

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PAULO VICTOR PONTICELLI NOVAES**

**RAFAEL IGOR SANTOS**

**VIABILIDADE DE TINGIMENTO NATURAL DE FIBRAS DE ALGODÃO  
EMPREGANDO ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DO FEIJÃO PRETO (*PHASEOLUS  
VULGARIS L*)**

**PONTA GROSSA**

**2022**

**PAULO VICTOR PONTICELLI NOVAES**

**RAFAEL IGOR SANTOS**

**VIABILIDADE DE TINGIMENTO NATURAL DE FIBRAS DE ALGODÃO  
EMPREGANDO ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DO FEIJÃO PRETO (*PHASEOLUS  
VULGARIS L*)**

**Viability of natural dyeing of cotton fibers using anthocianins extracted from  
black beans (*PHASEOLUS VULGARIS L*)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia  
Química, do Departamento Acadêmico de  
Engenharia Química, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. César Augusto  
Canciam.

Coorientador: Prof. Dr. Marcos André  
Bechlin

**PONTA GROSSA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**PAULO VICTOR PONTICELLI NOVAES**

**RAFAEL IGOR SANTOS**

**VIABILIDADE DE TINGIMENTO NATURAL DE FIBRAS DE ALGODÃO  
EMPREGANDO ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DO FEIJÃO PRETO (*PHASEOLUS  
VULGARIS L*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do Departamento Acadêmico de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 20 de junho de 2022

---

Prof. Dr. César Augusto Canciam  
Doutor em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Marcos André Bechlin  
Doutor em Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Mariane Hawerth  
Mestranda em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Msc. Luis Alberto Chavez Ayala  
Mestre em Tecnologia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Matheus Pereira Postigo  
Doutor em Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA**  
**2022**

Dedicamos esse trabalho a todos nossos familiares que tornaram possíveis nossos anos de estudo. A todos aqueles que nos apoiaram e se mantiveram conosco nessa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a todas as pessoas que foram importantes para nós nessa longa caminhada, desde amigos a familiares, professores e professoras. Vocês foram essenciais para nossa formação. Nosso eterno agradecimento.

Agradecemos ao nosso orientador Prof. Dr. César Augusto Canciam, pela sabedoria com que nos guiou nesta trajetória, elaboração e orientação deste trabalho.

Ao nosso coorientador Prof. Dr. Marcos André Bechlin, pela orientação durante a execução de análises experimentais em laboratório.

A Secretaria e Coordenação do Curso, por toda cooperação.

Gostaríamos de deixar registrado nosso reconhecimento à aqueles que estiveram conosco durante os momentos bons e também os ruins, muito obrigado.

A todos que de alguma forma contribuíram para o nosso trabalho.

## RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L*) é uma leguminosa com destaque no consumo mundial e amplamente cultivado no Brasil, apresentando uma rica composição química de fenólicos, dentre elas flavonoides, isoflavonas, proantocianidinas, taninos, ácidos fenólicos e antocianinas. A antocianina encontrada na casca do grão possui propriedades funcionais e antioxidantes. Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade do tingimento de fibras naturais de algodão com o pigmento presente na antocianina extraída do feijão-comum. Esta pesquisa teve como justificativa um processo de tingimento que seja economicamente mais viável, empregando matérias-primas de baixo custo e de fácil acesso. O processo como um todo se deu primeiramente pela separação da matéria-prima, a extração da antocianina presente no feijão, o tingimento de fibras naturais e sua secagem. Os experimentos mostraram-se eficientes, demonstrando serem viáveis.

Palavras-chave: pigmento; tingimento; antocianinas; feijão-comum.

## ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris L*) is a legume with prominence worldwide and widely cultivated in Brazil. It has a rich chemical phenolic composition with flavonoids, isoflavones, proanthocyanidins, tannins, phenolic acids and anthocyanins amongst them. The anthocyanin found in their shell has functional properties such as color presence and antioxidants. This research goal is to analyse the dyeing viability in natural fibers as cotton with the pigment present in the natural dye extracted in the common bean. This work purpose is to develop a new economically viable dyeing process using low cost raw material with easy access to anyone. The process as a whole takes place by separating the raw material, extracting the anthocyanin present in the beans from a bath in water, then dyeing natural fibers using this water and drying them last. The experiment revealed efficient with positive results based on initial thoughts, proving that is possible and viable this extraction and dyeing process using this method as a basis.

Keywords: pigment; dyeing; anthocyanins; common bean.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Estrutura cátion flavílico.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2 – Estrutura da fibra de algodão.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3 – Filamentos das fibras de algodão.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4 – Diagrama de blocos experimental do processo de tingimento.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 5 – Fluxograma do processo.....</b>	<b>37</b>
<b>Fotografia 1 – Fibras utilizados no experimento.....</b>	<b>31</b>
<b>Fotografia 2 – Amostra de feijão utilizado para os procedimentos.....</b>	<b>32</b>
<b>Fotografia 3 – Espectrofotômetro.....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografia 4 - Processo de tingimento das amostras de tecido.....</b>	<b>37</b>
<b>Fotografia 5 - Exemplo de marcação de identificação nas amostras.....</b>	<b>38</b>
<b>Fotografia 6 - Erlenmeyer antes da extração das antocianinas.....</b>	<b>40</b>
<b>Fotografia 7 – Erlenmeyer após processo de extração da antocianina.....</b>	<b>41</b>
<b>Fotografia 8 – Amostras de algodão utilizando mordente.....</b>	<b>48</b>
<b>Fotografia 9 – Amostras de algodão com 24h de extração utilizando mordente.....</b>	<b>49</b>
<b>Fotografia 10 – Amostras de algodão com 18h de extração utilizando mordente.....</b>	<b>50</b>
<b>Fotografia 11 – Amostras de algodão com 12h de extração utilizando mordente.....</b>	<b>51</b>
<b>Fotografia 12 – Amostras de algodão sem utilização de mordente.....</b>	<b>52</b>
<b>Fotografia 13 – Amostras de algodão com 24h de extração sem utilização do mordente.....</b>	<b>53</b>
<b>Fotografia 14 – Amostras de algodão com 18h de extração sem utilização do mordente.....</b>	<b>54</b>
<b>Fotografia 15 – Amostras de algodão com 12h de extração sem utilização do mordente.....</b>	<b>55</b>
<b>Gráfico 1 – Água base com 12 horas de extração.....</b>	<b>56</b>
<b>Gráfico 2 – Água base com 18 horas de extração.....</b>	<b>56</b>
<b>Gráfico 3 – Água base com 24 horas de extração.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Massa do feijão e o tempo de extração na água base para o uso no tingimento do algodão.....	39
Tabela 2 – Média da massa de mordente NaCl usada nos tingimentos.....	41
Tabela 3 - Relação de sólidos presentes na água usada para a produção de água base.....	42
Tabela 4 - Massa dos fios de algodão antes e depois dos tingimentos.....	43
Tabela 5 - Massa dos fios de algodão antes e depois dos tingimentos com mordente.....	44
Tabela 6 – Concentrações de sólidos na água base.....	45
Tabela 7 – Média sólidos total após tingimento sem mordente dos fios de algodão.....	46
Tabela 8 - Média sólidos total após tingimento com mordente dos fios de algodão.....	47

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

°C	Graus Celsius
Abs	Absorbância
cm	Centímetro
g	Gramma
g/L	Gramma por litro
g/m <sup>2</sup>	Gramas por metro quadrado
h	Hora
L	Litro
mg	Miligramma
mL	Mililitro
mm	Milímetro
nm	Nanômetro
N °	Número
%	Porcentagem
pH	Potencial hidrogeniônico

## LISTA DE SÍMBOLOS

NaCl Cloreto de Sódio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
4.1	Tingimento.....	19
4.2	Antocianina.....	19
4.3	Fibra de algodão.....	21
4.4	Adsorção e dessorção.....	23
4.5	Feijão.....	24
4.6	Corantes.....	24
4.7	Corantes Artificiais.....	25
4.8	Corantes Naturais.....	27
4.9	Mordentes.....	28
4.10	Extração de antocianina.....	30
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>Materiais.....</b>	<b>31</b>
5.1.1	Fibra de algodão.....	31
5.1.2	Mordente.....	32
5.1.3	Feijão preto.....	32
5.1.4	Espectrofotômetro.....	32
<b>5.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>33</b>
5.2.1	Recepção e preparação dos materiais.....	34
5.2.2	Preparação da extração.....	34
5.2.3	Preparação dos Mordentes.....	35
5.2.4	Coleta alíquotas dos Corantes.....	35
5.2.5	Caracterização dos Corantes.....	35
5.2.6	Tingimento das amostras de tecido.....	36
5.2.7	Identificação das amostras.....	38
5.2.8	Pesagens.....	38
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>

<b>6.1</b>	<b>Secagens.....</b>	<b>45</b>
<b>6.2</b>	<b>Dados do espectrofotômetro.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L*) é uma leguminosa com destaque no consumo mundial, no qual, é um alimento com teor proteico considerável e está presente na dieta diária da população brasileira (SILVA; COSTA, 2003).

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores mundiais de feijão comum. Em 2014, o país produziu 3,29 milhões de toneladas de feijão e até 2023 estima-se que a produção poderia aumentar cerca de quatorze por cento (ROSSI et al., 2017).

O consumo alimentar de feijão da população brasileira combina a tradicional dieta a base de arroz e feijão com alimentos com poucos nutrientes e muitas calorias. (SALVADOR, 2018). Conforme estimativa, o consumo alimentar médio de feijão é 15,86 Kg per capita anual (CONAB, 2017).

Dentro da rica composição química do feijão, destacam-se os compostos fenólicos, no qual fazem parte: flavonóides, isoflavonas, proantocianidinas, taninos, ácidos fenólicos e antocianinas (LOS et al., 2018). A antocianina, composto presente principalmente na casca do grão, possui propriedades funcionais relacionada a presença de cor e atividades antioxidantes (HERNANDÉZ et. al., 2020).

Desta forma, estes são componentes de interesse a indústria químico-alimentícia, pois apresenta potencial de estender a vida útil de produtos alimentícios reduzindo os impactos da oxidação lipídica, visando o aumento do tempo de validade, qualidade, sabor, textura, aparência e além de atribuição de cor em seus produtos, agregando valor e atratividade ao setor consumidor (DE SOUZA; WILLEMS; LOW, 2019).

Um fator que desperta interesse no estudo das antocianinas é sua obtenção a partir da casca do feijão, no qual, é uma matéria-prima que pode ser obtida como subproduto do beneficiamento do feijão, sendo de baixo valor comercial (OLIVEIRA, 2019).

