



**Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Tecnologia  
Curso de Engenharia Ambiental**



**RAÍSSA FERREIRA COSTA**

**PRODUÇÃO DE VÍDEOS SOBRE CORANTES COMO POLUENTES  
AMBIENTAIS PARA O PÚBLICO LEIGO**

Limeira  
2021

RAÍSSA FERREIRA COSTA

**PRODUÇÃO DE VÍDEOS SOBRE CORANTES COMO POLUENTES  
AMBIENTAIS PARA O PÚBLICO LEIGO**

Monografia de Conclusão de Curso apresentada à Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Ambiental.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Gisela de Aragão Umbuzeiro

Limeira

2021

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Tecnologia  
Luiz Felipe Galeffi - CRB 8/10385

C823p Costa, Raíssa Ferreira, 1991-  
Produção de vídeos sobre corantes como poluentes ambientais para o público leigo / Raíssa Ferreira Costa. – Limeira, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Gisela de Aragão Umbuzeiro.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia.

1. Corantes e tingimento. 2. Água - Poluição. 3. Divulgação científica. I. Umbuzeiro, Gisela de Aragão, 1957-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Tecnologia. III. Título.

Informações adicionais, complementares

**Palavras-chave em inglês:**

Dyes and dyeing

Water - Pollution

Scientific dissemination

**Titulação:** Bacharel

**Banca examinadora:**

Gisela de Aragão Umbuzeiro [Orientador]

Amanda dos Santos

Josiane Aparecida de Souza Vendemiatti

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 16-12-2021

## **Agradecimentos**

Aos professores e colaboradores da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP, que me propiciaram as ferramentas e conhecimento necessários para o meu aprendizado e amadurecimento ao longo dessa jornada acadêmica.

À minha orientadora Profa. Dra. Gisela de Aragão Umbuzeiro, que desde o primeiro curso me inspirou com a sua paixão e dedicação pela área ambiental, sendo fundamental na escolha da área de interesse e de pesquisa para este trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela troca de saberes e aprendizados, que foram importantes para enfrentar os novos desafios.

À minha família, que me acompanhou e me apoiou em todos os momentos, inclusive nesse grande passo do reingresso na Engenharia Ambiental.

Ao meu namorado, pela sua paciência e constante incentivo, sendo o seu apoio essencial para me manter focada em meus objetivos, mesmo nos momentos mais difíceis.

A Deus, pelo dom da vida e por ter me presenteado com essas experiências e pessoas maravilhosas, que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

“Nada na vida é para ser temido, apenas sim para ser entendido”

Marie Curie

## RESUMO

Os corantes são utilizados para colorir os mais diversos substratos desde os primórdios da humanidade, sendo eles extraídos da natureza por meio de plantas, minérios e até mesmo insetos. Com o avanço tecnológico, esses corantes passaram a ser sintetizados pela indústria e com isto surgiram os primeiros corantes artificiais. O corante índigo é um exemplo de corante que pode ser obtido tanto naturalmente, por meio de plantas do gênero *Indigofera*, como artificialmente por meio da síntese de uma substância química chamada anilina. O índigo é amplamente utilizado no setor têxtil, e ficou popularmente conhecido através das calças jeans. Os principais problemas relacionados ao uso de corantes na indústria têxtil, particularmente o corante índigo, estão relacionados com o alto consumo de água e do próprio corante nos processos de tingimento, fazendo com que os químicos utilizados nesse processo contaminem os recursos hídricos e atinjam o ecossistema aquático. Por meio da revisão bibliográfica no presente trabalho, demonstrou-se que, independente da forma de obtenção e tingimento do corante índigo, seja natural ou sintética, o produto final obtido será o mesmo e em decorrência disso os problemas ambientais também serão os mesmos. Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo abordar as questões ambientais envolvendo o uso de corantes através de vídeos informativos para o público leigo, expondo os dados da revisão bibliográfica de forma dinâmica e criativa. Com isto, espera-se aumentar a percepção do público em relação ao tema do presente trabalho e estabelecer uma comunicação mais simples para que haja mais questionamentos acerca do uso de corantes e também em relação ao consumismo dos produtos que utilizam esses químicos.

**Palavras-chave:** Corante Índigo; Indústria Têxtil; Poluição Ambiental; Sustentabilidade; Divulgação Científica.

## ABSTRACT

Colourants have been used to color the most diverse substrates since ancient times, being extracted from nature through plants, ores and even insects. With technological advances, these colourants began to be synthesized by industry and then came the first artificial colourant. Indigo is an example of a colourant that can be obtained both naturally, through plants of the genus *Indigofera*, and artificially through the synthesis of a chemical substance called aniline. Indigo has been widely used in the textile industry, and became popularly known through jeans. The main problems related to the use of colourants in the textile industry, mainly the indigo colourant, are related to the high consumption of water and the colourant itself in the dyeing processes, causing the chemicals used in this process to contaminate water resources and reach the aquatic ecosystem. Through the literature review in this work, it was shown that, regardless of how indigo is obtained and dyed, whether natural or synthetic, the final product obtained will be the same and, as a result, the environmental problems will also be the same. Thus, the aim to address environmental issues involving the use of colourants through informative videos for the lay public, presenting the data from the literature review in a dynamic and creative way. Therefore, it is expected to increase the public awareness to the theme of this work and establish a simpler communication so that there are more questions about the use of colourants and in relation to the consumerism of products that use these chemicals.

**Keywords:** Indigo Colourant; Textile Industry; Environmental Pollution; Sustainability; Scientific Dissemination.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Representação da ligação química (C) entre uma fibra celulose (A) e um corante direto (B). .....                                 | 16 |
| Figura 2: Representação química dos corantes azóico (a) e reativo (b). .....   | 16 |
| Figura 3: Representação química dos corantes de enxofre (c) e de cuba (d). .....   | 17 |
| Figura 4: Planta do gênero Indigofera, da qual é extraído o índigo natural. ....   | 18 |
| Figura 5: Preparação das folhas de Indigofera para o processo inicial de fermentação em um tanque com água. ....                           | 19 |
| Figura 6: Corante natural índigo em forma de blocos e as suas tonalidades em tecidos. .  | 20 |
| Figura 7: Corante natural índigo em forma de pó após processo de moagem dos blocos precipitados. ....                                      | 20 |
| Figura 8: Processo de tingimento com índigo natural. ....  | 21 |
| Figura 9: Fluxograma geral do processo de produção do índigo via natural e via sintético resultando na substância química indigotina. .... | 23 |
| Figura 10: Panorama geral da edição dos vídeos na plataforma escolhida. ....   | 36 |
| Figura 11: Exemplo de quadro de vídeo produzido na plataforma de produção de vídeos escolhida. ....  | 36 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                             | 10 |
| 2. OBJETIVO .....                               | 12 |
| 3. REVISÃO DA LITERATURA .....                  | 12 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS .....                    | 27 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                | 28 |
| 5.1 DESENVOLVIMENTO DO ROTEIRO DOS VÍDEOS ..... | 28 |
| 5.2 DESENVOLVIMENTO DOS VÍDEOS .....            | 35 |
| 5.3 PUBLICAÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS VÍDEOS .....    | 37 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                   | 37 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                | 39 |

## 1. INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais globalizado, é necessário buscar novos meios de aprendizado e comunicação. Neste cenário, o desenvolvimento de vídeos informativos é um importante recurso para o processo de humanização das tecnologias, pois esse tipo de ferramenta facilita a aprendizagem e conseqüentemente ajuda a reforçar a mensagem a ser transmitida. Para que o processo de aprendizagem por meio de vídeos seja eficiente, é necessário introduzir as informações de forma atrativa e dinâmica, facilitando a comunicação com o público (PAZZINI, D N A et al., 2013).

Atualmente existem diversos recursos pedagógicos para o ensino, como os jornais, cartilhas, revistas, jogos, vídeos, dentre outros. No caso, a escolha do vídeo como ferramenta para a comunicação com o público leigo neste trabalho foi baseada na percepção que esse recurso pode produzir, trazendo imagens lúdicas e dinâmicas que impactam as pessoas de forma mais eficiente em relação às outras metodologias (PAZZINI, D N A et al., 2013). Para Moran (1995) o vídeo pode ser descrito como:

sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Nos atingem por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário) em outros tempos e espaços. O vídeo combina a comunicação sensorial-cinética, com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Combina, mas começa pelo sensorial, pelo emocional e pelo intuitivo, para atingir posteriormente o racional. (MORAN, 1995, p.2).

Além disso, existem diversas vantagens para a utilização de vídeos educativos em relação aos outros recursos didáticos, dentre elas o fato do utilizador poder manuseá-lo e manipulá-lo de acordo com o seu interesse, utilizando as opções de avanços, recuos, repetições e pausas, facilitando o entendimento, e a possibilidade de abordar diferentes temas de diferentes regiões sem a necessidade de deslocamento até o local para visualizar como é feito o processo, o que colabora para a criação de conteúdos mais ricos, principalmente em salas de aula (CINELLI, 2003).

Segundo Moreira (2006), a aprendizagem pode ser dividida em mecânica e significativa, sendo que na mecânica existe a memorização das informações em forma de dados desconexos e na significativa os novos conceitos são interligados a outros já existentes. Neste caso, os vídeos produzem uma aprendizagem significativa, pois o conhecimento é processado de forma contínua, com a ressignificação de informações preexistentes, tornando a experiência pedagógica mais rica e completa (MOREIRA, 2006).

