

---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH  
BIASI”**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM TÊXTIL E MODA**

**MARIA EDUARDA COSIN**

**PIGMENTOS FOTOCRÔMICOS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES**

**AMERICANA-SP**

**2023**

**MARIA EDUARDA COSIN**

**PIGMENTOS FOTOCRÔMICOS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Têxtil e Moda pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana.

Área de concentração: Pigmentos

Orientador: Professor Doutor João Batista Giordano

**AMERICANA-SP**

**2023**

COSIN, Maria Eduarda

Pigmentos Fotocrômicos: Propriedades e Aplicações. / Maria Eduarda Cosin – Americana, 2023.

60f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Têxtil e Moda) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Dr. João Batista Giordano

1. Estamparia 2. Tecnologia têxtil 3. Tingimento. I. COSIN, Maria Eduarda II. GIORDANO, João Batista III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 677.027.4

677

677.027.4

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de ficha catalográfica da Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA "MINISTRO RALPH  
BIASI" CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM TÊXTIL E MODA

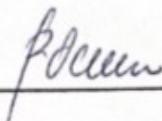
MARIA EDUARDA COSIN

PIGMENTOS FOTOCRÔMICOS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES

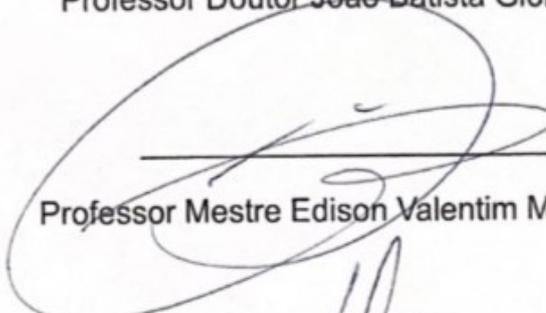
Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em  
cumprimento à exigência curricular do Curso  
Superior de Tecnologia em Têxtil e Moda pelo  
CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/  
Americana.

Aprovado em: 28 de Novembro de 2023.

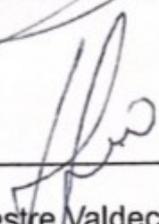
**Banca Examinadora**



Professor Doutor João Batista Giordano



Professor Mestre Edison Valentim Monteiro



Professor Mestre Valdecir Jose Tralli

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter me dado forças e amparo durante todo esse tempo.

Aos meus pais, Juliana Jacometo Cosin e Gustavo Cosin, por me apoiarem em cada etapa da minha vida.

Ao Professor João Batista Giordano pela orientação e ajuda ao decorrer dos meus estudos.

Às minhas colegas da turma, por serem minha fortaleza e nunca me deixarem desistir.

À toda minha família e amigos que colaboraram comigo e estiveram ao meu lado.

"Onde quer que haja mulheres e homens, há sempre o que fazer, há sempre o que ensinar, há sempre o que aprender". – P. Freire (Pedagogia da Autonomia, 1996)

## RESUMO

Esse trabalho discorre sobre o mundo dos pigmentos fotocromicos, explorando suas origens, características e aplicações em diversos setores. Iniciando com uma introdução que destaca a revolução na sociedade e sua influência na indústria da moda, o estudo se aprofunda nos pigmentos, abordando sua distinção em relação aos corantes, suas características e histórico. A seção sobre tingimento e estamperia examina como esses pigmentos podem ser incorporados em materiais têxteis para aprimorar esteticamente os produtos, gerando valor agregado. O foco nas aplicações práticas dos pigmentos fotocromicos inclui óculos, brinquedos, adesivos, acessórios e artigos de vestuário, destacando sua versatilidade. A parte experimental do trabalho detalha materiais, equipamentos, testes e receitas utilizados na análise do comportamento desses pigmentos. Concluindo, o estudo destaca a importância da inovação na indústria de pigmentos, especialmente no contexto dos pigmentos fotocromicos. A pesquisa visa não apenas compreender a ciência por trás desses pigmentos, mas também explorar suas aplicações tangíveis, incentivando futuros avanços tecnológicos.

**Palavras-chave:** Pigmentos; Fotocromismo

## **ABSTRACT**

This work dives into the world of photochromic pigments, exploring their origins, characteristics, and applications across various sectors. Starting with an introduction that highlights the societal revolution and its impact on the fashion industry, the focus of this study is into pigments, discussing their differentiation from dyes, as well as their characteristics and historical context. The section about dyeing and printing examines how these pigments can be incorporated into textile materials to enhance the aesthetic appeal of products, thereby adding value. The focus on practical applications of photochromic pigments includes eyewear, toys, stickers, accessories, and clothing items, underscoring their versatility. The experimental part of the work details the materials, equipment, tests, and recipes used to analyze the behavior of these pigments. In conclusion, the study emphasizes the importance of innovation in the pigment industry, particularly in the context of photochromic pigments. The research aims not only to comprehend the science behind these pigments but also to explore their tangible applications, encouraging future technological advancements.