As antocianinas, junto com os carotenoides, representam a maior classe de substâncias coloridas do reino vegetal, sendo encontrados em grande número de espécies de plantas, frutos e vegetais (FOOD INGREDIENTS BRAZIL, 2009).

Os subprodutos da indústria da uva e do vinho já vêm sendo desenvolvidos na preparação comercial de antocianinas para uso em áreas alimentícias e têxtil (OLIVEIRA et al, 2012).

Um pigmento natural é uma substância extraída por processos físico-químicos (como adsorção, dissolução, precipitação, entre outros) ou bioquímicos (fermentação), de uma matéria-prima animal ou vegetal que deverá ser solúvel em meio aquoso para que o material seja mergulhado sucessivas vezes para o tingimento do substrato escolhido (AGUIAR et al., 2017).

Um processo de tingimento acontece quando há uma modificação físico/química do elemento a ser tingido, no caso a fibra. Para que o processo seja feito de uma maneira correta, é necessário que o pigmento seja aplicado uniformemente sobre estas fibras (SALEM et al., 2010).

A escolha do algodão para o tingimento ocorre pelo fato de ser uma fibra de origem natural obtida do fruto do algodoeiro, gênero *Gossypium*, planta de pequeno porte que após a floração a cápsula do fruto após maturação libera um tufo de fibras geralmente cor branca (PICCOLI, 2008).



## **2 OBJETIVOS**

A seção apresenta de forma sucinta os objetivos definidos para o trabalho, dividindo em objetivo geral e objetivos específicos.

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade do tingimento de fibras de algodão, a partir das antocianinas extraídas da casca do feijão preto comum (*Phaseolus vulgaris* L).

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar o processo de tingimento usando soluções com mordente e sem mordente, podendo observar em qual caso o tingimento tenha uma maior eficiência;
- Realizar o tingimento das fibras utilizando diferentes tempos de lavagem do feijão, identificando para qual tempo a adsorção seja mais eficiente nos tecidos;
- Avaliar a qualidade dos tingimentos para cada tempo de banho, verificando quais soluções tem o maior impacto para que a adsorção seja mais ou menos eficaz em cada fibra;
- Avaliar com espectrometria a relação de quantidade de antocianina presente na solução e a tonalidade de cor presente na fibra tingida após o tingimento.

### **3 JUSTIFICATIVA**

O aproveitamento de resíduos durante o processo produtivo do feijão torna esse estudo proveitoso, visto que é possível utilizar a casca do produto como um novo meio de tingimento natural.

Esse produto, por ser natural, possui um apelo ambiental, visto que comparado com outros pigmentos artificiais, pode ser considerado mais limpo e de tratamento mais simples.

O tingimento em temperatura ambiente colabora para a diminuição de energia gasta durante o processo.

O processo como um todo é de pequena complexidade, seja em escala pequena ou podendo até se estender ao âmbito industrial.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Tingimento

O processo de tingimento é a etapa na qual é aplicada corante ao material têxtil, sendo uma etapa predominante no sucesso econômico de produtos têxteis. Para que isso ocorra, é necessária uma padronização de cor, elevado grau de solidez em relação à luz, transpiração e lavagem (TWARDOKUS, 2004).

Neste processo, ocorre uma modificação físico/química do substrato, fazendo com que a luz refletida provoque uma percepção de cor. Estes produtos são chamados de corantes e são compostos orgânicos que colorem substratos têxteis ou não têxteis, fazendo com que a cor seja resistente a tratamentos úmidos e a luz (TWARDOKUS, 2004).

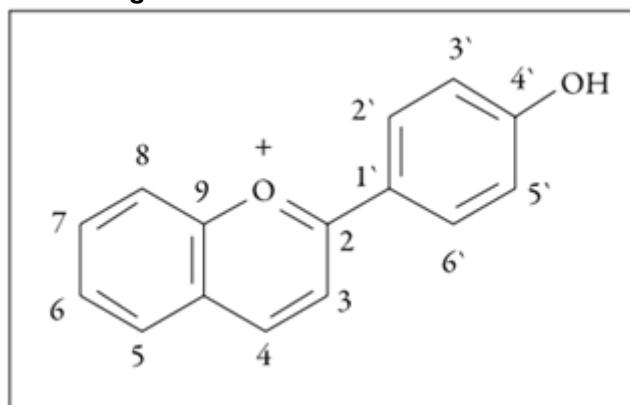
O tingimento, a princípio, pode ser feito de duas maneiras: de forma contínua ou descontínua. No processo contínuo, é realizado um banho de forma estagnada, enquanto o substrato a ser tingido passa de modo contínuo sobre o banho, espremido mecanicamente e fixado por vapor ou calor seco. Nesse processo, o corante é movido do banho para a fibra e isso ocorre por causa da movimentação de um dos dois objetos, o banho ou o substrato (TWARDOKUS, 2004).

### 4.2 Antocianina

Do grego *anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro, as antocianinas são o grupo de pigmentos de maior importância do reino vegetal (BRIDLE; TIMBERLAKE, 1997).

Apresenta como função proteger a planta, o fruto e flor dos raios ultravioleta, além ajudar no processo de polinização. A antocianina pertence ao grupo metabólito secundário dos flavonoides com uma coloração que varia entre o vermelho ao violeta/azul. Sua estrutura geral é derivada do cátion flavílico. A estrutura do cátion flavílico é ilustrada na Figura 1.

**Figura 1 - Estrutura cátion flavílico**



Fonte: Concenço *et.al.* (2014)

As antocianinas comumente encontradas em alimentos são as antocianidinas, que são derivadas das agliconas. Tais como pelargonidina, cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina e petunidina (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Cada estrutura é encontrada em um tipo diferente de alimento, como morango, amora, uva, cereja, cacau, ameixa, berinjela, maracujá, feijão, entre outros.

Sua coloração se dá devido ao pH em que a estrutura se encontra. Em meio ácido (pH igual a 1), apresenta coloração vermelha, porém em um pH mais elevado (pH igual a 4,5) apresenta um tom avermelhado bem mais fraco. A extração desse composto é normalmente feita por solventes polares, como o metanol e o etanol. Apesar de sua facilidade de extração, é necessário um cuidado com o uso de solventes ácidos, pois seu excesso pode causar uma hidrólise, modificando sua estrutura molecular para uma antocianidina (CARDOSO *et al.*, 2011).

Outros fatores que influenciam a coloração dos alimentos pigmentados com antocianina são a concentração e a estrutura molecular, temperatura, enzimas, copigmentos, ácido ascórbico, íons metálicos, entre outros (MAZZA, 1993).

O uso da antocianina na alimentação e na medicina vem cada vez mais sendo algo comum entre as pessoas. Seu efeito é desde antioxidante até anticarcinogênico, sendo elas não tóxicas ou mutagênicas e apresentam características terapêuticas benéficas (TIMBERLAKE, 1997).

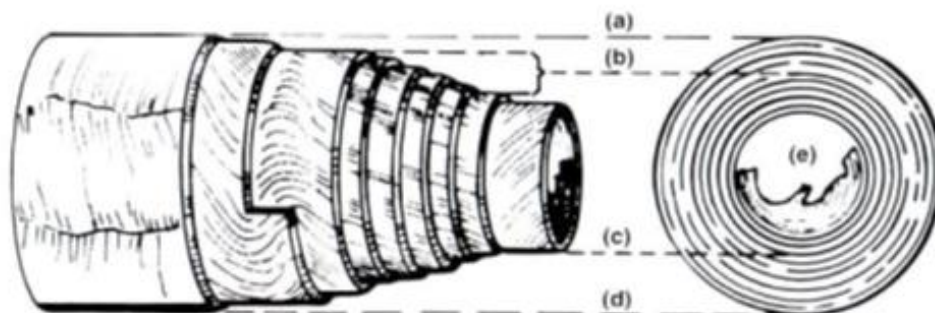
De acordo com Kuhnau (1976), as principais fontes de antocianina e teor de pigmento (mg/100 g) são a amora roxa, "*black currant*", amora vermelha e por último o feijão, contendo a maior quantidade (1 a 1000 mg/100 g).

### 4.3 Fibra de algodão

A estrutura química do algodão é composta praticamente por celulose (em torno de 90 %) que é responsável por dar resistência à fibra pelo fato de possuir alto grau de polimerização e orientação molecular. Os demais compostos que formam sua composição são: ceras, gorduras, pigmentos naturais, pectinas, água e minerais. Em sua estrutura, as camadas estão divididas em: cutícula externa, camada central de celulose, camada interna (lúmen), camada de cera e resíduos protoplasmáticos (FERREIRA, 2019).

Na Figura 2, pode-se visualizar a estrutura da fibra que foi dividida em cinco áreas destacadas por meio das letras “a, b, c, d, e”.

Figura 2 - Estrutura da fibra de algodão



- (a) Camada celulósica externa – Cutícula;
- (b) Camadas centrais de celulose;
- (c) Camada interna – Lúmen;
- (d) Camada de cera;
- (e) Resíduos protoplasmáticos.

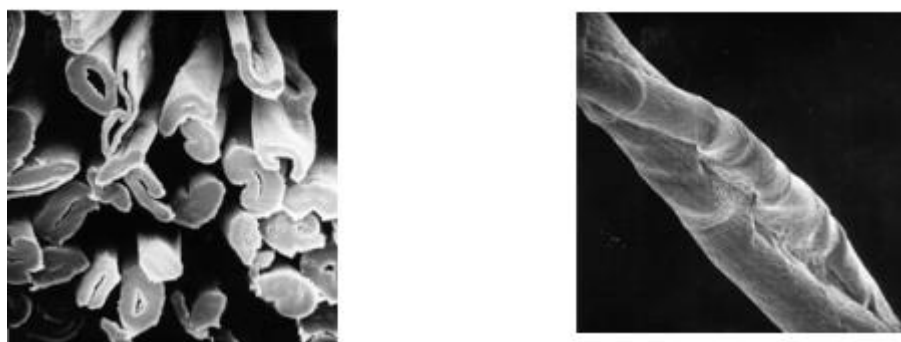
Fonte: Adaptado de PICCOLI (2008)

A celulose está ligada a outras substâncias como lignina, resinas, gorduras, ceras e pigmentos, as quais estão dispostas em regiões cristalinas e amorfas. As regiões amorfas apresentam como característica oferecer vazios e poros que

permitem absorção de pigmentos e substâncias úmidas, influenciando também na elasticidade e no alongamento da fibra (FERREIRA, 2019).