Em decorrência da pandemia da covid-19, os planejamentos de aulas em escolas e universidades foram reformulados e os conteúdos extensivos foram transformados em vídeos mais curtos e atrativos, para que houvesse um maior apoio pedagógico no Ensino À Distância (EAD). Em relação ao tempo de duração dos vídeos, é necessário considerar as preferências do público em geral. Segundo o estudo desenvolvido por Page et al. (2021), ficou registrado que quanto mais longo o vídeo, menor o interesse dos alunos em acompanhar o conteúdo, sendo que no questionário aplicado a maioria das respostas considerou que o tempo ideal para um vídeo seria em torno de 5 a 10 minutos (Page et al., 2021).

O vídeo é uma ferramenta de ensino muito importante, pois tem a capacidade de aproximar o conhecimento científico do cotidiano, fazendo com que algumas concepções do senso comum passem a se fundamentar nas ciências. Para auxiliar esse processo, é necessário considerar que o vídeo é um somatório de diversos elementos que devem funcionar de forma integrada, de modo a prender a atenção do espectador do início ao fim. Desse modo, alguns critérios devem ser adotados durante a produção dos vídeos informativos, como o formato, o tempo de duração, a mensagem a ser passada, a linguagem utilizada, os efeitos visuais e sonoros, o ritmo das falas, a densidade dos conteúdos, etc. Todos esses elementos devem ser introduzidos com harmonia e perspicácia, respeitando a fidelidade do conteúdo a ser transmitido (MANDARINO, 2002).

Avaliando-se a importância e complexidade do assunto a ser abordado, o presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de criar vídeos informativos, os quais visam fornecer informações ao público leigo acerca do uso de corantes e poluição ambiental. O

corante escolhido como exemplo foi o índigo, por ser um produto muito conhecido por todos. A princípio, o público alvo abrange todas as pessoas dentro e fora do meio acadêmico, de diferentes faixas etárias, que em geral possuem pouco conhecimento acerca de corantes e os impactos ambientais envolvidos, pois assim espera-se criar uma conexão com essas pessoas e fornecer o conhecimento necessário sobre o tema em questão, o que pode gerar mais iniciativas, inclusive no âmbito educacional.

## **2. OBJETIVO**

Produzir vídeos informativos para o público leigo sobre o uso de corantes e seus possíveis impactos ambientais, que ocorrem desde o processo de produção até a fabricação dos insumos que são coloridos por eles, utilizando como exemplo o corante índigo.

Para atingir o objetivo específico do trabalho, será necessário fazer a revisão da literatura sobre corantes, para contextualizar o assunto a ser discutido e destacar a importância do tema em questão.

## **3. REVISÃO DA LITERATURA**

Desde os primórdios da humanidade, as cores têm sido exploradas de diversas formas, por meio de alimentos, tecidos, maquiagem, dentre outros, impactando direta ou indiretamente a vida de milhões de pessoas. Inicialmente as cores eram reproduzidas da natureza sob a forma de corantes naturais, extraídos de plantas, minérios ou até mesmo de insetos. No Brasil, por exemplo, sabe-se que os indígenas utilizavam o corante vermelho extraído do urucum (fruto do urucuzeiro, árvore nativa da América Tropical) para pintar os corpos e colorir artefatos de caça e guerra. Desde então, o processo de tingimento passou por diversas técnicas de melhoramento e com este avanço mais corantes e pigmentos foram descobertos, tornando o seu uso cada vez mais frequente, principalmente pelas indústrias (DAXIA, 2020).

Desse modo, os corantes que antes eram extraídos diretamente da natureza sem grandes processamentos, passaram a ser amplamente utilizados desde a síntese do primeiro corante artificial em 1856, feita pelo químico britânico William Henry Perkin. Os chamados corantes sintéticos têm sido utilizados em diversas áreas, desde a produção de tintas acrílicas, automotivas e industriais, e até mesmo para a produção de plásticos, couros, fotografias, tecidos, cosméticos, etc. Ao longo do tempo, o uso de corantes artificiais tornou-se cada vez mais predominante e passou a substituir o uso de corantes naturais com a justificativa de menores custos de produção, mais possibilidades para sintetizar novas cores e tonalidades, além da questão da melhor fixação da cor nos produtos finais (ZANONI et al., 2016).

Atualmente, o Brasil produz grande quantidade de corantes, uma vez que são essenciais para o desenvolvimento da indústria têxtil brasileira, a qual corresponde ao sexto maior parque mundial. Por ser utilizado em grande escala, a questão da perda de corantes no processo de produção é preocupante, pois sabe-se que de 20% a 50% dos corantes utilizados na indústria têxtil se perdem devido à má fixação durante a etapa de tingimento. Além da indústria têxtil, existem outras perdas de corantes que são igualmente preocupantes como, por exemplo, no processo de tintura de cabelos, do qual são descartados cerca de 70% dos corantes durante a etapa de lavagem. Os processos que envolvem o tingimento com corantes artificiais representam um constante perigo para o meio ambiente, pois muitos desses resíduos não são adequadamente tratados antes do descarte final, prejudicando os corpos hídricos, a flora e a fauna (ZANONI et al., 2016).

No âmbito de tinturas, existem termos como corantes, pigmentos e colorantes que são frequentemente confundidos. Uma forma de diferenciá-los é através do processo de produção dos mesmos. Quando não há aditivos envolvidos no processo, os corantes e pigmentos podem ser definidos como colorantes, pois quando eles estão aderidos ao substrato possuem capacidade de modificar seletivamente a reflexão ou a transmissão de luz incidente. Apesar da especificação, na prática o termo colorante não é muito utilizado, restringindo-se apenas ao setor de tintas. Em relação à diferença entre corantes e pigmentos, pode-se dizer que os corantes são substâncias solúveis, que promovem o tingimento do produto, e os pigmentos são substâncias insolúveis, que proporcionam

cobertura, opacidade e tingimento do produto final. Normalmente os corantes possuem maior capacidade de tingimento em relação aos pigmentos, ou seja, é necessária uma quantidade maior de pigmento para obter o mesmo resultado proporcionado por um corante. Essas substâncias químicas em questão podem ser obtidas a partir de fontes naturais ou podem ser obtidas sinteticamente, possuem origem orgânica ou inorgânica, e são utilizadas com a finalidade de colorir os mais diversos substratos (ZANONI et al., 2016).

Para que os pigmentos se incorporem ao substrato, é necessária a presença de um composto adicional como um polímero, por exemplo. No caso dos corantes, estes se aderem diretamente ao substrato através de um meio líquido, como no caso de tingimento de tecidos, e para isto acontecer eles precisam ser total ou parcialmente solúveis. Para se fixar melhor às fibras, os corantes normalmente necessitam da presença dos chamados mordentes, que são aplicados previamente ao processo de tintura com a finalidade de manter a durabilidade da cor, conferindo maior resistência às lavagens e exposição ao sol. Alguns tipos de mordentes são constituídos de sais metálicos, como sal de cromo, sulfato e acetato de alumínio, e sais de ferro, de níquel e de zinco, que são substâncias que representam um risco para os ecossistemas em geral e principalmente para os aquáticos (ZANONI et al., 2016; ARAÚJO, 2006).

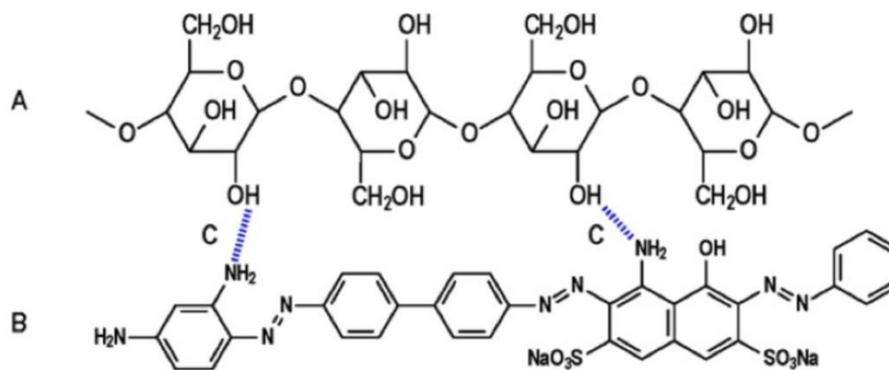
Os mordentes metálicos dependem da formação de complexos entre o substrato, o corante e os íons metálicos. Neste caso, o substrato e o corante, por meio de uma ligação química, doam seus pares de elétrons livres de oxigênio ou átomos de nitrogênio aos orbitais livres do íon metálico, o qual atua como um receptor. Isso leva a um forte vínculo de ligação química, com caráter covalente. Os sais de metal, constituintes dos mordentes, possuem toxicidade potencial, principalmente para os organismos aquáticos (PHAN, K et al., 2021).

