. 25 - 78). Wiley.
- Sebrae. (2015). Nichos de moda. Brasília, Distrito Federal, Brasil: SEBRAE.
- Senac. (n.d.). *De onde vêm as tendências de moda? Saiba a origem e o que influencia as tendências de moda e conheça a importância dessas indicações para a economia e para o consumo.* Retrieved from http://www1.sp.senac.br/hotsites/gcr/materiais/tendencias_de_moda.pdf
- Seyi-Gbangbayau, P., & Ajayi, O. (2020). Tie & dye craft as a means of female gender empowerment [Artigo]. *Women in Technical Education National Conference, Nigeria*.
- Sigbol. (2016, Maio 11). *Tipos de estampas.* Retrieved from Blog Sigbol: <https://blogsigbol.com/2016/05/11/tipos-de-estampas/>
- Silva, A. B. (2013). Tingimento de seda e lã com corante natural extraído de cascas de cebola [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá]. Repositório Institucional da Universidade Estadual de Maringá (RI-UEM). <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3833>.
- Silva, F. M. (2018). Sustainable fashion design: Social responsibility and cross-pollination! In G. Montagna, & C. Carvalho, *Textile, identity and innovation: Design the future* (pp. 439 - 443). London: CRC Press.
- Silva, M. G., Silva, A. B., Giacomini, F., Arzani, C., Ferreira, F. L., & Ruggeri, T. (2016). Tingimento de têxteis com corante natural extraído dos excrementos do bicho-da-seda. *4º Congresso Científico Têxtil e Moda, Blumenau, Santa Catarina, Brasil*.

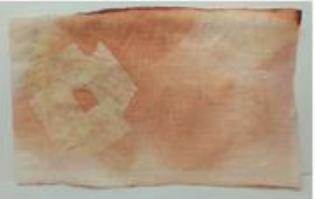
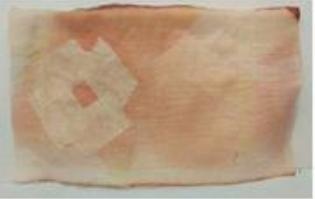
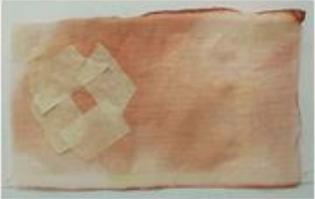
- Silva, R. (2007). Status of natural dyes and dye-yielding plants in India. *Current Science*, 92(7), 916 - 925.
- Steele, V. (2005). *Encyclopedia of Clothing and Fashion Volume 1: Academic Dress to Eyeglasses*. Thomson Gale.
- Tayade, P., & Adivarekar, R. (2013). Adsorption Kinetics and Thermodynamic Study of Cuminum cyminum L. Dyeing on Silk. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 1336 - 1340.
- Tea, The Way Of. (2019). *The Embryo Collection*. Retrieved from <https://thewayoftea.co.uk/collection/the-way-of-tea-2019/>
- Têxtil, P. (2018, Novembro 15). *Qual é o impacto do rótulo ecológico?* Retrieved from Fashion Network: <https://pt.fashionnetwork.com/news/Qual-e-o-impacto-do-rotulo-ecologico-,1035911.html>
- The Handmade Romantics. (2020). *Indonesian batik cap*. Retrieved from <https://www.thehandmaderomantics.com/indonesian-batik-cap>
- Toledo, R. A. (2004). Tecnologia da Reciclagem. *Química Têxtil*, 8 - 14.
- Tomazeli, V. (2020, Setembro 11). *Klickpages: Workshop tingimento natural: Mão na massa - Receita para uma camiseta*. Retrieved from Klickpages: <https://tingimentonatural.kpages.online/copia-1598136598?blog=2kwchjmgr&video=3vnrd1jmm>
- Torimaru, T., & Hedstrom, A. L. (2010). Chinese blue and white itajime (jiajie): Folk tradition of carved board clamp resist dyeing in Zenjiang province [Artigo]. *Textile Society of America - 12th Biennial Symposium, Lincoln, Nebraska, EUA*.
- Tornquist, J. (2008). *Color y luz: Teoría y práctica*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL.
- Torres, A. (2020a, Outubro 20). *Domestika: Cursos: Impressão botânica em tecido e papel*. Retrieved from Domestika: <https://www.domestika.org>
- Torres, A. (2020b, Outubro 20). *Domestika: Cursos: Meus Cursos: Tingimento têxtil com pigmentos naturais*. Retrieved from Domestika: <https://www.domestika.org/pt>