As fibras de algodão têm como formação em torno de 70% de cadeias cristalinas e 30% cadeias amorfas. Mesmo com alto grau de cristalinidade, as fibras possuem baixa orientação resultando na diminuição da resistência. Isso faz com que as regiões amorfas contribuam para absorção de substâncias (SALEM, 2000). A Figura 3 mostra uma visão microscópica dos filamentos das fibras de algodão.

**Figura 3 – Filamentos das fibras de algodão**



Fonte: Bittencourt (2008)

As fibras vegetais oferecem vantagens em um aspecto ambiental, pois são biodegradáveis, baixo custo, biodegradáveis e renovabilidade (NQDA, FIBRENAMICS, 2022).

A cultura do algodão apresenta referências datadas desde século VII a.C. No Brasil, o seu cultivo se deu por meio dos índios, transformando as fibras em fio e tecidos artesanais assim como aproveitavam a planta na alimentação e para uso medicinal usando as folhas. Entretanto, o interesse comercial só começou a ser explorado a partir de 1760, partindo da região do Maranhão como produtor principal em exportação para Europa (VAINSENER, 2009).

Nos últimos anos, o Brasil tem se mantido entre os cinco maiores produtores e exportadores mundiais de algodão (*Gossypium hirsutum L.*), junto com China, Índia, Estados Unidos e Paquistão, apresentando um cenário interno promissor, por estar entre os maiores consumidores mundiais de algodão em pluma (RAMOS et al., 2014; Associação Brasileira de Produtores de Algodão, 2018).

O algodão tornou-se a fibra natural com enorme representatividade no cenário nacional e mundial por conta das características da fibra, como conforto térmico,

maciez do material, capacidade de retenção da água e predisposição a transformações químicas industriais (FERREIRA, 2019).

O processo físico-químico para o beneficiamento do algodão é bem complexo, no qual vai desde da colheita da pluma até o produto final no setor têxtil como peças de vestuários, por exemplo. O início do processo começa com transformações mecânicas em que as fibras são transformadas em fios e os fios são convertidos em malhas ou tecidos, no qual esses processos de transformações interferem diretamente na qualidade das peças para processos posteriores (ALMEIDA *et al.*, 2011).

Caso ocorram problemas durante processo de fiação, malharia e tecelagem, estes serão revelados nos processos de beneficiamento químico, em que ocorre a aplicação de cor do substrato que podem ser visíveis em testes de uniformidade na padronização do comprimento da malha ou tecido, manchas de óleo ou ocorrências indesejáveis aos produtos (FERREIRA, 2019).

#### **4.4 Adsorção e dessorção**

A adsorção é um processo de superfície de transferência de massa em que a espécie que se acumula na interface do material se chama adsorbato e a superfície em que ela se concentra é denominada de adsorvente (RUTHVEN, 1984).

A adsorção é um objeto de interesse em grandes áreas da tecnologia desde o início do século, tendo importância nos setores ambiental e biológico (COONEY *et al.*, 1999).

O fenômeno de adsorção é resultado de combinações entre forças na adsorção física e química, tais como a área superficial, propriedades do adsorvente e do adsorbato, temperatura do sistema, pH do meio e natureza do solvente (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Por ser um fenômeno de superfície, a intensidade da adsorção apresenta uma dependência proporcional à área superficial em questão. No caso de partículas maiores, a resistência à difusão é menor (SEKAR *et al.*, 2004).

A temperatura influencia principalmente a constante de velocidade de adsorção. Seu aumento pode causar uma elevação na energia cinética e na mobilidade das espécies do adsorbato (CARVALHO *et al.*, 2004).

O pH afeta o fenômeno de adsorção na medida que determina o grau de distribuição de espécies químicas. Sua intensidade pode variar de acordo com o adsorvente em questão, uma vez que as cargas da superfície do adsorvente dependem da composição da superfície (RHUEL et al., 2003).

Já o processo de dessorção é uma operação inversa à adsorção, pois envolve a transferência de massa de um componente solúvel para uma outra fase. Este processo é amplamente utilizado nas indústrias químicas, no tratamento de fluídos, remoção de hidrocarbonetos presentes em óleos, entre outros (FOUST et al., 1982).

#### **4.5 Feijão**

O feijão é um alimento altamente rico em nutrientes como: vitaminas, minerais (como: zinco, magnésio, ferro e cálcio) e fibras. Por esse fator, é consumido diariamente pela população brasileira, contribuindo como fonte proteica e calórica (MESQUITA et al., 2006).

O tipo *Phaseolus vulgaris L* é cultivado em vários estados do Brasil em diferentes meios de cultivos e níveis tecnológicos (PRADO et al., 2001, CRUZ et al., 2012). Porém, nas regiões sudeste e centro-oeste, tem se visto um aumento de área cultivada desse tipo de feijão (CARVALHO et al., 2001).

Durante o ciclo de plantio do feijão foi observada que a questão hídrica não é satisfeita em noventa e três por cento dos casos na América Latina, necessitando assim a adaptação hídrica da planta (SINGH, 1995).

Um método para analisar a qualidade do feijão industrializado ou *in natura* é a forma, a seção transversal, as cores das vagens e da semente e o comprimento (NETTO, 1970; BEDFORD 1976).

#### **4.6 Corantes**

A estética de apresentação de um produto é um fator relevante na hora da compra pelo consumidor, razão na qual a cor é umas das propriedades sensoriais mais importantes na hora da escolha. Diante disso, o corante entra na categoria fundamental na indústria de processamento têxtil afim de estimular o consumidor na



hora da compra em consequência do efeito visual do produto (SCHUMANN; POLÔNIO; GONÇALVES, 2008).

Quanto a origem, aqueles extraídos de matérias-primas encontrados na natureza (origem animal ou vegetal) são chamados de corantes naturais. Os demais podem ser chamados de corantes artificiais (MARCELINO *et al.*, 2016).

Quanto as suas estruturas químicas, podem ser classificados de acordo com a substância que está presente como: nitrofenol, nitrosofenol, azo, trifenilmetano, antraquinona, ftalocianina, vinilsulfônico, pirimidina e triazina. E quanto a aplicação pode ser classificada de acordo com o tipo da fibra a ser tingida e o modo de fixação do corante a ela, dentre eles: reativo, dispersivo, ácido, azoico e direto (TWARDOKUS, 2004).

Para o meio industrial, os corantes naturais são limitados pelo fato de possuírem gama de cores limitadas e apresentarem baixa solidez à lavagem e à luz solar (FERREIRA, 2019).

Por consequência disso, as indústrias preferem investir em corantes artificiais, por conta de suas características químicas e estruturais serem mais resistentes aos efeitos do processo, dos quais são: a perda de coloração mesmo em condições extremas, resistência a umidade, resistência a luz, facilidade na difusividade para interior da fibra e por possuir menor custo de produção e aplicação em relação aos corantes naturais (MARCELINO *et al.*, 2016).

De acordo com Konar (2011) e Queiroz (2014), mesmo os corantes artificiais sendo mais viáveis economicamente para as indústrias, seu uso vem sendo discutido a nível mundial devido aos seus impactos negativos na saúde humana como também no âmbito ambiental pela a sua forte carga poluidora por conta dos resíduos gerados durante o tingimento na produção. Há relatos que os compostos químicos usados nos corantes podem ocasionar reações alérgicas ou estar relacionado no desenvolvimento de alguns tipos de câncer. Diante a esses riscos, a utilização de corantes naturais vem ganhando grande atenção por serem atóxicos, não carcinogênicos e biodegradáveis.

#### **4.7 Corantes Artificiais**

Os corantes utilizados até o século XIX eram todos de origem natural, oriundos de algumas espécies de moluscos, insetos, vegetais ou outros tipos de

matéria orgânica. Entretanto em 1856, foi descoberto o primeiro corante sintético (malveína) pelo químico inglês Willian H. Perkin, corante no qual tingia a seda na cor violeta através da reação entre anilina e dicromato de potássio (SALEM, 2010).

A descoberta da malveína revolucionou a formulação e fabricação de corantes, permitindo sintetizar em uma grande quantidade de corantes, com diferentes tonalidades e fórmulas em escala industrial (ALMEIDA, 2016).

Atualmente, a maioria dos corantes para o tingimento têxtil é de origem sintética, sendo basicamente compostos azóicos, pois são facilmente sintetizados e tem amplo espectro de cores (SILVA, 2010).

Estima-se que a produção mundial de corantes é de aproximadamente 700.000 toneladas/ano. Desta quantidade cerca de 10 % a 15 % é lançado no ambiente durante o processo de manufatura dos produtos, sendo a indústria têxtil responsável pela maior parte dos despejos (SAMANTA; AGARWAL, 2009).

O tratamento dos resíduos provenientes da indústria tintureira se tornou um problema ambiental preocupante, uma vez que a estrutura química do composto tem complexas moléculas aromáticas, tornando-os inertes ou difíceis de se biodegradarem quando lançados no meio ambiente (SILVA, 2010).

Do ponto de vista ambiental, a remoção da cor dos efluentes é um dos grandes problemas enfrentados pelo setor têxtil. A elevada estabilidade biológica dos corantes dificulta sua degradação pelos sistemas de tratamento empregados pela indústria produtiva, no qual geralmente é usado iodo ativo. O despejo dos resíduos em corpos de água como rios e lagos, provoca além da poluição visual, sérios danos a fauna e a flora destes locais. Quando despejados em grandes concentrações, a coloração restringe a passagem de radiação solar na água, impossibilitando atividade fotossintética natural, causando o aumento da toxicidade da água. Isso gera uma grave alteração no ecossistema do local podendo chegar a exterminar a biota aquática (DALLAGO et al., 2005).

Devido à toxicidade e resistência no meio ambiente, os estudos para remoção dos corantes sintéticos nas águas residuárias têm ganhado grande destaque na comunidade científica e dos órgãos ambientais a fim de combater a poluição causada pelo descarte dessas substâncias. O interesse pelo uso de corantes naturais tem crescido atualmente pelo fato de serem bem menos nocivos ao meio ambiente comparados aos sintéticos (ALMEIDA; CORSO, 2014).

#### 4.8 Corantes naturais

Os corantes orgânicos naturais são obtidos a partir de fontes vegetais ou eventualmente, de fontes animais, cujo princípio corante tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado, que evitem a sua contaminação com outros produtos químicos (BRASIL, 2020)

Os corantes naturais podem ser obtidos por meio das plantas (raiz, casca, folha, tronco, fruto e flores), algumas fontes minerais e insetos. Pode ser classificado como um produto biológico com recurso renovável e sustentável, que gera um baixíssimo impacto ambiental por se tratar de um recurso biodegradável. O emprego deste tipo de corante é conhecido desde a antiguidade e não se restringe apenas a indústria têxtil, mas também nos setores alimentares e cosméticos (SHAHID *et al.*, 2013).