O processo de fixação da cor basicamente se resume à etapa de dissolução do corante ao substrato. Quando isto não ocorre, é necessário destruir a estrutura cristalina do corante, e a cor é mantida no substrato através dos processos de adsorção, no qual as moléculas do corante ficam retidas nos poros de superfície fibrosa, solvatação, no qual os

íons negativos e positivos do soluto ficam envoltos pelas moléculas do solvente, e ligação iônica ou ligação covalente. No caso dos pigmentos, estes apresentam característica de insolubilidade em água e, portanto, não são afetados pelo substrato no qual estão sendo incorporados. Essas características de insolubilidade na água influenciam no impacto ambiental desses químicos quando estes atingem o meio aquático, pois eles podem ficar adsorvidos nos organismos e causarem danos físicos, afetando a movimentação de microcrustáceos, por exemplo. Além disso, se uma peça tingida com esse químico é descartada na natureza, ela pode ser degradada por microrganismos, contaminando o solo e, assim, influenciar a biota residente dessa matriz (ZANONI et al., 2016).

Para que os corantes sejam aderidos aos substratos celulósicos, como o algodão, linho e papel, é necessário que eles sejam hidrofílicos, ou seja, solúveis em água, pois estes substratos em questão também apresentam características hidrofílicas, fazendo com que o processo de tingimento seja necessariamente em um meio aquoso. Além disso, é necessário que os corantes sejam projetados para manter a afinidade quando o substrato é exposto à água, impedindo que este corante seja removido com a lavagem de um tecido, por exemplo. Uma vez que os substratos celulósicos, como o algodão, por exemplo, incham e perdem corantes mais facilmente durante a lavagem, foram desenvolvidas mais famílias de corantes para fibras celulósicas, sendo eles os corantes do tipo direto, azóico, reativo, enxofre e cuba (SENAI, 2021).

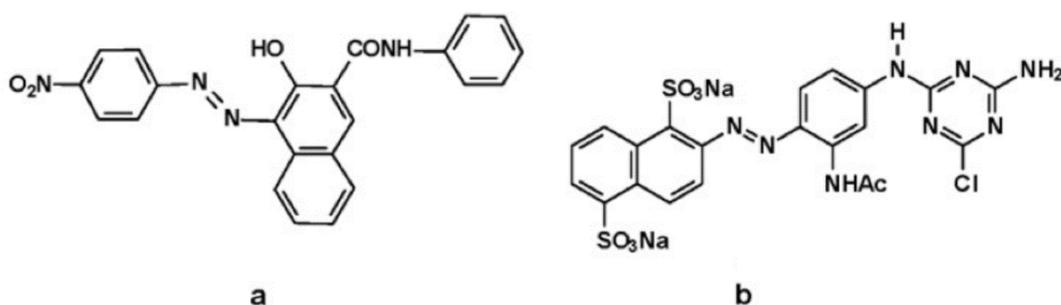
No caso dos corantes diretos, a afinidade pelo algodão ocorre na ausência de um agente de ligação, os chamados mordentes, pois são solúveis em água e apresentam baixa solidez à umidade (SENAI, 2021). A representação da ligação química de um corante direto com a fibra de celulose pode ser conferida na Figura 1, a seguir:



**Figura 1:** Representação da ligação química (C) entre uma fibra celulose (A) e um corante direto (B).

**Fonte:** SENAI, 2021.

Os corantes azóicos normalmente são conhecidos como corantes de naftol, pois estes compostos orgânicos derivados do naftaleno são utilizados em sua síntese. Desse modo, para obter o corante em questão, é necessário aplicar separadamente dois componentes (dentre eles o naftol) ao substrato que será tingido, e assim o corante azóico será gerado dentro da matriz polimérica, formando um corante insolúvel em água. Já os corantes reativos são aqueles que reagem quimicamente com a celulose para formar uma ligação covalente. Com isto, os corantes reativos são capazes de gerar tons mais brilhantes e úmidos em fibras celulósicas, que é um diferencial em relação aos corantes de outras famílias (SENAI, 2021). As estruturas químicas dos corantes azóico e reativo podem ser conferidas na Figura 2, a seguir.

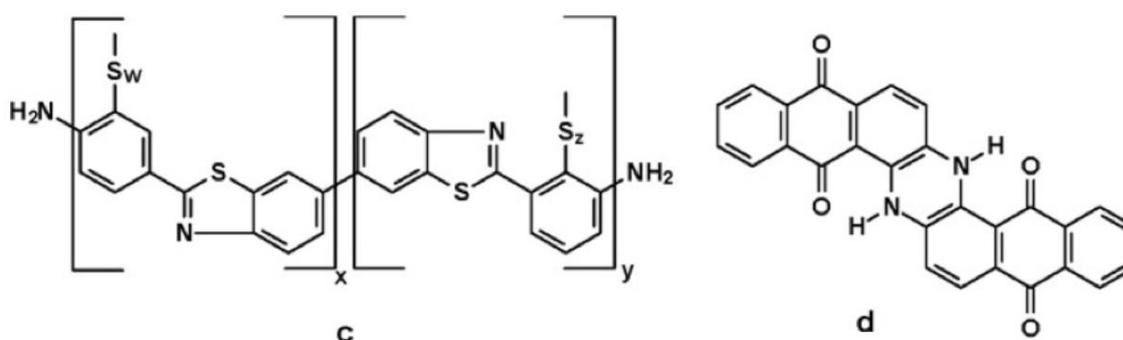


**Figura 2:** Representação química dos corantes azóico (a) e reativo (b).

**Fonte:** SENAI, 2021.

Os chamados corantes de enxofre foram desenvolvidos com o objetivo de aumentar a resistência à umidade nas fibras celulósicas, de forma a produzir corantes insolúveis em água e que pudessem ser mais facilmente aderidos às fibras de tecidos de algodão. Esse tipo de corante pode ser insolúvel em água em sua forma natural ou através de uma síntese dentro da matriz polimérica, que dificulta a remoção da cor no substrato após o contato com a água (SENAI, 2021).

Os corantes de cuba foram desenvolvidos seguindo o mesmo princípio dos corantes de enxofre, sendo que para tornarem-se solúveis esses corantes passam por reações de redução. Tanto os corantes de cuba como os de enxofre necessitam passar por essa transformação durante o processo de tingimento, para que a sua forma insolúvel em água seja reduzida em uma forma chamada de leuco, a qual possui maior afinidade com a fibra hidrossolúvel. Na sequência, o corante em sua forma leuco é convertido novamente em sua forma insolúvel em água, a partir de um processo de oxidação, proporcionando boa permanência em condições úmidas (SENAI, 2021). A representação da estrutura química dos corantes de enxofre e de cuba podem ser conferidos na Figura 3, a seguir.



**Figura 3:** Representação química dos corantes de enxofre (c) e de cuba (d).

**Fonte:** SENAI, 2021.

Levando-se em consideração o processo de fixação e tingimento, os corantes podem ser utilizados de forma natural ou sintética. Um exemplo muito interessante de corante de cuba extraído da natureza, e que atualmente é sintetizado artificialmente, é o índigo, responsável pela cor azul anil. Na natureza o índigo pode ser obtido a partir de plantas do gênero *Indigofera spp.*, que na botânica pertencem à família das leguminosas. Atualmente existem mais de 200 espécies do gênero *Indigofera spp.*, que podem ser nativas ou

cultivadas e estão amplamente distribuídas nos continentes Africano, sul da Ásia, América tropical, Europa e Austrália. Dentre as espécies mais conhecidas desse gênero, destacam-se a *Indigofera anil* L., as Fabáceas e a *Indigofera tinctoria* L., sendo que esta última é nativa da Índia e sudeste da Ásia e tornou-se a mais popular no processo de tingimento natural (ETNO BOTÂNICA, 2021).



**Figura 4:** Planta do gênero *Indigofera*, da qual é extraído o índigo natural.

**Fonte:** ETNO BOTÂNICA, 2021.

No Brasil, o índigo pode ser extraído a partir de diversas plantas do gênero *Indigofera* sp., que são popularmente conhecidas como anileiras. Para que a substância cromática do índigo seja precipitada como um pigmento azul, é necessário que as folhas das anileiras sejam submetidas a um processo de fermentação e oxidação, e isto ocorre por conta das características especiais das plantas desse gênero. No caso, a substância índica dessas plantas é metamorfa, ou seja, as suas moléculas passam por um processo no qual a sua forma química muda várias vezes. É por conta desse detalhe que a cor da planta *Indigofera* é diferente da cor do índigo ao final do processo de fermentação e oxidação (ETNO BOTÂNICA, 2021).