**Keywords:** Pigments; Photocromism

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Espectro Fotômetro.....	13
Figura 2 – Análise do Comprimento de Onda de uma Molécula de Diarileteno na Cor Vermelha.....	19
Figura 3 – Círculo Cromático com Seus Comprimentos de Onda.....	20
Figura 4 – Cristais Fotocrômicos.....	20
Figura 5 – Molécula do Cristal Fotocrômico Rosa.....	21
Figura 6 – Molécula do Cristal Fotocrômico Roxo.....	21
Figura 7 – Óculos Fotocrômico.....	25
Figura 8 – Geleca Fotocrômica.....	26
Figura 9 – Pop It Fotocrômico.....	27
Figura 10 – Adesivo Solar.....	28
Figura 11 – Presilhas de Cabelo Fotocrômicas.....	29
Figura 12 – Desfile Anrealage Outono 2023.....	30
Figura 13 – Air Force 1 UV Full Reactive.....	31
Figura 14 – Roupas Infantil com Estampa Fotocrômica.....	32
Figura 15 – Pigmento Fotocrômico.....	33
Figura 16 – Becker de 500mL.....	33
Figura 17 – Chapa de Aquecimento.....	34
Figura 18 – Termômetro de Laboratório.....	34
Figura 19 – Bastão de Vidro.....	34
Figura 20 – Proveta de 250mL.....	35
Figura 21 – Bacia de Plástico.....	35
Figura 22 – Foulard de Laboratório.....	36
Figura 23 – Quadro Bolinhas.....	36
Figura 24 – Quadro Borboleta Maison.....	37

Figura 25 – Soluções de Pigmentos Fotocrômicos na Sombra.....	38
Figura 26 – Soluções de Pigmentos Fotocrômicos no Sol.....	38
Figura 27 – Tecidos de Algodão Tingidos com Pigmentos Fotocrômicos na Sombra.....	39
Figura 28 – Tecidos de Algodão Tingidos com Pigmentos Fotocrômicos no Sol.....	39
Figura 29 – Estampa Fotocrômica Bolinhas na Sombra.....	40
Figura 30 – Estampa Fotocrômica Borboleta na Sombra.....	40
Figura 31 – Estampa Fotocrômica Bolinhas no Sol.....	40
Figura 32 – Estampa Fotocrômica Borboleta no Sol.....	41
Figura 33 – Ecobags com Estampa Fotocrômica na Sombra.....	41
Figura 34 – Ecobags com Estampa Fotocrômica no Sol.....	42
Figura 35 – Adesivo Fotocrômico na Sombra.....	43
Figura 36 – Adesivo Fotocrômico no Sol.....	43
Figura 37 – Adesivo Fotocrômico no Sol com a Aplicação do Protetor Solar.....	43
Figura 38 – Presilha Fotocrômica na Sombra.....	44
Figura 39 – Presilha Fotocrômica no Sol.....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NM Nanômetros

G Gramas

mL Mililitros

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Pigmentos X Corantes	13
1.2	Características dos Pigmentos	14
1.3	Histórico dos Pigmentos	16
1.4	Fotocromismo	18
<b>2</b>	<b>TINGIMENTO E ESTAMPARIA</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>APLICAÇÕES DE PIGMENTOS FOTOCRÔMICOS</b>	<b>25</b>
3.1	Óculos Fotocrômicos	25
3.2	Brinquedos Infantis	26
3.3	Adesivos	27
3.4	Acessórios	28
3.5	Artigos de Vestuário	29
<b>4</b>	<b>EXPERIMENTAL</b>	<b>33</b>
4.1	Materiais e Equipamentos	33
4.2	Testes e Receitas	37
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, testemunhamos uma transformação significativa na sociedade impulsionada pelo acesso facilitado à informação. Essa revolução digital não apenas redefiniu a forma como nos comunicamos e interagimos, mas também deixou sua marca na indústria da moda. A disponibilidade instantânea de informações e tendências tem desencadeado uma modernização profunda nesse setor criativo, trazendo à tona experimentos e descobertas inovadoras.