Em sua maioria, os corantes naturais possuem baixo risco a saúde humana por sua baixíssima toxicidade. Entretanto, quando comparados aos corantes sintéticos, os corantes naturais possuem aplicações limitadas, tornando-os desinteressantes a aplicação industrial por possuírem baixo rendimento na aplicação quando necessita-se atingir uma coloração profunda e sólida nos produtos, o que acaba exigindo uma demanda muito grande de matéria prima para extração. Outro ponto negativo, é a dificuldade em padronizar e reproduzir os mesmos tons de cores em diferentes escalas de aplicação. Levando em conta os pontos citados, os corantes naturais possuem baixa solidez a umidade e a luz, causando desgaste da coloração com o tempo, para isso, necessita-se o uso de mordentes no tingimento, substância que é associada ao corante cuja função específica é manter a durabilidade da cor, conferindo resistência a lavagem e exposição a luz. Alguns tipos de mordentes podem ser de origem mineral, tendo em sua estrutura sais metálicos, que podem contaminar os tecidos tingidos com metais pesados, no qual podem levar a efeitos cancerígenos (MENEZZO, 2014).

## 4.9 Mordentes

O mordente é caracterizado por um produto químico distinto que tem por finalidade auxiliar o tingimento quando combinado com o corante a fim de fixá-lo na fibra, aumentando a interação da cor com as fibras do tecido por meio de uma ligação química durável, permitindo solidez na dispersão da cor e oferecendo resistência a luz e a lavagem. Alguns mordentes podem alterar tonalidade do corante (diferentes mordentes sobre o mesmo corante podem escurecer, clarear ou alterar completamente a cor) (BECHTOLD; MUSSAK, 2009).

O resultado final do tingimento levando em conta a tonalidade e solidez da cor e seu brilho não se resumem apenas a escolha do corante, mas também pela variação de concentração e manipulação do mordente escolhido. Assim, o mordente torna-se igualmente importante no tingimento da fibra (BECHTOLD; MUSSAK, 2009).

Além disso, o mordente ideal para o uso em larga escala deve produzir um rendimento apreciável da cor em condições de tingimento praticáveis a baixo custo, sem comprometer seriamente as propriedades físicas da fibra ou propriedades de solidez dos corantes. Os mordentes não devem provocar qualquer efeito nocivo durante o processamento e o material têxtil tingido não deve ter nenhum efeito cancerígeno durante o uso (SAMANTA; KONAR, 2011).

Para Bechtold e Mussak (2009) e Samanta e Konar (2011), os mordentes podem ser classificados em mordentes metálicos, taninos e tipos de óleos. Os mordentes metálicos são os mais utilizados por sua eficiência na função de melhorar a fixação do corante na fibra. São geralmente sais de alumínio que formam complexos metálicos com as fibras e os corantes.

Após a mordentagem, os sais de metal atraem as moléculas de corante/pigmento orgânico a serem ancoradas às fibras formando complexos de coordenação. Os mordentes metálicos, como o cromo, ferro, cobre e estanho, ancorados a qualquer fibra se combinam quimicamente com certos grupos funcionais presentes nos corantes naturais e são unidos por ligações coordenadas/covalentes ou ligações de hidrogênio e outras forças de interação.

Alguns exemplos de eletrólitos que ajudam no processo de fabricação do corante, aumentando a força iônica do meio em que se encontra e diminuindo a

quantidade de corante perdido na solução após o tingimento são o cloreto de sódio e o sulfato de sódio (ZANONI; YAMANAKA, 2016).

Corantes naturais são utilizados desde os primórdios da humanidade, sendo substituídos por corantes sintéticos ao decorrer do tempo, sendo altamente impactante ao meio ambiente. Para o tingimento de tecidos de algodão, os mordentes mais eficazes são o vinagre e o sal marinho em quantidades específicas (DINIZ, J; FRANCISCATTI, P; SILVA, T, 2011.)

Os taninos são de origem vegetal. Neste grupo destaca-se o ácido tânico que pode ser obtido a partir de vegetais ricos em tanino. Dos mordentes tipo óleos os mais conhecidos são os óleos vegetais (SAMANTA; KONAR, 2011).

Quando sais de metal são usados como mordentes necessita-se de um excesso de íons metálicos, que, por fim, acabam por aumentar a toxicidade dos efluentes. Desta forma, a substituição completa dos corantes sintéticos por corantes naturais utilizando mordentes metálicos também é danosa ao ambiente (ASPLAND, 1998).

Os corantes naturais podem substituir parcialmente os sintéticos quando este tipo de mordente é utilizado. Estudos com mordentes vegetais podem, portanto, ser uma alternativa viável para a eventual substituição completa dos corantes sintéticos por naturais.

Os processos variam principalmente no tempo de adição do mordente. Os processos de pré e pós-mordentagem requerem um passo adicional de tratamento em banho separado (uma solução mordente com concentração definida do sal de metal), já a simples adição de uma solução de sal concentrada diretamente no banho de tingimento é usada no processo de mordentagem simultânea (BECHTOLD; MUSSAK, 2009).

Apesar da técnica de mordentagem simultânea apresentar uma vantagem no processamento, já que existe apenas um banho de tingimento, é necessário repetir o ciclo de tingimento. O banho é contaminado com o mordente e a reutilização do corante, portanto, não é possível para um segundo tingimento.

Quando comparados os três tipos de mordentagem são encontradas pequenas variações na intensidade de cor. Na maioria dos casos a pré-mordentagem leva a tons mais escuros em comparação com a mordentagem simultânea (BECHTOLD; MUSSAK, 2009).

#### **4.10 Extração de antocianina**

Para que seja possível a obtenção de materiais bioativos de matérias-primas vegetais, é necessário que se realize um processo de extração. A primeira etapa desse processo é a padronização do material em termos de granulometria e umidade (FERRO, 2019).

Um método viável de extração que pode ser aplicado neste caso é a extração líquida pressurizada (ELP), que consiste em aplicar temperatura e pressão elevada em intervalos de tempo reduzidos. A pressão permite que seja possível o uso do solvente acima da sua temperatura de ebulição, tendo assim uma extração mais rápida e total. Já com relação à temperatura, garante uma maior difusão enfraquecendo a interação matriz-soluto, tendo uma melhor solubilização do composto (CARVALHO et al., 2018).

Uma maneira comum de expressar a quantidade de antocianina é em termos de sua quantidade total presente dentro de um extrato específico, com isso o teor fica em mg de Antocianina/100 g da amostra (NASCIMENTO et al., 2008).

As antocianinas são capazes de absorver luz na região visível entre 496 e 550 nm. Isso permite a quantificação da antocianina por métodos de espectrofotométricos de acordo com seu comprimento de onda adequado (NASCIMENTO et al., 2008).

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se como materiais: fibras de algodão adquiridos do comércio local; água da lavagem do feijão preto; garrafas plásticas PET de 1,5 L e 2,0 L; béqueres de 150 mL; potes de plástico de 200 mL; erlenmeyer de 2,0 L; chapa de aquecimento; tubos de ensaio; espectrofotômetro FEMTO 800 XI.

#### 5.1.1 Fibra de algodão

As amostras utilizadas apresentavam características 100 % Algodão N ° 8 Cru 700 g/m<sup>2</sup>; beneficiada na forma pronta para o tingimento (PT).

A Fotografia 1 ilustra a fibra utilizada nos experimentos e adquiridas no comércio local.

**Fotografia 1 - Fibras utilizadas no experimento**



Fonte: autoria própria (2022)

### 5.1.2 Mordente

Para as amostras de mordente, foi empregado cloreto de sódio (NaCl) refinado e iodado de 1 kg, adquirido no comércio local.

### 5.1.3 Feijão preto

Embalagens de 1 kg de feijão preto foram adquiridos no comércio local. A Fotografia 2 mostra o feijão utilizado.

Fotografia 2 - Amostra de feijão utilizado para os procedimentos



Fonte: autoria própria (2022)

### 5.1.4 Espectrofotômetro

O espectrofotômetro utilizado para as análises é do modelo 800 XI do fabricante Femto Indústria e Comércio de Instrumentos Ltda. A Fotografia 3 mostra o espectrofotômetro empregado.



**Fotografia 3 - Espectrofotômetro**

Fonte: Femto Indústria e Comércio de Instrumentos Ltda (2022)<sup>1</sup>

## 5.2 Métodos

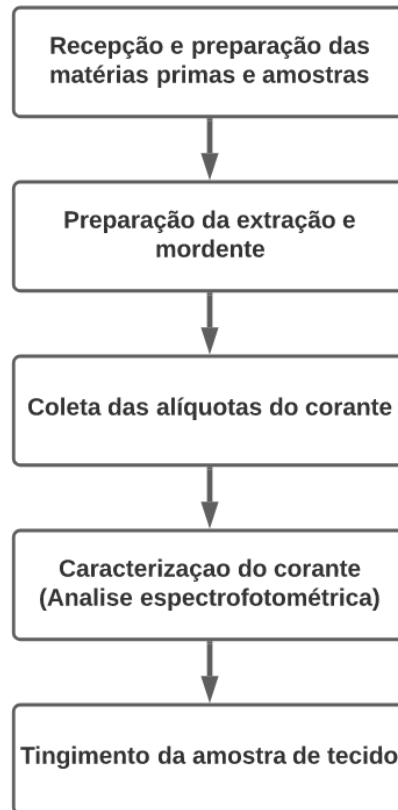
O processamento foi realizado em cinco etapas, as quais levam em consideração a preparação das matérias-primas, preparação de mordentes, preparação do corante, as caracterizações do corante e o tingimento.

A Figura 4 apresenta um diagrama de blocos do processo experimental do início do tingimento até o produto final.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.femto.com.br/espectrofotometro-800XI.html>. Acesso em: 20 maio 2022.

**Figura 4 - Diagrama de blocos experimental do processo de tingimento**



**Fonte: autoria própria (2022)**

#### 5.2.1 Recepção e preparação dos materiais

Primeiramente, o feijão foi selecionado de forma criteriosa, visando garantir a homogeneidade, característica física e qualidade do grão. Saliou-se o desprezo das folhas e cascas que se apresentavam com danos físicos ou variação do esperado para elaboração.

As amostras das fibras de algodão foram cortadas em fios de aproximadamente 30 cm cada um, separados, pesados e identificados para as próximas etapas de tingimento e secagem.