No processo de obtenção do índigo natural, as folhas da planta *Indigofera* são cortadas e dispostas em feixes de galhos, os quais são posteriormente pesados de modo

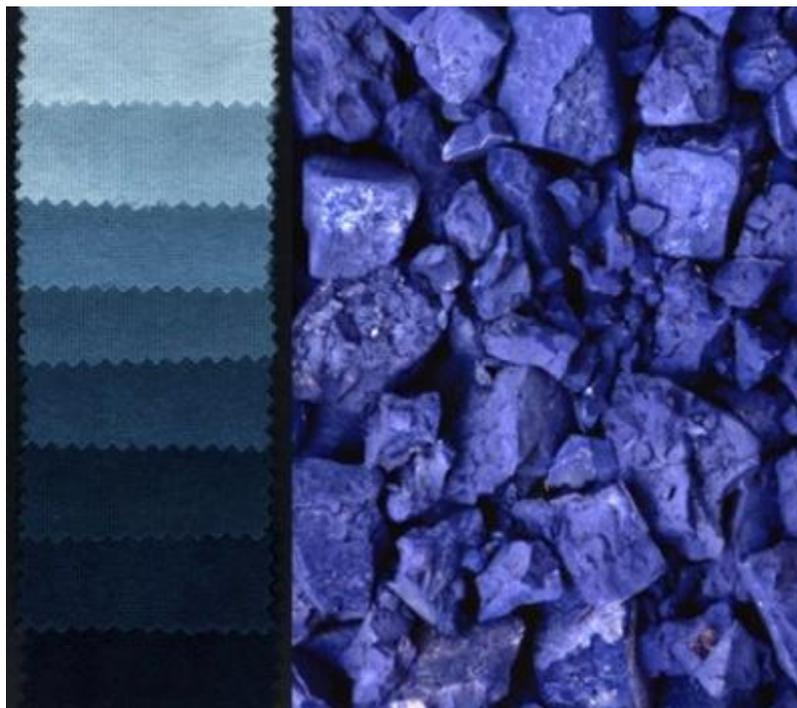
a obter a relação correta dos ingredientes a serem utilizados na fermentação. Algumas receitas utilizam a proporção de 1 kg de folha fresca de *Indigofera* para 5 litros de água e 15 gramas de cal, sendo este último utilizado para tornar o pH da mistura mais básico, em condições ideais para o processo de redução do índigo. Durante o processo de fermentação, o índigo é reduzido à sua forma leuco e apresenta coloração amarelada, e ao entrar em contato com o ar o seu tom muda de esverdeado e finalmente para azul escuro. O produto final obtido pode ser disposto em telas para posterior secagem, até adquirir uma consistência de pastosa para sólida. Nesse processo de obtenção do índigo natural, o corante precipitado é comercializado em forma de blocos, como pequenas pedras de giz, ou como um pó de coloração azul escuro. Sabe-se que o rendimento de corante varia de acordo com as condições do ambiente e da proporção de determinados ingredientes na receita. Quando a temperatura da água no início do processo de fermentação está mais fria, por exemplo, e a quantidade de cal adicionada é de 15, 20 e 25 gramas, o rendimento de corante índigo é de 8,8%, 9,3% e 10,1%, respectivamente (ETNO BOTÂNICA, 2021; AIP, 2017).

O processo inicial de produção do índigo pode ser conferido na figura 5, e o resultado final do processo de obtenção do referido corante podem ser conferidas nas figuras 6 e 7, a seguir.



**Figura 5:** Preparação das folhas de *Indigofera* para o processo inicial de fermentação em um tanque com água.

**Fonte:** ETNO BOTÂNICA, 2021.



**Figura 6:** Corante natural índigo em forma de blocos e as suas tonalidades em tecidos.

**Fonte:** ETNO BOTÂNICA, 2021.



**Figura 7:** Corante natural índigo em forma de pó após processo de moagem dos blocos precipitados.

**Fonte:** ETNO BOTÂNICA, 2021.

Sendo assim, uma das formas de se utilizar o índigo natural para tingimento é através do processo de fermentação e oxidação. Neste processo, a planta da qual é extraído o índigo é cortada e encaminhada para um tanque com água, e com o auxílio de

microrganismos ela é oxidada, sendo que o tempo de digestão varia de acordo com o tipo de planta Indigofera utilizada, as condições do ambiente, o tipo de tanque escolhido, etc. No caso, a ação microbiana é espontânea, porém o processo precisa ser mantido regularmente, garantindo a temperatura e a umidade ideal para a ação dessas bactérias. Após cerca de três dias, os microrganismos começam a reduzir as moléculas de índigo. Esse processo de redução transforma a forma insolúvel do índigo azul em sua forma leuco-índigo, que é solúvel em água e capaz de se dissolver no processo de tingimento, fixando-se às fibras (LAURI, 2021).

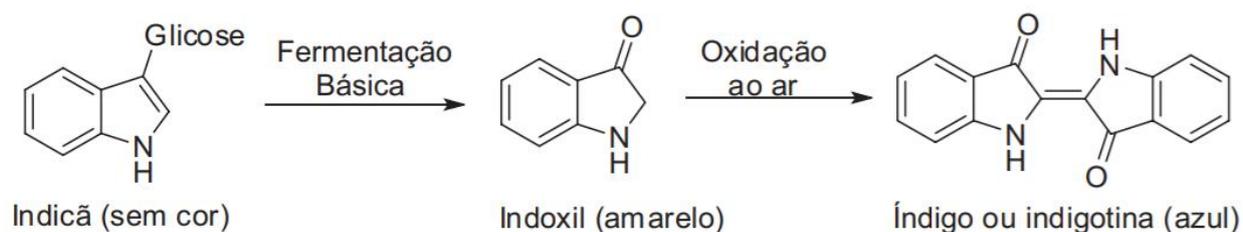
Após o banho com o corante índigo reduzido, a cor produzida não é azul, mas sim amarelo brilhante, com superfície oleosa e bronzeada e fundo pastoso, o qual é constituído por substâncias não dissolvidas no processo. Na sequência, a etapa de tingimento é mais rápida e direta, pois neste caso basta imergir o tecido limpo e úmido no banho de índigo e deixá-lo na superfície por um tempo relativamente curto. Assim que o tecido é removido do tanque, ele reage com o oxigênio do ar e com isto ele muda de cor, passando de amarelo para verde e na sequência para azul. O que ocorre na verdade é que, no fundo do tanque, as moléculas reduzidas de leuco-índigo cobrem a fibra e quando o tecido é removido do banho, as moléculas de índigo oxidam de volta à sua forma azul insolúvel em água, e deste modo ficam aderidas à fibra (LAURI, 2021). Na figura 8, a seguir, é possível conferir o processo de tingimento do índigo natural.



**Figura 8:** Processo de tingimento com índigo natural.

**Fonte:** Adaptada de LAURI, 2021.

A cor azul do índigo natural é proveniente de substâncias índicas contidas nas folhas da planta do gênero *Indigofera*. Ao introduzir essas folhas em água, ocorre uma reação de hidrólise, resultando no composto indoxil, que possui coloração amarela. Em contato com o oxigênio do ar, o indoxil se oxida e retorna à forma índigo, que possui coloração azul escuro (AIP, 2017). A reação de obtenção do índigo natural está representada no Esquema 1, a seguir:

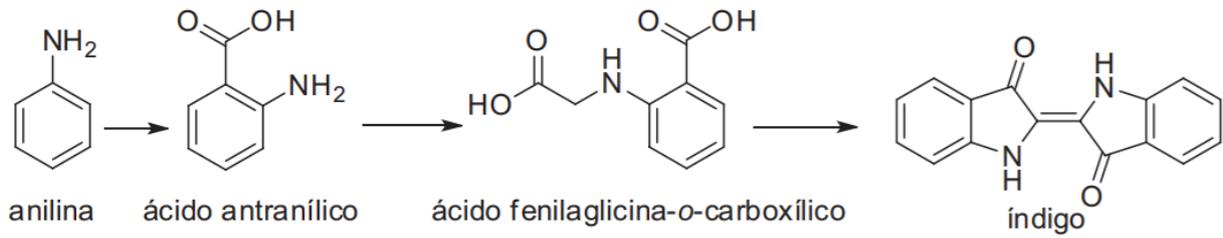


**Esquema 1:** Reação química para obtenção do índigo natural.

**Fonte:** MÜNCHEN, 2015

O mesmo corante índigo, que até 1897 era explorado de forma natural, passou a ser obtido de forma artificial desde a descoberta do químico alemão Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeyer, que desenvolveu a opção sintética do corante em questão. Com isto, os processos de fabricação do índigo passaram a ser padronizados, dando lugar aos processos artesanais que envolviam a sua produção, e a sua ampla disponibilidade sintética, com preços menores que a produção de índigo natural, elevou o patamar de produção e possibilitou a sua popularização através das calças jeans, logo após a segunda guerra mundial (ARAÚJO, 2006).