A busca constante por inovação tem desempenhado um papel fundamental em diversos setores industriais, e isso também é evidente na indústria de pigmentos. Um dos eventos mais notáveis nesse campo é a criação e introdução dos pigmentos fotocromáticos na sociedade atual. Esse fenômeno intrigante de adaptação cromática não apenas desperta interesse estético, mas também possui aplicações práticas em várias áreas, desde a moda, até na tecnologia. A análise dos pigmentos fotocromáticos apresenta uma oportunidade valiosa para compreender como a interseção entre ciência e criatividade pode resultar em avanços tangíveis com um potencial impacto em diversas aplicações industriais.

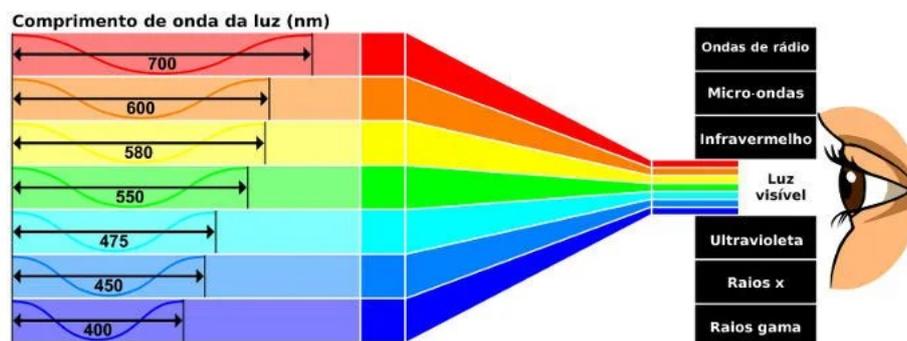
Neste presente estudo, analisaremos as propriedades de um tipo específico de pigmento fotocromático, fornecido pela empresa chinesa *Hali Pigments*, e o comportamento do mesmo quando aplicado em técnicas de tingimento e estamparia. O objetivo principal dessa pesquisa é aplicar pigmentos fotocromáticos em materiais têxteis para melhorar esteticamente o produto, aumentando assim, o valor agregado dele. Serão realizados inúmeros testes práticos com a finalidade de conferir o seu funcionamento na área têxtil, estudar as aplicações que podem ser feitas, além de analisar a viabilidade e durabilidade do material. Os testes auxiliarão na análise de seu comportamento e os prós e contras dessa espécie inovadora.

Espera-se que essas informações estimulem novas pesquisas e avanços nesse campo, impulsionando o desenvolvimento de materiais inovadores com aplicações práticas em diversas áreas tecnológicas.

## 1.1 Pigmentos X Corantes

O olho humano é apenas capaz de ver uma parte pequena do espectro fotômetro (Figura 1), portanto as ondas eletromagnéticas que são captadas, são decodificadas no cérebro, o que nos faz interpretá-las como cor.

Figura 1 – Espectro Fotômetro



Fonte: Brasil Escola

Bergamasco (2023) define que “Colorantes são substâncias capazes de absorver luz visível, na faixa de 400 a 700 nm [nanômetro] no espectro eletromagnético”. Estes colorantes podem ser corantes ou pigmentos.

Por mais que corantes e pigmentos sejam utilizados para a mesma finalidade, eles possuem características diferentes. O corante é solúvel ou dispersível no meio de aplicação, normalmente água, sendo absorvido pela fibra por meio de alterações físico-químicas. O corante colore através de ligações iônicas covalentes, que ocorrem quando em uma mesma molécula tem dois átomos que partilham um mesmo elétron, fazendo com que o corante seja parte da molécula da fibra, o que a torna reversível apenas pela aplicação de algum outro produto químico capaz de desfazer essa ligação. Já o pigmento é insolúvel em água e, por isso, é aplicado por cima da fibra e fixado mediante resinas sintéticas.

Além disso, de acordo com Pinto (2022), “Pigmentos são substâncias químicas insolúveis que captam, refletem, e mudam a cor de uma fonte luminosa que incide sobre um substrato ou produto”. Quando se usa um pigmento, além de acrescentar cor ao material, ele promove também a cobertura e opacidade ao mesmo tempo. O corante, por sua vez, mantém a transparência do material tingido.

O corante possui um poder tintorial infinitamente maior do que o do pigmento, isto é, apresenta um bom resultado no tingimento, usando uma menor quantidade de

corante para proporcionar uma cor que o pigmento precisaria de uma maior quantidade de colorante. Porém, por outro lado, quanto a questões de estabilidade química e resistência se colocado em longa exposição à luz, os pigmentos apresentam resultados muito melhores.