#### 5.2.2 Preparação da extração

Para cada tempo de extração, separou-se 250 g de feijão preto para um litro de água. O feijão foi deixado de molho em garrafas com água por doze, dezoito e vinte

quatro horas, devidamente catalogados e identificados. Identificou-se estas águas como “água base”.

O primeiro tempo de extração foi de doze horas, no qual separou-se em dois recipientes de armazenamento, um para tingimento com uso de mordente e o outro para tingimento sem uso de mordente.

Para os tempos de dezoito e vinte e quatro horas de extração, seguiu-se o mesmo procedimento descrito anteriormente. A extração foi feita em temperatura ambiente, visando a economia de energia durante o processo.

Ao final do tempo de extração estipulado, o material residual sólido foi separado da solução corante com auxílio de um funil de metal e peneira.

### 5.2.3 Preparação dos Mordentes

Para o tingimento o mordente escolhido foi cloreto de sódio (NaCl). Diniz e Silva (2011) recomendam este tipo de mordente para processo de tingimento em fibras naturais de algodão, visto que é um material de fácil acesso, sem muito impacto ambiental e com alta eficiência durante o processo.

Para isso, foi pesado cerca de 300 mg de cloreto de sódio para o tingimento das amostras com mordente.

### 5.2.4 Coleta alíquotas dos Corantes

Após separação e obtenção da solução extraída, retirou-se uma alíquota de 10 mL de cada uma das águas bases adquiridas em seus respectivos tempos de molho. Essas alíquotas foram armazenadas em geladeira a uma temperatura controlada de 10 °C.

### 5.2.5 Caracterização dos Corantes

Após a extração da antocianina nas águas do feijão, retirou-se amostras para as análises espectrofotométricas no Ultravioleta visível (UV - Vis), para previsão das cores obtidas.

Este equipamento encontra-se na sala H003 do bloco de Engenharia Química da Universidade Federal Do Paraná em Ponta Grossa. O equipamento é da marca FEMTO e o modelo é o 800 XI. O equipamento operou com comprimento de onda entre 250 e 800 nm, absorvância máxima de 2 e água destilada como amostra de branco. Posteriormente, foram ressaltados os resultados obtidos dentro da faixa visível, ou seja, 400-800 nm, para determinar a possível cor adquirida após a extração.

#### 5.2.6 Tingimento das amostras de tecido

Após obtenção da solução de cada tempo de extração, tingiu-se as amostras de tecido por quatro, seis e oito horas.

Como o experimento foi realizado em triplicata para avaliação de tingimento com e sem mordente, cada tempo de tingimento possuía seis amostras, três para tingimento sem mordente e três para uso com mordente.

Cada amostra de tecido foi colocada em um pequeno recipiente plástico, o qual foi identificado de acordo com o tempo de extração, tempo de tingimento e identificação da amostra. Após identificação de cada recipiente foram colocados 30 mL da sua respectiva água base. O tingimento foi realizado em pH 7,6.

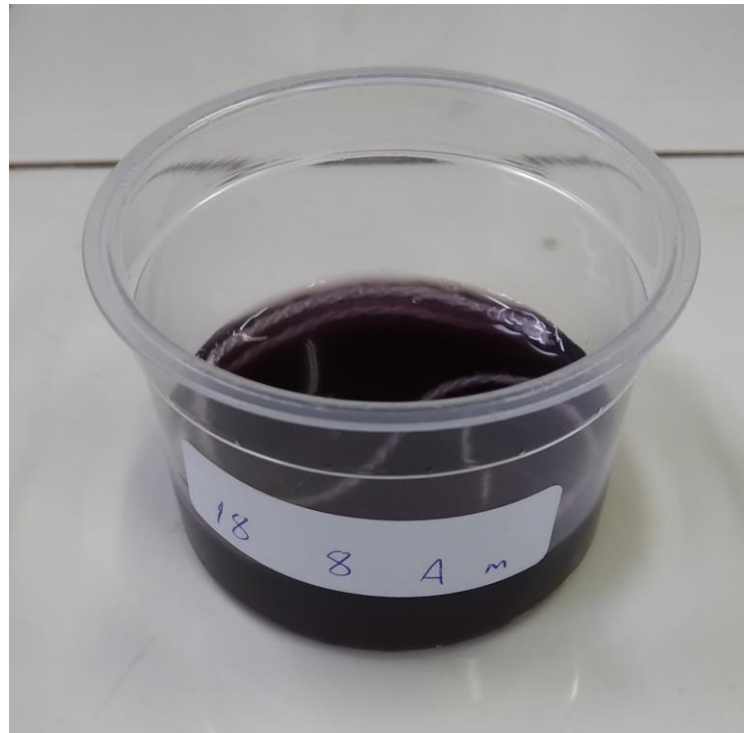
Após decorrido o tempo de cada tingimento, separou-se os tecidos tingidos para a secagem em temperatura ambiente por doze horas.

Cada uma das amostras após a secagem foi pesada na balança analítica a fim de comparar o seu peso antes e depois do tingimento para verificar a quantidade adsorvida de substâncias.

O tingimento com mordente foi realizado de maneira idêntica, seguindo os mesmos procedimentos de extração, identificação, pesagem e secagem.

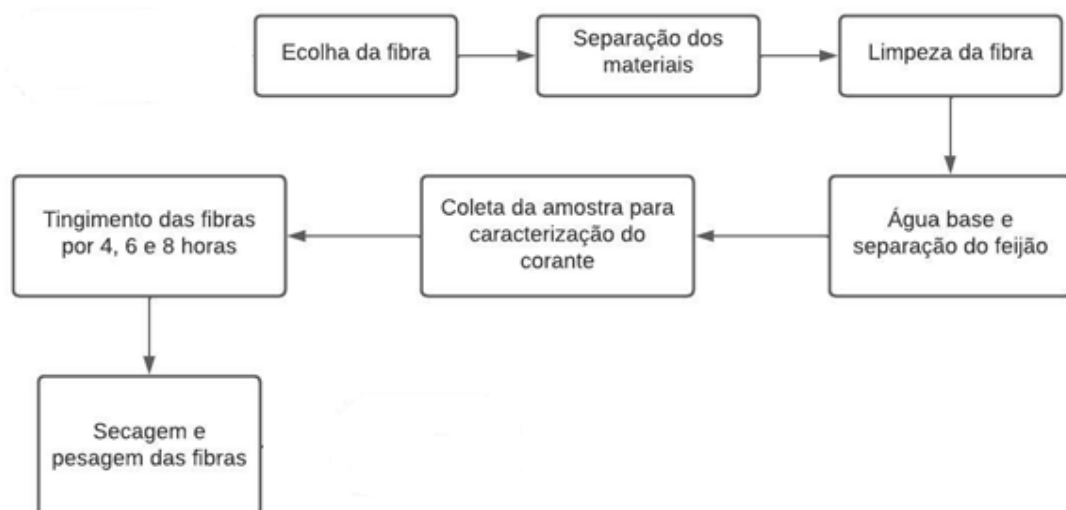
A Fotografia 4 mostra o tingimento da fibra utilizando uma água base de 18 horas de extração do pigmento, este tingimento durou 8 horas, esta fibra é a primeira da triplicata (A) e utilizou-se o mordente (m).

Fotografia 4 – Processo de tingimento das amostras de tecido



Fonte: autoria própria (2022)

Figura 5 – Fluxograma do processo

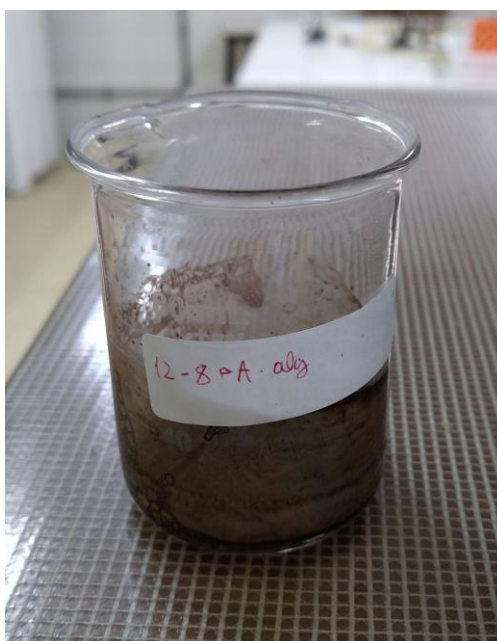


Fonte: autoria própria (2022)

### 5.2.7 Identificação das amostras

Para a identificação das amostras, optou-se por realizar de forma simplificada em seus devidos recipientes para a realização de todas as etapas dos procedimentos. Cada amostra teve uma etiqueta colada com as informações de tempo de extração da antocianina, tempo de tingimento, número da amostra e tipo da amostra, em relação ao material do tecido e se teve uso do mordente. A Fotografia 5 apresenta a identificação de uma amostra com 12 horas de extração da antocianina do feijão para a água, oito horas de tingimento do tecido em uma alíquota dessa água, a amostra é a “A” da triplicata, o tecido é o algodão e nesse caso não se utilizou mordente. Usou-se essa identificação para todos os outros tempos de extração, tingimento e se continha mordente ou não.

**Fotografia 5 - Exemplo de marcação de identificação nas amostras**



**Fonte: autoria própria (2022)**

### 5.2.8 Pesagens

As quantidades de feijão utilizadas em cada extração se encontram na Tabela 1. Separou-se em “com mordente” e “sem mordente” para facilitar a identificação da

água base para os processos posteriores. A Tabela 1 mostra as massas de feijão da água base utilizada para os tempos de extração de doze, dezoito e vinte quatro horas.

**Tabela 1 – Massa do feijão e o tempo de extração na água base para o uso no tingimento do algodão**

<b>Para tingimento algodão sem mordente</b>	
<b>Tempo de extração (h)</b>	<b>Massa do feijão (g)</b>
12	249,9246
18	250,1345
24	250,6001
<b>Para tingimento algodão com mordente</b>	
<b>Tempo de extração (h)</b>	<b>Massa do feijão (g)</b>
12	250,4826
18	250,6840
24	250,0589

**Fonte: autoria própria (2022)**

As Fotografias 6 e 7 mostram o banho do feijão em água para a extração das antocianinas. Neste caso, a Fotografia 6 é no início da extração e a Fotografia 7 após 24 horas de extração da antocianina.