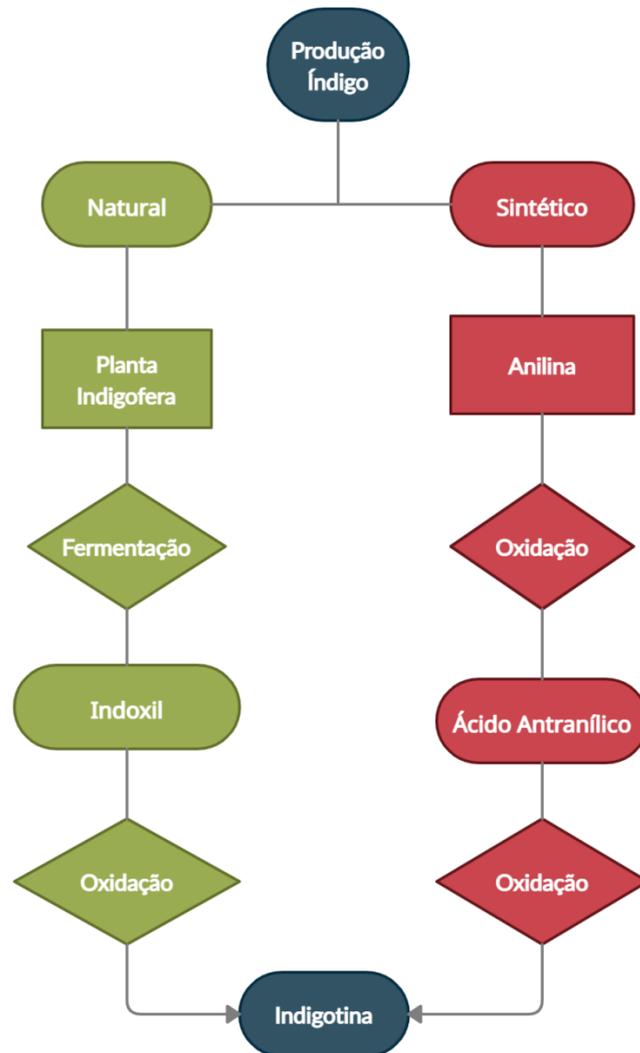
O índigo sintético utilizado pela indústria é obtido a partir da oxidação da anilina, que é uma substância química derivada do petróleo. Nesse processo de síntese, a anilina oxida e se transforma em ácido antranílico, o qual oxida novamente e transforma-se em ácido fenilglicina-o-carboxílico, e por fim oxida mais uma vez e transforma-se no corante azul desejado, análogo ao índigo natural (MÜNCHEN, 2015). A reação química que envolve a produção do índigo sintético pode ser conferida no Esquema 2, a seguir:



**Esquema 2:** Reação química para obtenção do índigo sintético.

Fonte: MÜNCHEN, 2015.

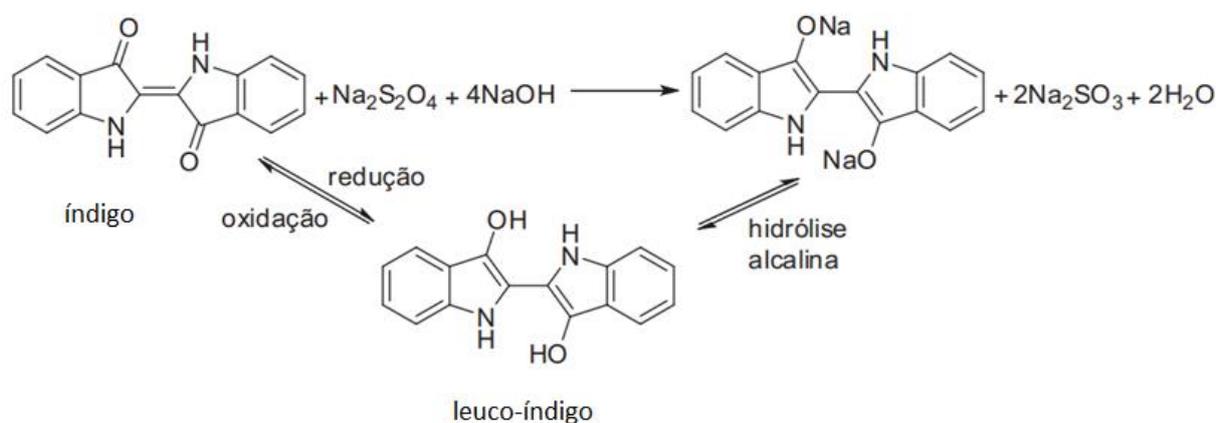
Na Figura 9 são apresentados de forma resumida os processos envolvendo a produção de índigo via natural e sintético, resultando na substância química indigotina.



**Figura 9:** Fluxograma geral do processo de produção do índigo via natural e via sintético resultando na substância química indigotina.

Fonte: Autor, 2021.

Para a utilização do índigo na indústria têxtil, é necessário reduzi-lo à sua forma leuco-índigo, pois esta é mais solúvel em meio aquoso e, portanto, facilita o processo de tingimento em fibras. Essa redução do índigo é feita com o auxílio de um sal chamado ditionito de sódio, o qual é imerso em uma solução alcalina, promovendo uma reação química que irá reduzir o índigo para a sua forma com maior solubilidade. Na solução alcalina inicial, adiciona-se carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), até que o pH esteja entre 9 e 10, e posteriormente a solução é aquecida a 50-55 °C. Após a adição do sal ditionito de sódio (hidrossulfito de sódio), acrescenta-se o corante a uma concentração de 5 g/L, deixando-o agir por 30 a 40 minutos. Aos poucos, a cor da solução muda para amarelo esverdeado, pois o índigo se reduz à forma leuco, que é solúvel em água. Para realizar o tingimento, basta mergulhar o tecido úmido na solução por 5 a 15 minutos. Em seguida, retira-se o tecido deixando-o oxidar em contato direto com o ar, e através desse processo o corante é capaz de retornar à sua forma original, produzindo a cor azul sobre a fibra na qual está aderido. A imersão pode ser feita várias vezes para produzir uma coloração mais forte. Normalmente, a concentração de corante de 4% (sobre o peso da fibra) consegue produzir uma cor escura (COMUNICAÇÃO PESSOAL; MÜNCHEN, 2015). Apesar de a forma leuco ser facilmente oxidada a índigo, mesmo dentro da solução, assim que entra em contato com o oxigênio livre do ar ou água, existe a possibilidade de que o leuco-índigo seja despejado inadequadamente em águas residuárias, prejudicando os corpos hídricos e a fauna aquática. A reação química que ocorre neste processo de síntese do índigo pode ser conferida no Esquema 3, a seguir.



**Esquema 3:** Reação química de redução do índigo à sua forma leuco com ditionito de sódio em meio alcalino

**Fonte:** MÜNCHEN, 2015.

A ampla utilização do índigo sintético na produção de peças jeans tem sido um excelente propulsor econômico do ponto de vista da indústria têxtil, porém o processo de produção ainda traz questões polêmicas, pois sabe-se que são utilizadas grandes quantidades de insumos e principalmente de corante índigo, trazendo uma série de impactos sociais e ambientais. O documentário canadense *RiverBlue* utiliza a empresa Levi's® como exemplo e aponta que para a produção de apenas 1 peça de calça jeans de seu modelo mais vendido, são utilizados cerca de 3.480 litros de água, são consumidos 400 Mega Joules de energia e são expelidos 32 quilogramas de dióxido de carbono na atmosfera. A questão do consumo da água neste setor é extremamente relevante, pois sabe-se que uma grande marca de moda utiliza o equivalente a 43.000 piscinas olímpicas de água por ano. Neste sentido, a indústria têxtil provoca grande impacto ambiental, utilizando anualmente cerca de 3,2% de toda a água disponível para consumo humano no mundo. Além disso, também existe a questão da poluição dos recursos hídricos, tanto da parte produtiva como da parte da disposição final, sendo esta última pouco discutida nos dias atuais (RIVERBLUE, 2018).

Atualmente o jeans é uma peça comum no vestuário das pessoas e possui fama mundial, sendo que as grandes fábricas se localizam em países emergentes como China e Índia. Na fábrica de tecelagem em Xintang na China são produzidos anualmente 300 milhões de calças jeans, que é o equivalente a 40% do jeans vendido nos EUA por ano. A produção mundial de bilhões de peças jeans anualmente polui rios, lagos, mares e reservatórios devido ao tingimento de tecidos, que utilizam corantes sintéticos. O processo de produção do denim, que é o tecido de algodão utilizado para fabricar o jeans, exige várias etapas de lavagem química intensiva, e os resíduos gerados são despejados, na maioria das vezes em rios sem tratamento prévio. No documentário *RiverBlue* são apontadas questões mais complexas envolvendo essa poluição, pois são identificados cinco metais pesados (cádmio, cromo, mercúrio, chumbo e cobre) no rio que corta Xintang, que é a cidade chinesa que mais fabrica jeans na região. Esses metais pesados são oriundos do processo de tingimento das peças jeans, sendo eles neurotóxicos e cancerígenos e disruptores endócrinos. Com isto, tanto os trabalhadores locais como a população em geral sofre com os efeitos negativos da indústria têxtil e o uso indiscriminado de corantes (ABREU, 2017).

Segundo o estudo de ATHEY et al. (2020), é possível descobrir a pegada ecológica do jeans na sociedade moderna através da presença de microfibras no meio ambiente. Segundo o referido estudo, detectou-se que as microfibras correspondem em média a 90% das partículas antropogênicas encontradas nos sedimentos do Arquipélago Ártico Canadense, em grandes e pequenos lagos ao sul dessa região. Dentro dessa estimativa, de 21 a 51% de todas as microfibras nos sedimentos eram celulose modificada antropogenicamente, das quais 40 a 57% eram microfibras de denim índigo. Nesse mesmo estudo, descobriu-se que um par de jeans usado pode liberar, aproximadamente,  $56.000 \pm 4.100$  microfibras por lavagem, sendo que essas microfibras provenientes da lavagem de jeans foram quimicamente e morfologicamente correspondentes com as encontradas no meio ambiente (ATHEY et al., 2020).

Diante dos números expressivos em relação ao consumo de água e contaminação de corpos hídricos por conta da produção de peças com o corante índigo, algumas empresas já tomaram a iniciativa de adaptar o processo de produção do jeans reduzindo os impactos ambientais. Uma dessas empresas, a Pure Denim®, utiliza o índigo em uma maior concentração, denominando-o como *smart indigo*, o qual proporciona um poder de coloração maior em relação aos corantes tradicionais. Além disso, por ser mais concentrado esse corante exige um menor consumo de água, e o processo de tingimento é feito em tonéis específicos, os quais reduzem as emissões de dióxido de carbono em até 6 vezes comparado aos métodos utilizados por outras empresas (PURE DENIM, 2021). Apesar de a produção ser mais sustentável neste caso, o produto final índigo vai gerar os mesmos impactos ambientais que o índigo produzido por outras metodologias.