- Traders, Textile. (2020a). *Copper stamps (tjaps)*. Retrieved from <https://www.textiletraders.co.uk/cat/batik-and-printing-supplies/copper-stamps-tjaps>
- Traders, Textile. (2020b). *Traditional Javanese batik*. Retrieved from <https://www.textiletraders.co.uk/cat/fabrics/traditional-javanese-batik>
- Treptow, D. (2005). *Inventando moda: Planejamento de coleção*. Brusque.
- Troncoso, S. M., & Rüttschilling, E. A. (2014). A estampa digital e prospecções no uso das tecnologias. *10º Colóquio de Moda - 7ª Edição Internacional - 1º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Design e Moda*.
- Twardocus, R. G. (2004). Reuso de Água no Processo de Tingimento da Indústria Têxtil [Dissertação de pós-graduação, UFSC]. Repositório Institucional da UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88051>.
- Utad, Jardimbotânico. (2020). *Flora Digital de Portugal*. Retrieved from <https://jb.utad.pt/flora>
- Vankar, P. S. (2000). Chemistry of natural dyes. *Resonance*, 5(10), 73 - 80.
- Varela, T. (2019, Agosto 30). *Graças ao tingimento natural, as cores da moda em 2020 serão as da natureza*. Retrieved from Revista Glamour: <https://revistaglamour.globo.com/Glamour-Apresenta/noticia/2019/08/gracas-ao-tingimento-natural-cores-da-moda-em-2020-serao-da-natureza.html>
- Vieira, L. B. (2014). A estampa têxtil contemporânea: Produção, produtos e subjetividades [Dissertação de mestrado, USP]. Biblioteca Digital USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-13082014-015615/pt-br.php>.
- Wada, Y. I. (1994). New twist on shibori: How an old tradition survives in the new world when japanese wooden poles are replaced by american PVC pipes [Artigo]. *4th Biennial Symposium of the Textile Society of America*, (pp. 265 - 270).
- Wada, Y. I., Rice, M. K., & Barton, J. (1983). *Shibori: The inventive art of japanese shaped resist dyeing: Tradition, techniques, innovation*. Kodansha America.
- White, P., Hayhurst, M., Taylor, J., & Slater, A. (2005). Lyocell fibres. In R. S. Blackburn, *Biodegradable and sustainable fibres* (pp. 157 - 190). Woodhead Publishing Limited.

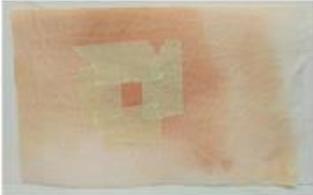
- Wilson, A. (2020). *5 most popular shivori techniques for you to explore*. Retrieved from Townhill Studio: <https://www.townhillstudio.co.uk/5-most-popular-shibori-techniques/>
- Witt, K. (2007). CIE color difference metrics. In C. U. system, *János, Schanda* (pp. 79 - 100). Wiley.
- WWF. (n.d.). *Sustainable agriculture: Cotton*. Retrieved from <https://www.worldwildlife.org/industries/cotton>
- Yamane, L. A. (2008). Estamparia têxtil [Dissertação de mestrado, USP]. Biblioteca Digital USP. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27159/tde-20052009-132356/pt-br.php>.
- Zimniewska, M., & Batog, J. (2012). Ultraviolet-blocking properties of natural fibres. In R. M. Kozlowski, *Handbook of natural fibres: Volume 2: Processing and applications* (pp. 141 - 167). Woodhead Publishing.

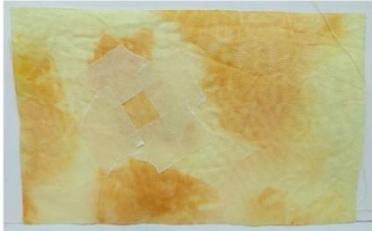
Anexos

Anexo A – Solidez à luz dos tecidos impressos com casca de cebola

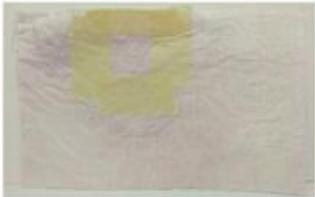
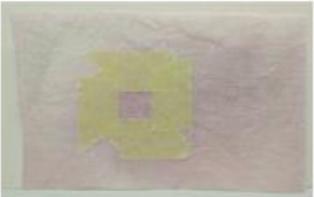
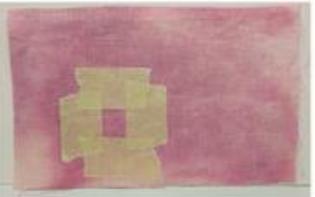
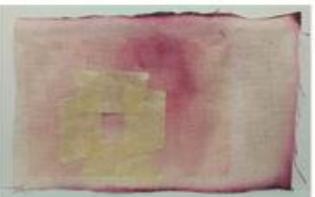
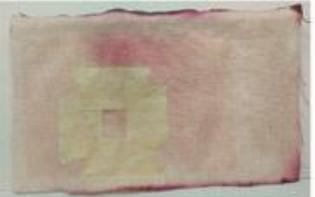
Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	LCV 0	LCV 50	LCVP 50
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			

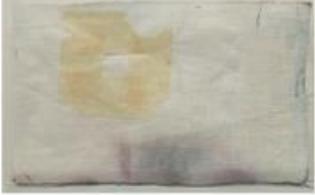
Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	LCV 10 A	LCVP 10 A	TCV 0
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			

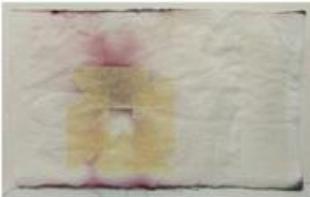
Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	TCV 50	TCVP 50	TCV 10 A
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			

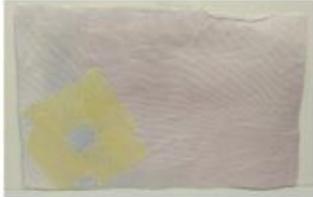
Solidez à luz	
Tempo	Amostras
	TCVP 10 A
0h	
24h	
36h	
48h	
60h	
72h	

Anexo B – Solidez à luz dos tecidos impressos com repolho roxo

Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	LRC 0	LRV 0	LRV 50
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			

Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	LRCS 50	LRV 10 A	LRCS 10 A
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			

Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	TRC 0	TRV 0	TRV 50
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			

Solidez à luz			
Tempo	Amostras		
	TRCS 50	TRV 10 A	TRCS 10 A
0h			
24h			
36h			
48h			
60h			
72h			