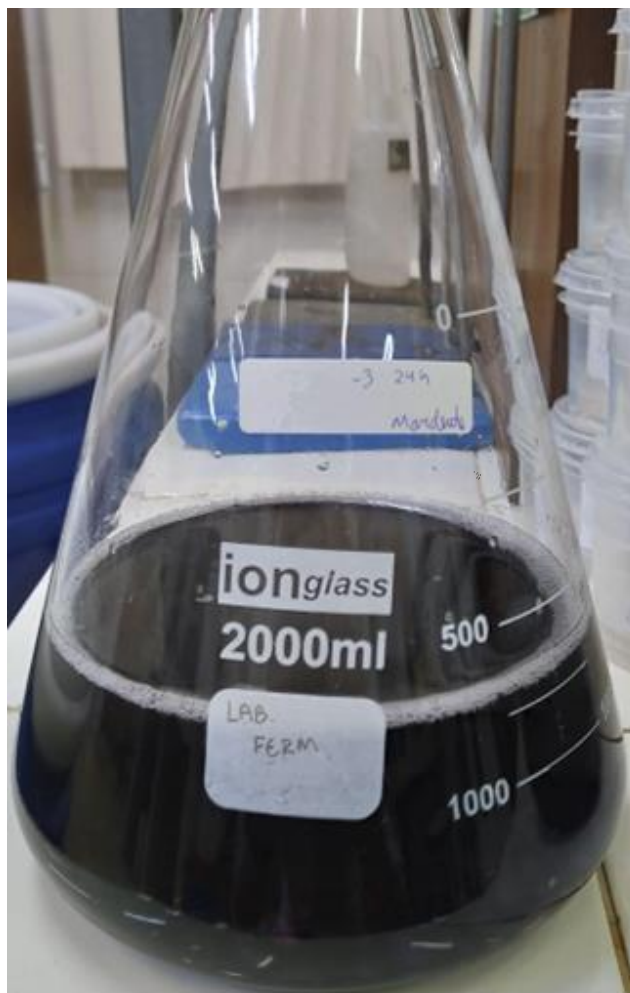
Fotografia 6 - Erlenmeyer antes da extração das antocianinas



Fonte: autoria própria (2022)



**Fotografia 7 – Erlenmeyer após processo de extração da antocianina**



**Fonte: autoria própria (2022)**

Usou-se como mordente para o tingimento, aproximadamente 300 mg de sal de cozinha NaCl para cada recipiente com o tecido em formato de fio. A Tabela 2 mostra a média das massas de mordente utilizado nos tingimentos.

**Tabela 2 – Média da massa de mordente NaCl usada nos tingimentos**

<b>Mordente NaCl</b>	<b>(g)</b>
Média	0,3048

**Fonte: autoria própria (2022)**

Optou-se por usar água diretamente retirada da torneira, pelo fato de ser de custo muito baixo e mais fácil de ser obtida quando comparada a água destilada que necessita de muita energia e quantidade de água da torneira para ser produzida.

Com isso, devem-se considerar as quantidades de sólidos presentes na água da torneira. Para poder medir essa quantidade, usaram-se amostras de dez mililitros das torneiras onde foram retiradas as quantidades de água. A Tabela 3 identifica a relação de sólidos presentes na água para a produção da água base. Utilizou-se o método de sólidos totais para encontrar a massa de sólidos presentes.

**Tabela 3 – Relação de sólidos presentes na água usada para a produção da água base**

<b>Tempo de extração (h)</b>	<b>Sólido (g)</b>	<b>Conc. (g/L)</b>
12	0,001	0,1
18	0,001	0,1
24	0,001	0,1

**Fonte: autoria própria (2022)**

## 6 RESULTADOS

A Tabela 4 apresenta as médias das massas secas para as fibras de algodão tingidas de cada triplicata, em seus respectivos tempos de extração e tingimento com ou sem uso de mordente. A última coluna identifica o aumento percentual da massa final das fibras de algodão.

Observa-se o aumento da massa adsorvida em relação aos tempos de tingimento de quatro e seis horas para cada tempo de extração, porém para o tempo de oito horas a massa média adsorvida se apresentou menos eficiente do que as outras duas.

**Tabela 4 – Massa dos fios de algodão antes e depois dos tingimentos**

<b>Tecido de Algodão sem mordente</b>					
<b>Tempo de extração</b>	<b>Tempo de tingimento</b>	<b>Mseco (g)</b>	<b>Mtingido (g)</b>	<b>Madsorvida (g)</b>	<b>Aumento % da massa</b>
12	4	0,2895	0,2928	0,0033	0,0114
	6	0,2672	0,2702	0,0031	0,0115
	8	0,2906	0,2924	0,0018	0,0061
18	4	0,2814	0,2862	0,0048	0,0172
	6	0,2705	0,2767	0,0062	0,0230
	8	0,2615	0,2631	0,0017	0,0064
24	4	0,2720	0,2765	0,0045	0,0164
	6	0,2649	0,2704	0,0055	0,0206
	8	0,2753	0,2769	0,0016	0,0057

**Fonte: autoria própria (2022)**

Para o tingimento com uso de mordente cloreto de sódio, o processo realizado foi idêntico ao anterior. Porém para a etapa de tingimento dos fios foi acrescentado o mordente para verificar se seu uso apresenta uma mudança significativa na massa adsorvida nos fios.

Com a Tabela 5, pode-se observar um aumento significativo das massas adsorvidas com o uso do mordente em relação ao tingimento anterior. É possível notar um aumento gradual da massa adsorvida entre os tempos de tingimento de quatro e seis horas, assim como o tempo de extração de doze e dezoito horas. Para oito horas de tingimento, não é possível observar uma melhora na adsorção quando comparada com os tempos anteriores.

**Tabela 5 – Massa dos fios de algodão antes e depois dos tingimentos com mordente**

Tecido de Algodão com mordente					
Tempo de extração	Tempo de tingimento	Mseco (g)	Mtingido (g)	Madsorvida (g)	Aumento % da massa
12	4	0,2874	0,3036	0,0163	0,0566
	6	0,2961	0,3139	0,0179	0,0603
	8	0,2837	0,2889	0,0052	0,0184
18	4	0,2729	0,2904	0,0175	0,0641
	6	0,2727	0,3074	0,0347	0,1274
	8	0,2646	0,2703	0,0057	0,0214
24	4	0,2779	0,2971	0,0191	0,0688
	6	0,2914	0,3107	0,0193	0,0664
	8	0,2934	0,2976	0,0042	0,0142

**Fonte: autoria própria (2022)**

A concentração de sólidos totais presentes nas águas base foi calculada a partir da evaporação de dez mililitros das águas bases de cada tempo de extração, achando a massa presente no sólido. Considerou-se as quantidades de sólidos presentes previamente na água da torneira. A Tabela 6 apresenta a relação da concentração média de sólidos presentes em cada água base.

**Tabela 6 – Concentrações de sólidos na água base**

<b>Tempos de extração</b>	<b>Média conc. (g/L)</b>
12	0,002818
18	0,004044
24	0,004502

**Fonte: autoria própria (2022)**

## **6.1 Secagens**

Após os tingimentos, separou-se a água com antocianina dos fios tingidos. Pesou-se cada água em um béquer e evaporou-se totalmente o líquido. Por fim, pesou-se cada béquer utilizando a estufa a 120°C e com isso obtiveram-se as quantidades de sólidos não adsorvidos pelos fios no tingimento, que ficaram presentes na água.

A Tabela 7 mostra a média dos sólidos totais após o tingimento sem mordente. Pode-se observar um aumento de sólidos de acordo com o aumento do tempo de tingimento de quatro para seis horas. O tingimento de oito horas se mostrou menos eficiente que os anteriores.

**Tabela 7 – Média sólidos total após tingimento sem mordente dos fios de algodão**

<b>Algodão sem mordente</b>	
<b>Amostras</b>	<b>Média sólidos totais (g)</b>
12-4-alg	0,0491
18-4-alg	0,1224
24-4-alg	0,1112
12-6-alg	0,0620
18-6-alg	0,1261
24-6-alg	0,1330
12-8-alg	0,0454
18-8-alg	0,0895
24-8-alg	0,0931

**Fonte: autoria própria (2022)**

A Tabela 8 apresenta a média de sólidos totais após o tingimento das fibras com o uso de mordente. Observa-se um aumento de sólidos de acordo com tempos maiores de tingimento. Oito horas não se mostrou tão eficiente como os tingimentos de quatro e seis horas.

**Tabela 8 – Média sólidos total após tingimento com mordente dos fios de algodão**

<b>Algodão com mordente</b>	
<b>Amostras</b>	<b>Média sólidos totais (g)</b>
12-4-alg-m	0,3768
18-4-alg-m	0,4221
24-4-alg-m	0,3773
12-6-alg-m	0,3586
18-6-alg-m	0,3975
24-6-alg-m	0,3603
12-8-alg-m	0,3511
18-8-alg-m	0,3889
24-8-alg-m	0,3909

**Fonte: autoria própria (2022)**

Foi observado um aumento gradual nas quantidades de sólidos presentes na água de acordo com o aumento do tempo de extração. Conseqüentemente, tem-se um tingimento com mais sólidos presentes no final. A presença de mordente ajudou o processo de tingimento dos fios de algodão, melhorando a coloração final em relação ao tingimento sem mordente.

As Fotografias 8, 9, 10 e 11 representam as amostras de algodão em seus respectivos tempos de extração e tingimento utilizando o mordente como fixação da coloração.

**Fotografia 8 – Amostras de algodão utilizando mordente**



**Legenda: (a) 24h de extração, 8h de tingimento; (b) 24h de extração, 6h de tingimento; (c) 24h de extração, 4h de tingimento; (d) 18h de extração, 8h de tingimento; (e) 18h de extração, 6h de tingimento; (f) 18h de extração, 4h de tingimento; (g) 12h de extração, 8h de tingimento; (h) 12 de extração, 6h de tingimento; (i) 12h de extração, 4h de tingimento**

**Fonte: autoria própria (2022)**



**Fotografia 9 – Amostras de algodão com 24h de extração utilizando mordente**



**Legenda: (a) 24h de extração, 8h de tingimento; (b) 24h de extração, 6h de tingimento; (c) 24h de extração, 4h de tingimento;**

**Fonte: autoria própria (2022)**

**Fotografia 10 – Amostras de algodão com 18h de extração utilizando mordente**



**Legenda: (d) 18h de extração, 8h de tingimento; (e) 18h de extração, 6h de tingimento; (f) 18h de extração, 4h de tingimento;**

**Fonte: autoria própria (2022)**

**Fotografia 11 – Amostras de algodão com 12h de extração utilizando mordente**



**Legenda: (g) 12h de extração, 8h de tingimento; (h) 12 de extração, 6h de tingimento; (i) 12h de extração, 4h de tingimento**

**Fonte: autoria própria (2022)**

As Fotografias 12, 13, 14 e 15 representam as amostras de algodão em seus respectivos tempos de extração e tingimento sem a utilização do mordente.