Já existem algumas técnicas de produzir peças coloridas sem a necessidade de tingimento do tecido, como a produção de algodão colorido, por exemplo. Porém, nem sempre este é um bom indicativo, pois o cultivo de algodão utiliza um grande volume de água, sendo que a irrigação é extensiva se cultivado fora de seu ambiente natural. No caso, para a produção de 1 quilo de algodão, utiliza-se cerca de 30.000 litros de água. Desse modo, a produção de algodão necessária para fabricar uma única camisa utiliza aproximadamente 2.700 litros de água. Além disso, existe a questão da utilização de defensivos agrícolas, pois o cultivo de algodão corresponde a 24% de todo o consumo de

inseticidas e 11% dos pesticidas utilizados na agricultura mundial, e também a questão do uso de terras que poderiam ser utilizadas para a produção de alimentos (ABREU, 2017).

Outra forma alternativa para a fixação de cores refere-se ao chamado *Super Critical* CO<sub>2</sub> ou dióxido de carbono supercrítico, que é um estado fluido do dióxido de carbono o qual é mantido na temperatura crítica ou acima dela. O dióxido de carbono possui um ponto crítico baixo, que ocorre na pressão 74 bar e temperatura de 31°C. Com isto, esse composto pode ser utilizado para diversas finalidades industriais, inclusive no tingimento de tecidos. Por ser um fluido supercrítico, este composto é um solvente muito bom para materiais hidrofóbicos, ou seja, a forma insolúvel e problemática dos corantes é capaz de se aderir às fibras mais facilmente utilizando esse método de fixação. Esse método aplicado na indústria têxtil é vantajoso, pois o dióxido de carbono é um produto químico barato, inerte, não combustível, não tóxico e facilmente disponível (ONER, 2018). No entanto, uma das desvantagens desse método consiste no uso de cossolventes para aumentar a solubilidade de determinados compostos químicos (DANH et al., 2009). Os cossolventes apresentam toxicidade e podem representar perigo para os compartimentos ambientais.

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia do presente trabalho foi do tipo exploratória. Em um primeiro momento foram levantados dados relevantes sobre corantes e, mais especificamente, sobre o corante índigo, e também sobre o seu processo de produção. Após o desenvolvimento dos roteiros, foi escolhida a ferramenta mais criativa para a criação e edição dos vídeos, a fim de garantir uma abordagem mais eficiente sobre o tema do presente trabalho. Por fim, os vídeos foram revisados para serem posteriormente postados na plataforma YouTube®.

Em relação à produção dos vídeos, foram envolvidas as seguintes etapas:

- Coleta e análise dos dados bibliográficos
- Elaboração dos roteiros
- Escolha da ferramenta de produção de vídeo a ser utilizada
- Produção e edição dos vídeos

- Revisão dos vídeos
- Postagem dos vídeos na plataforma YouTube®

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Conforme a proposta principal do trabalho, foram desenvolvidos quatro vídeos de curta duração inseridos em uma minissérie, a qual vincula a história apresentada em cada um deles. Os vídeos foram legendados em português e inglês, de modo a abranger um público maior. Primeiramente foram definidos os roteiros e em seguida os vídeos foram produzidos, utilizando-se os recursos audiovisuais da plataforma de edição escolhida. As principais dificuldades encontradas durante o desenvolvimento foi a escolha da ferramenta ideal para a produção dos vídeos e a síntese do conteúdo científico em roteiros resumidos, traduzindo a linguagem mais técnica para uma linguagem mais simples, de modo a facilitar o entendimento para o público leigo.

### **5.1 DESENVOLVIMENTO DO ROTEIRO DOS VÍDEOS**

A partir do levantamento bibliográfico realizado no presente trabalho, foram desenvolvidos os roteiros dos vídeos, os quais abordaram os tópicos mais relevantes acerca do tema proposto. Também foi desenvolvida uma capa para todos os vídeos, contendo o título do vídeo, título da série, indicação de qual o número da série, nome do autor e logo das instituições envolvidas. Ao final de cada vídeo foram indicadas as redes sociais de divulgação do trabalho. Os roteiros dos quatro vídeos podem ser conferidos, a seguir.

- **VÍDEO 1**

Na proposta do primeiro vídeo o tema corantes foi abordado, diferenciando-se os naturais dos sintéticos e explicando-se acerca da origem e exploração dos corantes. Com isto, o roteiro do vídeo 1 foi dividido em seis tópicos e cada tópico recebeu alguns trechos de texto, os quais foram introduzidos separadamente de modo a acompanhar a exposição das imagens correlatas, e também para facilitar a leitura do público. A seguir, são listados os tópicos e os respectivos textos correspondentes.

### **1) Explicação do que são corantes**

-Olhe ao seu redor, o mundo é feito de CORES.

-Mas de onde elas vêm? Para onde elas vão?

-Os corantes surgiram para dar cor a diversos produtos que consumimos.

### **2) Diferenciação dos corantes naturais e sintéticos**

-Eles podem ser extraídos da natureza através de plantas, minérios ou até mesmo insetos. Estes são os chamados CORANTES NATURAIS.

-Com o passar do tempo, novas tecnologias foram desenvolvidas e os corantes passaram a ser sintetizados pela indústria, com base na composição química dos corantes já existentes. Estes são os chamados CORANTES SINTÉTICOS.

### **3) Explicação sobre onde os corantes são mais utilizados**

-Os corantes são utilizados em diversas áreas: em tintas, plásticos, couro, cosméticos, alimentos, dentre outros.

-Na indústria têxtil os corantes conquistaram um lugar de destaque.

### **4) Introdução do corante índigo como exemplo**

-Um exemplo de corante têxtil é o índigo, responsável pela cor azul anil, sendo ele utilizado em tecidos desde a antiguidade.

-Ele é obtido tanto de forma natural, através da fermentação de plantas do gênero Indigofera, como de forma sintética, através da oxidação de uma substância química chamada anilina.

### **5) Proposição de um questionamento acerca do que seria menos impactante para o meio ambiente: corantes naturais ou sintéticos?**

-Qual seria a opção mais sustentável?

-Corantes naturais ou sintéticos?

## **6) Indicação de que a resposta será dada nos próximos vídeos**

-Acompanhe os próximos vídeos desta série para descobrirmos juntos a resposta.

- **VÍDEO 2**

No segundo vídeo da série foram abordados os principais problemas relacionados à produção de corante índigo de forma natural e sintética, indicando que independente do processo, o produto obtido é o mesmo. Na proposta de roteiro foram incluídos três tópicos:

### **1) Explicação de como o índigo é obtido de forma natural**

-Conforme vimos no vídeo anterior, o índigo pode ser obtido de forma natural através da fermentação de plantas do gênero *Indigofera*.

-Neste processo, as folhas da planta *Indigofera* são cortadas e imersas em um grande tanque com água, e os microorganismos fazem a digestão desse material.

-Durante o processo de fermentação, o índigo apresenta coloração amarela e conforme vai entrando em contato com o oxigênio do ar, a sua cor se altera para esverdeado e por fim azul anil.

-Após atingir o tom desejado, o índigo adquire uma forma pastosa e ao ser encaminhado para secagem ele precipita em blocos sólidos, resultando na substância química chamada indigotina.

-Apesar do processo ser natural, para obter o índigo é necessário cultivar a planta *Indigofera* em larga escala, fazendo com que surjam alguns problemas relacionados à exploração do solo, uso de agrotóxicos e o uso de terras que poderiam ser empregadas para a produção de alimentos.

### **2) Explicação de como o índigo é obtido de forma sintética**

-O índigo também pode ser obtido de forma sintética, a partir da oxidação de uma substância química chamada anilina.

-A anilina passa por várias reações químicas até chegar no corante azul desejado, que é a substância química indigotina.

-Na indústria, para realizar esses processos é necessário usar energia e produtos potencialmente tóxicos (anilina) para a síntese, trazendo uma série de impactos ambientais.

### **3) Questionamento acerca do uso de corante índigo**

-Conforme vimos até aqui, existem diferentes formas de obter o corante índigo.

-Mas e em relação ao tingimento? Quais são os impactos envolvidos?

- Acompanhe os próximos vídeos desta série para descobriremos juntos a resposta.

- **VÍDEO 3**

O terceiro vídeo abordou os principais impactos ambientais provenientes do tingimento com o corante índigo, indicando que os impactos ambientais serão os mesmos tanto para o sintético como para o natural. A proposta de roteiro incluiu seis tópicos:

#### **1) Explicação de como é feito o processo de tingimento com corantes**

-Já descobrimos que os corantes podem dar cor aos mais variados produtos, mas como eles conseguem tingi-los?

-As fibras, por exemplo, são imersas em água com corante da cor desejada, e então ficam coloridas.

#### **2) Explicação de como é feito o processo de tingimento com o corante índigo natural**

-Alguns corantes são insolúveis em água, como o índigo. Para resolver esse problema, ele pode ser transformado por meio de reações químicas em sua forma leuco, mudando de cor e ficando solúvel.