Neste presente estudo, serão abordadas as características mais específicas de pigmentos, portanto, será necessário um entendimento de suas características gerais. Estes podem ser de origem orgânica ou inorgânica, artificiais ou naturais, além de apresentar variações entre si no que diz respeito a questões de durabilidade, afinidade, opacidade e moagem.

Os pigmentos são aplicados, no geral, na indústria de cosméticos, têxteis, plásticos e tintura. São utilizados também para diferentes efeitos, como ornamentais, que é o caso de pigmentos metalizados, perolados e fotocromicos, ou de proteção, que é o caso dos pigmentos de alumínio, que protegem outros metais da ferrugem e oxidação.

## **1.2 Características dos pigmentos**

De acordo com Cruz (2001), “ao longo da história, os pigmentos têm sido muitíssimo mais utilizados em pintura do que os corantes”. Essa supremacia pode, talvez, ser atribuída à sua maior disponibilidade, uma vez que muitos pigmentos são encontrados na natureza em uma forma que permite utilização direta, com pouca necessidade de modificação. Além disso, sua notável resistência contrasta com a tendência dos corantes em alterar suas cores com o tempo. A praticidade também é um fator relevante, já que esses pigmentos não se dissolvem no aglutinante, e contribuem para a opacidade das camadas de pintura que produzem.

Pigmentos, no geral, nunca se apresentam de maneira isolada e sim em associações, essas podendo ser aglomerados ou agregados. Isso acontece porque as partículas de pigmento possuem uma alta energia superficial e a única forma de baixá-la e torná-las mais estável é unindo diversas partículas.

O tamanho e a forma das partículas de pigmento são fatores críticos na qualidade de uma tinta ou corante. A forma ideal das partículas, que pode variar de esferoides a agulhas, influencia a aparência da cor, o poder de cobertura e a textura da superfície. Partículas muito pequenas podem resultar em transparência excessiva, enquanto partículas muito grandes podem causar opacidade. Como o rendimento e a

fixação da cor são aspectos extremamente importantes para o tingimento e para a estamparia, os cristais de pigmentos também devem ser corretamente fragmentados. Segundo Giordano (2007), “a maioria dos pigmentos adequados à estamparia têxtil deve ter tamanho de partícula em torno de 0,1 a 1,0 microm, já que esta é faixa onde os fatores como brilho, solidez à luz, afinidade, solubilidade e rendimento de cor podem ser obtidos em seus máximos valores”.

Todas as informações relacionadas ao pigmento utilizado nesse presente estudo se encontram em anexo no final do documento.

Os pigmentos têm características distintas que os diferenciam dos corantes. Em primeiro lugar, eles geralmente são insolúveis em meios aquosos, o que é crucial em várias aplicações. Essa insolubilidade permite que sejam dispersos no meio sem se dissolver completamente. Além disso, muitos pigmentos são notavelmente estáveis, mantendo sua cor inalterada ao longo do tempo. Essa durabilidade os torna adequados para aplicações que exigem longevidade, como em pigmentos usados em obras de arte e em tintas para edifícios exteriores.

Por outro lado, a dispersão uniforme dos pigmentos em um meio é essencial para obter a cor desejada, o que pode ser desafiador devido à insolubilidade dos pigmentos. Por fim, é importante considerar a estabilidade à luz e ao tempo. Alguns pigmentos são sensíveis a esses fatores, o que pode afetar a durabilidade de suas cores. Portanto, escolher pigmentos apropriados é fundamental para garantir a resistência à luz e a permanência das cores ao longo do tempo.

Uma das manifestações mais impressionantes de pigmentos na natureza é a clorofila, o pigmento verde presente nas folhas das plantas. A clorofila desempenha um papel crucial na fotossíntese, o processo pelo qual as plantas convertem a luz solar em energia química. Esse pigmento reflete a luz verde, criando a aparência característica das plantas.

Outro exemplo muito interessante é a variação na coloração da pele e dos pelos em seres humanos, que é o resultado da interação de diversos pigmentos, incluindo carotenoides, hemoglobina e, principalmente, a melanina. A melanina, uma proteína produzida a partir do aminoácido tirosina por melanócitos, é responsável por proporcionar a coloração da pele, pelos, cabelos e olhos. Normalmente, a melanina é marrom e desempenha um papel fundamental na proteção do DNA contra os danos causados pela radiação solar.

Porém, o pigmento que é aplicado na indústria têxtil é, majoritariamente, um produto químico. A produção de pigmentos tradicionais muitas vezes envolve o uso de substâncias químicas tóxicas e resíduos que podem causar danos significativos ao meio ambiente. Por exemplo, o descarte inadequado de resíduos de pigmentos pode contaminar solos e recursos hídricos, afetando ecossistemas locais e a saúde humana. Portanto, uma preocupação central é a gestão responsável dos resíduos gerados durante o processo de fabricação e uso de pigmentos.