**Fotografia 12 – Amostras de algodão sem utilização do mordente**



**Legenda: (j) 24h de extração, 8h de tingimento; (k) 24h de extração, 6h de tingimento; (l) 24h de extração, 4h de tingimento; (m) 18h de extração, 8h de tingimento; (n) 18h de extração, 6h de tingimento; (o) 18h de extração, 4h de tingimento; (p) 12h de extração, 8h de tingimento; (q) 12 de extração, 6h de tingimento; (r) 12h de extração, 4h de tingimento.**

**Fonte: autoria própria (2022)**

**Fotografia 13 – Amostras de algodão com 24h de extração sem utilização do mordente**



**Legenda: (j) 24h de extração, 8h de tingimento; (k) 24h de extração, 6h de tingimento; (l) 24h de extração, 4h de tingimento.**

**Fonte: autoria própria (2022)**

**Fotografia 14 – Amostras de algodão com 18h de extração sem utilização do mordente**



**Legenda: (m) 18h de extração, 8h de tingimento; (n) 18h de extração, 6h de tingimento; (o) 18h de extração, 4h de tingimento.**

**Fonte: autoria própria (2022)**

**Fotografia 15 – Amostras de algodão com 12h de extração sem utilização do mordente**



**Legenda: (p) 12h de extração, 8h de tingimento; (q) 12 de extração, 6h de tingimento; (r) 12h de extração, 4h de tingimento.**

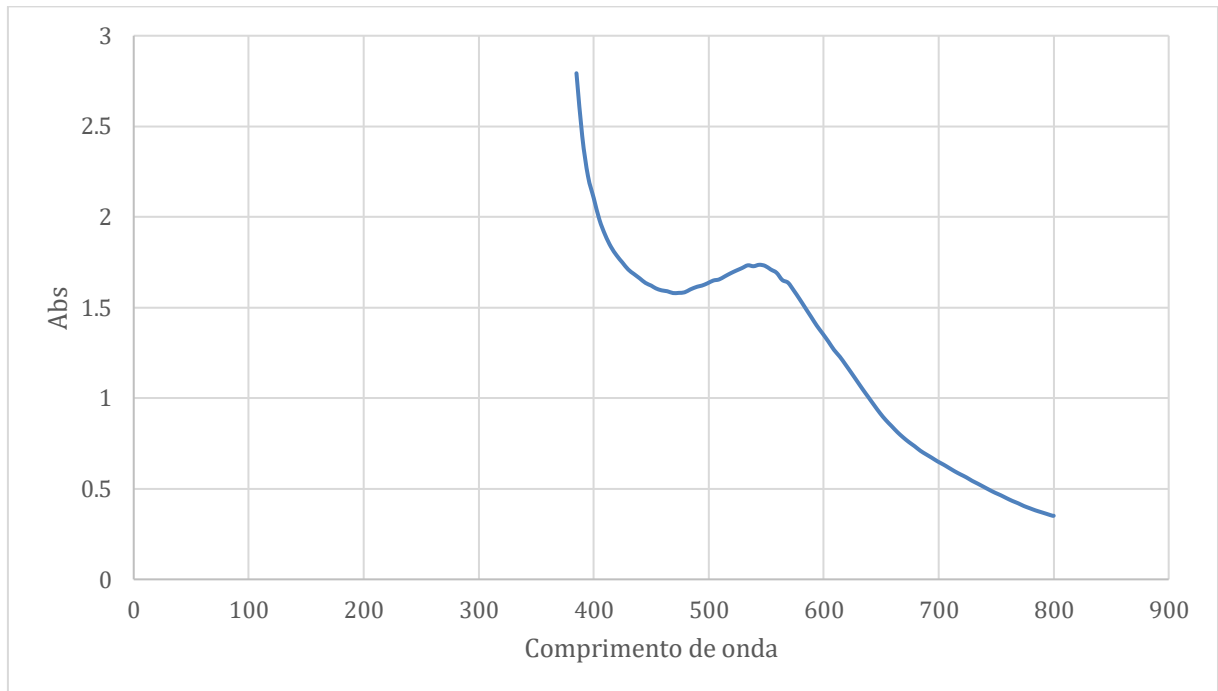
**Fonte: autoria própria (2022)**

## **6.2 Dados do espectrofotômetro**

Para identificar qual o comprimento de onda no qual a antocianina tem maior absorbância, realizou-se uma análise de cada água base usada antes do processo de tingimento dos tecidos. O espectrofotômetro utilizado foi o FEMTO 800 XI. O comprimento de onda analisado variou entre 250 e 800 nanômetros e absorbância máxima de 2, com a água destilada como amostra de branco. Os Gráficos 1, 2 e 3

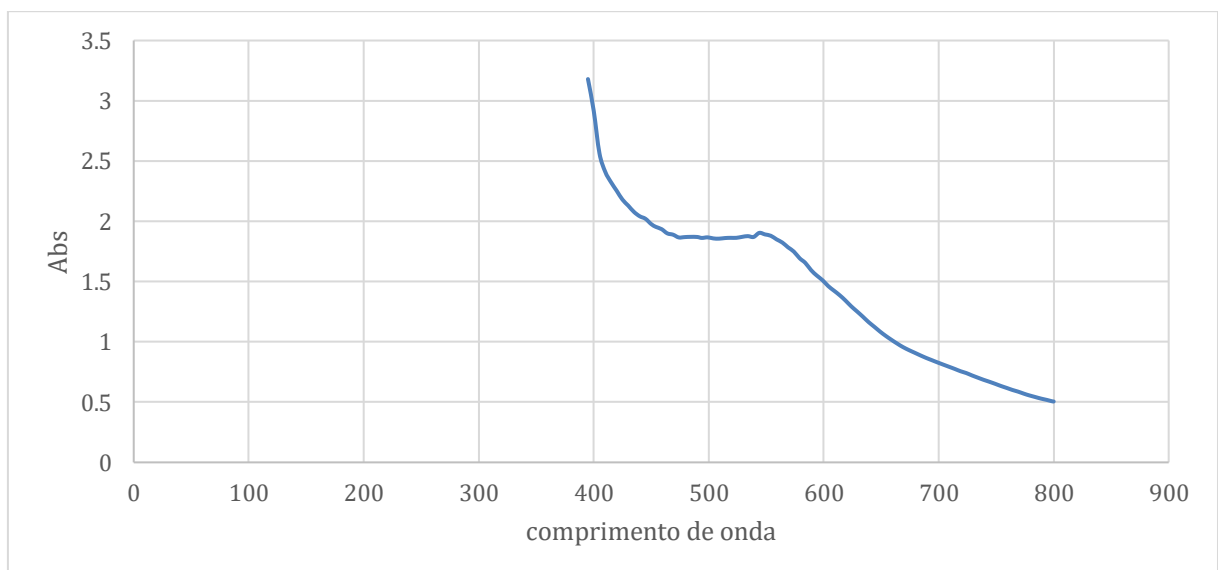
mostram os resultados da análise, tendo como resposta um pico na faixa entre 400 e 600 nm aproximadamente, indicando uma coloração entre um azulado/roxo, sendo o resultado esperado.

**Gráfico 1 - Água base com 12 horas de extração**



**Fonte: autoria própria (2022)**

**Gráfico 2 - Água base com 18 horas de extração**



**Fonte: autoria própria (2022)**



**Gráfico 3 - Água base com 24 horas de extração**

**Fonte: autoria própria (2022)**

A análise no espectrofotômetro mostrou as diferenças de absorvância nas águas bases para diferentes tempos de extração. Notou-se um aumento na absorvância quanto maior o tempo de extração, ou seja, se o tempo de extração for maior, observa-se uma maior quantidade de antocianina na água e com isso é possível obter melhores tingimentos com colorações mais fortes.

Essas análises são importantes para saber qual tempo de extração é mais eficiente e que contenha mais antocianina total. Na média, obteve-se melhor extração no tempo de dezoito horas, com absorvâncias chegando a 1,8; tendo médias entre 1,6 e 1,7.

A cor roxa situa-se próximo a 400 nm. A região entre 500 e 600 nm corresponde ao amarelo. Uma vez que a amostra absorve a cor amarela, a transmitância é acentuada na cor complementar, violeta. Os valores anteriores e posteriores à essa faixa podem ser desconsiderados da leitura.

## 7 CONCLUSÃO

O trabalho foi realizado a partir de um experimento simples, com baixo custo e com objetivo de analisar se é viável adotar o feijão como matéria prima para o tingimento de tecidos comuns que encontramos no mercado.

Foi demonstrado que a antocianina pode ser utilizada como substância para tingir tecidos de algodão com diversos tempos de tingimentos diferentes, o resultado mostrou sua eficiência após algumas horas de extração e tingimento dos tecidos. Pode-se observar uma cor mais intensa usando águas base com mais horas de extração da antocianina, visando uma variabilidade de possíveis tons de azul/roxo nos tecidos analisados.

O uso de um mordente de fácil obtenção e de baixo custo mostrou que o processo se torna ainda mais eficiente no resultado do tingimento, deixando uma coloração mais expressiva.

Como sugestão para trabalhos futuros fazer uma extração das antocianinas em diferentes temperaturas, observando a termodinâmica do processo e como ela influencia no tingimento, fazendo uma comparação entre os resultados e variar o pH das soluções para averiguar o tipo de coloração final de tingimento.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. P. **Avaliação do uso de chás (*Camellia sinensis*) e infusão da casca de cebola (*Allium cepa* L.) como corantes naturais para tingimento de tecidos de algodão.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2013. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4324/1/PDF%20-%20Aline%20Pacheco%20Albuquerque.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.

ALMEIDA, F. A. C. *et al.* Desenvolvimento e avaliação de descaroçador para o beneficiamento do algodão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 83, p. 607–614, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662011000600011&script=sci\\_abstract&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662011000600011&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 22 out. 2020.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)**, São Paulo, v. 66, n. 1, 2007. Disponível em: [http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-98552007000100001&lng=pt&nrm=iso](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552007000100001&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 16 ago. 2020.

ASPLAND, J. R. Colorants: Dyes. In: NASSAU, K. Color for Science, Art and Technology. New York: Elsevier, p.313-344, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no Brasil**. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>. Acesso em: 2 set 2020.

BECHTOLD, T.; MUSSAK, R. **Handbook of Natural Corants**. 1. Ed. Wiley, 2009.