-No processo natural, essa transformação é provocada pela ação de microrganismos na planta *Indigofera*, que promovem as reações de oxi-redução.

-Durante esse processo, o leuco-índigo adquire a cor amarela, e ao entrar em contato com a fibra ele consegue tingi-la em meio aquoso.

-Quando a fibra é retirada do meio líquido, o corante oxida pelo contato com o ar e o índigo volta à sua cor azul, ficando “preso” à fibra.

-Portanto, o processo de tingimento natural envolve a imersão do tecido que se deseja tingir em tanques de água contendo o índigo em sua forma leuco.

-Para obter a quantidade de corante necessária para o tingimento, é necessário utilizar grande quantidade da planta *Indigofera*.

### **3) Explicação de como é feito o processo de tingimento com o corante índigo sintético**

-Já na indústria, o corante índigo também é transformado em sua forma leuco para conseguir tingir os tecidos.

-Este processo é feito com a introdução de um determinado sal (ditionito de sódio), em meio básico, provocando reações químicas que resultam no leuco-índigo, que é solúvel em água.

-Assim, o tingimento é feito através da imersão dos tecidos na água, sendo que esse tecido passa por várias etapas de lavagem química intensiva, até obter o efeito desejado na peça.

-Na indústria de jeans a produção é em larga escala, e por este motivo são utilizadas grandes quantidades de corante índigo e também grandes volumes de água.

-Uma tecelagem que produz 300 milhões de peças jeans por ano utiliza o equivalente a 43.000 piscinas olímpicas.

#### **4) Explicação de como o índigo pode afetar o meio ambiente**

-Conforme vimos anteriormente, o tingimento com corante índigo pode ser feito de forma natural ou sintética, porém o produto final será sempre o mesmo: índigo.

-Com isto, os impactos ambientais gerados com a utilização de índigo, quando este atinge o meio ambiente, serão basicamente os mesmos.

-Durante a lavagem caseira, o índigo pode ser removido das fibras e atingir o ambiente aquático.

-Caso isto ocorra, o índigo tende a se acumular no sedimento de rios, pois é insolúvel em água e pode causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos.

-E quando a roupa é descartada, ele também pode sair do tecido e contaminar o solo.

-Além disso, a grande quantidade de sal utilizada no processo de tingimento com índigo pode acarretar na poluição dos ambientes de água doce.

#### **5) Proposição de um questionamento acerca de qual tipo de tingimento seria mais seguro e com menos impactos ambientais**

-Analisando-se os problemas envolvendo o tingimento tradicional em meio aquoso, quais seriam as opções mais sustentáveis de tingimento?

#### **6) Indicação de que a resposta será dada no próximo vídeo**

-Acompanhe o último vídeo desta série para descobrirmos juntos a resposta.

- **VÍDEO 4**

No quarto e último vídeo da minissérie foram apresentadas algumas opções de tingimento com menor exposição ambiental. A proposta do roteiro foi dividida em cinco partes e incluiu os seguintes tópicos:

#### **1) Indicação das empresas que adotam práticas sustentáveis em relação ao uso de corantes**

-Atualmente já existem empresas que adotam soluções alternativas ao tingimento tradicional, com o objetivo de economizar recursos naturais como água e energia.

-A produção de algodão já colorido, por exemplo, é uma delas.

-Essa metodologia pode economizar o uso de água que seria empregado no processo de tingimento. Porém, ainda causa impactos ambientais.

-Pois, para produzir uma única camisa de algodão são utilizados aproximadamente 2.700 litros de água.

-Existem empresas de Jeans que utilizam o chamado *Smart Indigo* para o processo de tingimento.

-O *Smart Indigo* é mais concentrado e utiliza menos água no processo de tingimento. No entanto, ele apresenta os mesmos impactos ambientais que o índigo tradicional.

## **2) Apresentação das alternativas de tingimento com menor uso de água e menos impactos ambientais**

-Outra tecnologia de tingimento com menos uso de água é o chamado *Super Critical CO<sub>2</sub>*.

-Neste tipo de tingimento, o tecido e o corante são imersos em um tanque, com CO<sub>2</sub>.

-O aumento da pressão dentro do tanque, fará o CO<sub>2</sub> se tornar fluido, e assim irá dissolver o corante.

-Em seguida, os corantes são fixados às fibras e então a pressão é reduzida e o CO<sub>2</sub> é liberado.

-Portanto, não é necessário utilizar água nesse processo de tingimento.

## **3) Explicação sobre uma das respostas para esse dilema, que estaria no equilíbrio entre natural e sintético**

-De qualquer forma, fica evidente que ainda existem impactos ambientais envolvidos, principalmente na cadeia de produção da indústria têxtil.

-Mesmo utilizando-se materiais naturais ou sintéticos, processos de tingimento tradicionais ou mais tecnológicos.

-O que nos remete a pensar que é necessário buscar um equilíbrio para reduzir os impactos ambientais e poupar os recursos naturais.

#### **4) Explicação de que a redução do consumo é a chave principal, pois consumir menos é a única maneira de produzir um impacto positivo a longo prazo**

-Assim, o método mais simples e efetivo seria a redução do CONSUMO.

-Será que é realmente válido encher o guarda-roupas e esvaziar os recursos naturais?

-Vamos refletir sobre o futuro juntos? Você pode fazer a diferença!

#### **5) Agradecimentos e encerramento da minissérie**

-Agradecemos a sua atenção!

-Fim

### **5.2 DESENVOLVIMENTO DOS VÍDEOS**

Após a finalização dos roteiros, selecionou-se a plataforma online Canva® de design gráfico para a criação e edição dos vídeos. A plataforma em questão foi escolhida baseada na facilidade de edição e na diversidade de ferramentas online. Avaliando-se as opções disponíveis, optou-se pela assinatura do Canva Pro®, a qual disponibiliza mais recursos de edição e permite divulgação do conteúdo sem a necessidade de pagamento adicional pela licença de direitos autorais das mídias utilizadas. Com isto, foi possível explorar as mídias disponíveis, selecionando-se os melhores recursos gráficos de acordo com o texto do roteiro definido.

De modo a facilitar a compreensão do conteúdo elaborado para os vídeos, os roteiros foram gravados por voz e incluídos nos trechos correspondentes, com a música previamente selecionada ao fundo da gravação. Nas figuras 10 e 11, a seguir, é possível conferir o panorama geral do processo de edição dos vídeos e um exemplo de quadro de vídeo (*frame*) produzido.

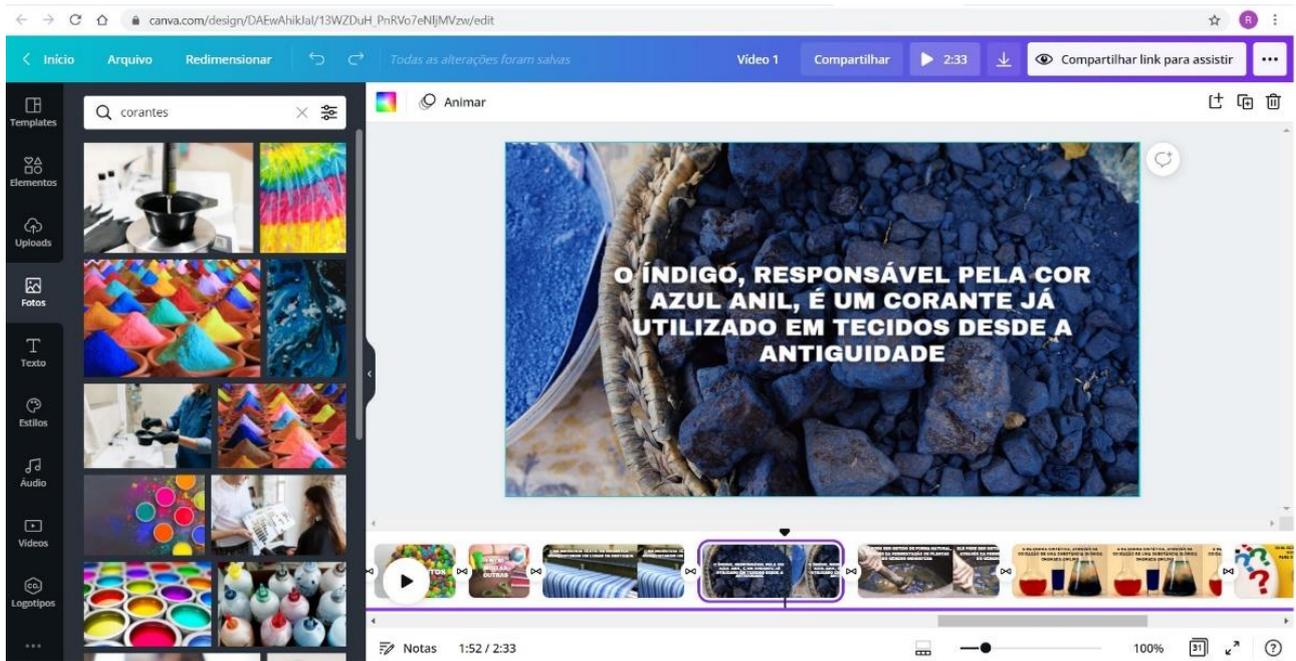


Figura 10: Panorama geral da edição dos vídeos na plataforma escolhida.

Fonte: Autor, 2021.



Figura 11: Exemplo de quadro de vídeo produzido na plataforma de produção de vídeos escolhida.

Fonte: Autor, 2021.

### **5.3 PUBLICAÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS VÍDEOS**

A ideia é que, a partir da visualização dos vídeos produzidos, seja possível aumentar a percepção do público em relação ao tema em questão e proporcionar um maior engajamento com as questões ambientais em relação à contaminação do meio ambiente com corantes e pensar em formas mais sustentáveis para o seu uso. No caso, a divulgação do trabalho em forma de vídeo auxiliará no processo de comunicação com o público leigo, explicando o tema abordado neste trabalho de forma mais didática.

Conforme foi exposto anteriormente neste trabalho, a divulgação se dará por meio da plataforma YouTube®, na qual os vídeos serão publicados na conta do autor após as correções finais, e posteriormente esses links poderão ser divulgados por meio de redes sociais como Instagram® e Facebook®, de modo a alcançar o público alvo mais facilmente. A divulgação também será realizada nas redes sociais do Laboratório de Ecotoxicologia e Genotoxicidade (LAEG) da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas. Os vídeos produzidos neste trabalho poderão ser localizados através do seguinte link:

<https://www.youtube.com/channel/UCIra67WQLWRnAvEoEJ63tJw>

### **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A abordagem do tema deste trabalho em forma de vídeos para o público leigo foi uma tentativa de aumentar a percepção das pessoas e levantar questionamentos em relação ao consumo atual de corantes e quais são os impactos ambientais envolvidos. A explicação em linguagem mais simples e com recursos audiovisuais facilita esse processo, pois espera-se que a atenção do público leigo seja despertada e com isto mais ações práticas sejam adotadas. Desse modo, através dos recursos tecnológicos é possível explorar as mais variadas formas de ensino, sendo o vídeo um instrumento particularmente eficaz, pois ele promove a ponte entre a comunicação sensorial e audiovisual com a intuição lógica e racional sobre o que está sendo apresentado.

A questão principal neste caso foi esclarecer que independente da metodologia escolhida para a produção de corante, o produto final será o mesmo e, portanto, os

efeitos produzidos no ecossistema serão os mesmos também. Portanto, as soluções apresentadas no Vídeo 4 relacionam-se com as alternativas ao tingimento tradicional, utilizando-se menos recursos naturais e buscando o menor impacto ambiental possível. No entanto, as questões envolvendo o corante em si permanecem em debate, pois a partir da revisão bibliográfica no presente trabalho percebe-se que há riscos de danos ambientais envolvidos quando um corante atinge o meio ambiente, independente da sua forma de produção ou o tipo de tingimento envolvido.

Em decorrência dos argumentos apresentados anteriormente, a explicação sobre os prós e contras envolvendo os corantes naturais e sintéticos é extremamente relevante, pois a percepção do público leigo sobre o assunto pode promover ações mais sustentáveis, principalmente em relação ao consumo de produtos em geral, pensando justamente na questão dos corantes e os impactos ambientais envolvidos. Além disso, o alerta serve para a disposição final adequada dos produtos com corantes, os quais também merecem a atenção, pois conforme foi esclarecido neste trabalho, mesmo os corantes insolúveis em água podem atingir os sedimentos dos rios e os solos, contaminando os diferentes compartimentos ambientais.

Portanto, em linhas gerais espera-se que a apresentação e compartilhamento dos vídeos desenvolvidos no presente trabalho possa ser um instrumento de aprendizado, do qual podem surgir debates em relação ao tema proposto, aumentando o interesse do público por produtos socialmente responsáveis, principalmente na área da moda, o que por sua vez pode pressionar a indústria têxtil a buscar soluções mais sustentáveis para atender aos consumidores cada vez mais exigentes e informados. Além disso, é preciso se atentar que nem sempre o que está rotulado como “natural” é de fato a opção mais sustentável, pois como foi visto neste trabalho, se o corante natural for utilizado em grande escala trará consequências ambientais tão graves como as da produção de corante sintético. Desse modo, os vídeos podem trazer a reflexão do consumo sustentável, fazendo com que o público busque produtos mais duradouros e menos descartáveis, como as marcas de moda *slow fashion* que são alternativas socioambientalmente mais responsáveis, pois o foco é a busca pelo menor impacto ambiental e a preservação dos recursos naturais para as próximas gerações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, N. - **O que a etiqueta não mostra! Os impactos socioambientais da moda tradicional.** Disponível em: <https://autossustentavel.com/2017/12/o-que-etiqueta-nao-mostra-impactos-industria-moda.html>. Acesso em 23 Mai. 2021.
2. AIP Conference Proceedings 1855, 020022 (2017); **Effect of initial treatment in the preparation of natural indigo dye from *Indigofera tinctoria*.** Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.4985467>. Acesso em 18 Set. 2021.
3. ARAÚJO, M. M. E. **Corantes naturais para têxteis – da Antiguidade aos tempos modernos.** Associação Profissional de Conservadores Restauradores de Portugal, n. 3-4, 2006.
4. ATHEY, S. N., ADAMS, J. K., ERDLE, L. M., JANTUNEN, L. M., HELM, P. A., FINKELSTEIN, S. A., DIAMOND, M. L. **The Widespread Environmental Footprint of Indigo Denim Microfibers from Blue Jeans.** Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.estlett.0c00498>. Acesso em: 03 Nov. 2021.
5. BIOCOLOUR- **Future's Palet-** Publications. Disponível em: <https://biocolour.fi/en/publications/>. Acesso em 14 Abr. 2021.
6. CINELLI, N.P.F. **A influência do vídeo no processo de aprendizagem.** Florianópolis: UFSC, 2003. 72 f. Dissertação de Mestrado
7. DANH, L. T. et al. **Response surface method applied to supercritical carbon dioxide extraction of *Vetiveria zizanoides* essential oil.** Chemical Engineering Journal, Lausanne, v. 155, p. 617-626, 2009.
8. DAXIA- **Ingredientes e Ativos – Corante Urucum: Um dos corantes naturais mais importantes para a indústria.** Disponível em: <https://www.daxia.com.br/corante-urucum-um-dos-corantes-naturais-mais-importantes/>. Acesso em 07 Ago. 2021.
9. LAURI, P. (2021) **Perspectives to a Living Design Medium – First encounters with a fermented índigo vat.** Ruukku, Research Catalogue. Disponível em: <https://www.researchcatalogue.net/view/937320/937321>. Acesso em 02 Mai. 2021.

10. MANDARINO, Mônica Cerbella Freire. **Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula**. Revista Morpheus – Estudos Interdisciplinares em Memória Social, v. 1, nº 1, 2002. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/morpheus/article/view/4014/3582>. Acesso em: 20 dez. 2021.
11. MORAN, J.M. **Vídeo na Sala de Aula**. In: Comunicação & Educação. São Paulo, ECA-Ed. Moderna, [2]: 27 a 35, jan./abr. de 1995.
12. MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 185p. 2006.
13. MOREIRA, S. C. **Efeitos ecotoxicológicos dos corantes índigo sintético e natural sobre a microalga raphidocelis subcapitata e sobre o peixe danio rerio**. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Sorocaba, 2019.
14. MÜNCHEN, S ; ADAIME, M B ; PERAZOLLI, L A ; AMANTÉA, B E ; ZAGHETE, M A . **Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA (IMPRESSO), v. 37, p. 172-179, 2015.
15. ONER, E- **Green Processes In The Textile Dyeing And Finishing**. Disponível em: <http://www.tojned.net/journals/tojsat/articles/v08i03/v08i03-10.pdf>. Acesso em 23 Mai. 2021.
16. PAGE, José Sergio Dias; PAIVA, Daniel Costa de. **Usando os vídeos do YouTube na pandemia: mudanças paradigmáticas no ensino de História**. Revista Educação Pública, v. 21, nº 36, 28 de setembro de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/36/usando-os-videos-do-youtube-na-pandemia-mudancas-paradigmaticas-no-ensino-de-historia>. Acesso em 20 dez. 2021.
17. PAZZINI, D N A; DE ARAÚJO, F V. **O uso do vídeo como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem**. 2013. Tese (Especialização em Educação)- Curso de Educação – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

18. PHAN, K; RAES, K; VAN SPEYBROECK, V; ROOSEN, M ; DE CLERCK, K; , DE MEESTER, S. Journal of Cleaner Production – **Non-food applications of natural dyes extracted from agro-food residues: A critical review**. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/7334017>. Acesso em: 07 Ago. 2021.
19. PURE DENIM- **Make the World a Better Place**. Disponível em: <http://www.italdenim.it/en/smart-indigo.php>. Acesso em 23 Mai. 2021.
20. RIVERBLUE- **Can fashion save the planet? Through awareness, we evolve**. Disponível em: <https://riverbluethemovie.eco/the-film/>. Acesso em 23 Mai. 2021.
21. SENAI- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - **Química Dos Corantes**. Disponível em: <https://textil.sp.senai.br/5725/quimica-dos-corantes>. Acesso em 15 Ago. 2021.
22. ZANONI, M V B; YAMANAKA, H. **Corantes: Caracterização Química, Toxicológica, Métodos de Detecção e Tratamento**. 1. Ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.