BITTENCOURT, E. **Curso de extensão: corante e calorimetria**. Campinas: UNICAMP, 2007.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de vigilância sanitária – Resolução CNNPA nº 44, de 25 de novembro de 1977. Disponível em: <http://www.sucosconcentrados.com.br/wp-content/uploads/2015/07/RESOLUCAO-N%C2%B0-44-DE-1977-Corantes-CNNPA.pdf>. Acesso em: 01 set 2020.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. *Food Chemistry*, v.58, n.1-2, p.103-109, 1997.

BROADBENT, A. D. **Basic Principles of Textile Coloration**. Canada: Society of Dyers and Colourists, 2001.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.**, Bogotá, v. 40, n. 1, p. 116-138, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v40n1/v40n1a07.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.

CARVALHO, M. A. C. *et al.* Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832001000300010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832001000300010&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 22 out. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária**. Companhia Nacional de Abastecimento, v.1, Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

COONEY, D. O. **Adsorption Design for Wastewater Treatment**. Florida: CRC Press, 1999.

CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. 2. ed., rev. São Paulo: Bluncher, 2014.

CHIARADIA, A. C. N. **Determinação da estrutura de pigmentos de feijão e estudo da sua ação na qualidade proteica**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7725/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 out. 2020.

CONCENÇO, F.I.G.R. *et.al.* Blueberry: functional traits and obtention of bioactive compounds. **American Journal of Plant Sciences**, 2014, 5, p. 2633-2645. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/276496590\\_Blueberry\\_Functional\\_Traits\\_and\\_Obtention\\_of\\_Bioactive\\_Compounds/link/5ac01908a6fdcccda65c459d/download](https://www.researchgate.net/publication/276496590_Blueberry_Functional_Traits_and_Obtention_of_Bioactive_Compounds/link/5ac01908a6fdcccda65c459d/download). Acesso em: 18 maio 2022.

DE SOUZA, D. R.; WILLEMS, J. L.; LOW, N. H. Phenolic composition and antioxidant activities of saskatoon berry fruit and pomace. **Food Chemistry**, v. 290, p. 168–177, 2019. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619305540>. Acesso em: 22 out. 2020.

DINIZ, F; SILVA, L. **Tingimento de Tecidos de Algodão com Corantes Naturais Açafrão (Cúrcuma) e Urucum**. Iniciação Científica CESUMAR – Jan/Jun 2011, v, 13, n. 1.

FERREIRA, I.; Otimização de processos de extração de antocianinas a partir de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L. para produção de corantes alimentares naturais. 2019.

FERRO, D. M. GUANXUMA (*Sida rhombifolia* L.): Obtenção de extratos com potencial antioxidante por métodos a alta pressão e encapsulação via spray-drying. 2019. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Corantes naturais. **Revista- Fi**, n. 18, 2011. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201612/2016120320277001480616337.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201612/2016120320277001480616337.pdf). Acesso em: 22 out. 2020.

FOUST, A. S. Princípios das operações unitárias / Alan S. Foust. Rio de Janeiro : Guanabara Dois, c1982. 2 ed.1982.

KUHNAU, J. **Flavonoids. A class of semi-essential food components: Their role in human nutrition**, v. 24, p. 117-191, 1976.

LÓPEZ, H.; VILLACÍS, O. D. M.; ESTEFANÍA, L. **Extracción y microencapsulación de antocianinas con actividad antioxidante y antiinflamatoria obtenidas a partir de fréjol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, jan. 2020. Disponível em: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30838/1/BQ%20224.pdf>. Acesso em: 22 out 2020.

LOS, F. G. B. *et al.* Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): sementes inteiras com composição química complexa. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 63-71, 2018.

LUCAS, J. M. V.; MINAMI, K. Comportamento de cultivares de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo para indústria. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 44, n. 2, p. 1243-1254, 1987. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0071-12761987000200017&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0071-12761987000200017&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 22 out. 2020.

LUCAS, J. M. V.; MINAMI, K. Influência da densidade de população sobre a produção em cultivares de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em porte baixo. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 44, n. 2, p. 1627-1641, 1987. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0071-12761987000200035&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0071-12761987000200035&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 22 out. 2020.

MARCELINO, L, B.; Revista de trabalhos acadêmicos – Universo Campos dos Goytacazes, Vol. 2, N 6 (2016).

MAZZA, G.; **Copigmentation of simple and acylated anthocyanins with colorless phenolic compounds**. J. Agric. Food Chem. 1993, 41, 5, 716–720. Publication Date: May 1, 1993

MENEGAZZO, M. ESTUDO DO TINGIMENTO DE LÃ COM CORANTE NATURAL DE CAMOMILA (*Matricaria recutita* L.). Dissertação de Mestrado, 2014.

MESQUITA, F. R. *et al.* Linhagens de feijão (*phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, jul./ago., 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/26.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.

NASCIMENTO, R. F. *et al.* **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. Disponível em: [http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10267/1/2014\\_liv\\_rfdnascimento.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10267/1/2014_liv_rfdnascimento.pdf). Acesso em: 22 out. 2020.

NEEDLES, H. L. **Textile fibers, dyes, finishes and processes. A concise guide**. Davis: University of California, 1986.

OLIVEIRA, A. L. **Extração das antocianinas de cascas de "bandinhas" de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/203193>. Acesso em: 22 out. 2020.

OLIVEIRA, W. P. *et al.* Determinação de compostos fenólicos, antocianinas e avaliação da atividade antioxidante em uvas 'syrah', no vinho e no resíduo da vinificação. In: Encontro Nacional De Analistas De Alimentos, 19.; **Congresso Latino-Americano De Analistas De Alimentos**, 5., 2015, Natal. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1031322/determinacao-de-compostos-fenolicos-antocianinas-e-avaliacao-da-atividade-antioxidante-em-uvas-syrah-no-vinho-e-no-residuo-da-vinificacao>. Acesso em: 22 out. 2020.

PARK, J.; SHORE, J. **Practical Dyeing**: Fibre types and dyeing processes. v.2, England: Society of Dyers and Colourists, 2004, 211p.

PICCOLI, H. H. **Determinação do comportamento tintorial de corante natural em substrato algodão**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/92146>. Acesso em: 22 out. 2020.

QUEIROZ, M.B.; NABESHIMA, E. H. Naturalidade e Autenticidade, in: **Brasil Bakery & Confectionery Trends 2020**. Campinas, ITAL, 2014, cap. 8, p 158 –195.

QUEIROZ, C. A. *et al.* Reestruturação na forma do tratamento de efluentes têxteis: uma proposta embasada em fundamentos teóricos. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 26, n. 1, p. 1-14, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/gp/v26n1/0104-530X-gp-26-1-e1149.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.

RAMOS, G. A.; BARROS, M. A. L.; KOURI, J.; SANTOS, R. B. dos. Importância econômica. In: BEZERRA, J. R. C. (Ed.) **Cultivo do algodão irrigado**. 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistema\\_sdeproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaold=7717&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicold=7976](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=7717&p_r_p_-996514994_topicold=7976). Acesso em: 22 out. 2020.

RESENDE, O; CORREA, P.C; FARONI, LRDA; CECON, P.R. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciencia e**

**agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p. 517-524, mar/abr., 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542008000200027&script=sci\\_arttext&tlng=en#:~:text=Para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20tecnol%C3%B3gica%20do%20feij%C3%A3o,at%C3%A9%2012%20dias%20de%20armazenamento](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542008000200027&script=sci_arttext&tlng=en#:~:text=Para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20tecnol%C3%B3gica%20do%20feij%C3%A3o,at%C3%A9%2012%20dias%20de%20armazenamento). Acesso em: 22 out. 2020.

ROSSI, G. B. *et al.* Comparação de perfis de proteoma de grãos de quatro cultivares de feijão comum brasileiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 34, p. 7588-7597, Aug. 2017.

APEEL, C.; MA, L. Q.; RHUEL, R. D. Point of zero charge determination in soils and minerals via traditional methods and detection of electroacoustic mobility. *Geoderma*, v. 113, p. 77-93, 2003.

RUTHVEN, D. M.; **Principles of adsorption & adsorption processes**. AIChE Journal Volume 31, Issue 3 p. 523-524, 1984.

SALEM, V.; DE MARCHI, A.; MENEZES, F. G. **Beneficiamento Têxtil na Prática**. São Paulo: Golden Química do Brasil, 2005.

SALEM, V. **Curso de tingimento têxtil: modulo 1**. São Paulo: Golden Química do Brasil, 2000 153p.

SALEM, V. **Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias**. São Paulo: Blucher, 2010. 297p.

SALVADOR, C. A. **Feijão: análise da conjuntura agropecuária**. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, Curitiba, 2018. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2019-09/feijao\\_2019\\_v1.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/feijao_2019_v1.pdf). Acesso em: 16 ago. 2020.

SAMANTA, A.S.; AGARWAL, P. Application of natural dyes on textiles. **Indian Journal of Fibre & Textile Research**, India, v. 34, p. 384-399, 2009.

SAMANTA, A. K.; KONAR, A. Dyeing of Textiles with Natural Dyes. In: KUMBASAR, E. P. A. **Natural Dyes**. Croácia: Intech, p. 29-56, 2011.



SANTOS, W. J. **Extração de compostos antioxidantes da folha da mangueira (*Mangifera indica* L.) utilizando CO<sub>2</sub> supercrítico, água/etanol.** Campinas, 2013, 148 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Química – Universidade Estadual de Campinas.

SEKAR, M.; SAKTHI, V.; RENGARAJ, S. **Kinetics and Equilibrium Adsorption Study of Lead(II) onto Activated Carbon Prepared from Coconut Shell.** Journal of Colloid and Interface Science, 279, 307-313, 2004.

SILVA, COSTA. **Cultivo do Feijoeiro em Palhada de Braquiária.** Santo Antônio de Goiás, 2003. Documento Embrapa.

SINGH, B. B.; Cowpea in traditional crop systems. Trabalhos selecionados do Second World Cowpea Research Conference, 1995, Accra, Ghana.

SCHUMANN, S.P.A ; POLONIO M.L.T; GONÇALVES E.C.B.A. Avaliação do consumo de corantes artificiais por lactentes, pré-escolares e escolares. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 28, n.3, p. 534-539, jul./set. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a05v28n3>. Acesso em: 22 out. 2020.

TAVARES, T. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade da produção de grão em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 2, p. 411-418, jun. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2017000200013](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2017000200013). Acesso em: 22 out. 2020.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/issue/view/120>. Acesso em: 22 out. 2020.

TWARDOKUS, R. G. **Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30369114.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.

FIBRENAMICS, NQDA. **As Fibras: o que são e que tipos existem?** Disponível em: <https://www.fibrenamics.com/intelligence/reports/as-fibras-o-que-sao-e-que-tipos->