Para tornar a indústria de pigmentos mais sustentável, cientistas e engenheiros estão explorando diversas abordagens, incluindo o desenvolvimento de pigmentos a partir de fontes renováveis, como micro-organismos, aprimoramento de técnicas de produção para reduzir subprodutos tóxicos e consumo de energia, a reciclagem de pigmentos a partir de produtos descartados, a avaliação abrangente do ciclo de vida dos pigmentos para identificar áreas de melhoria e a implementação de regulamentações mais rígidas que controlam o uso de substâncias prejudiciais e estabelecem padrões para a gestão de resíduos. Esses esforços combinados visam tornar a indústria de pigmentos “mais amiga” do meio ambiente, promovendo a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental.

### **1.3 Histórico dos pigmentos**

A datação das primeiras pinturas rupestres encontradas em cavernas conclui que os pigmentos começaram a ser utilizados há mais de 15 mil anos atrás. Nessa época, os pigmentos encontrados vinham de jazidas de óxido de ferro e, por isso, eram basicamente o vermelho (vindo da hematita) e o amarelo (da limonita). Além disso, foi feita a descoberta do branco, vindo do giz (carbonato de cálcio) e do preto, proveniente da queima de ossos e gordura dos animais caçados. Naquela época, alguns pigmentos amplamente reconhecidos incluíam o azul índigo ou anil, que era obtido da planta *Indigofera tinctoria* e ainda é empregado hoje na coloração de calças jeans.

Existem também evidências de que o povo egípcio, há cerca de 3000 a.C., ornamentava os túmulos com a aplicação de pigmentos no gesso das paredes, sendo estes das cores azuis, verdes, castanhos, amarelos, pretos e vermelhos. Eles foram os primeiros a descobrir as tonalidades das cores, misturando os pigmentos coloridos com os pretos ou brancos, criando cores mais claras ou escuras.

Foi na Índia, porém, que se descobriu o potencial do açafrão como um pigmento de origem natural. No açafrão da terra, a cor é proveniente das raízes, já no açafrão verdadeiro, se é extraído das flores. Não existem registros que comprovem exatamente quando isso ocorreu, mas na época de seu descobrimento, a maneira utilizada para retirar o corante da raiz já era complexa, porém a extração do açafrão verdadeiro era feita a partir do estigma das flores, e eram necessárias mais de 250 mil flores para a extração de meio quilo do pigmento, ou seja, extremamente difícil. Toda essa dificuldade e exclusividade foi o que fez com que essa cor se tornasse um grande símbolo de nobreza e alto padrão na sociedade da época.

Uma curiosidade muito interessante é o surgimento do pigmento amarelo indiano que, segundo Guimarães (2020), “[...]seria então feito a partir da urina de vacas que apenas se alimentavam com folhas de manga, sem beber água.” Era adicionado terra à urina, e depois a mistura era cozida e seca. No entanto, era um processo altamente danoso aos animais dos quais a urina era coletada, por isso, foi um processo extinto e proibido no começo do século XX.

Ao longo da história, os pigmentos desempenharam papéis cruciais em diversas civilizações, influenciando tanto a arte quanto a decoração de edifícios. Na Grécia e em Roma, esses elementos coloridos desempenharam um papel importante, com pigmentos como o vermelho de cinábrio e o amarelo de óxido de chumbo sendo comuns na pintura de cerâmica e murais. Além disso, essas civilizações desenvolveram técnicas de mosaico que faziam uso de uma variada gama de pigmentos, resultando em obras de arte verdadeiramente impressionantes.

À medida que a história avançava, novas influências surgiam. Durante a Idade Média, a Igreja Católica desempenhou um papel determinante na escolha e uso de cores simbólicas em afrescos e iluminuras. Nessa época, pigmentos preciosos, como o azul ultramarino, eram importados do Oriente Médio e utilizados com parcimônia devido ao seu alto custo.

Da mesma forma que a ciência e a tecnologia avançavam, ocorreram inovações cruciais no campo dos pigmentos. Uma das mais notáveis foi a criação do pigmento sintético azul ultramarino na Europa, durante o século XIII. Anteriormente, o azul ultramarino era obtido de uma pedra preciosa chamada lápis-lazúli, importada do Afeganistão, tornando-o incrivelmente caro e de difícil acesso. No entanto, a invenção de uma versão sintética revolucionou a disponibilidade dessa cor rica e profunda, tornando-a mais acessível a artistas de todas as origens.

Todos esses processos manuais e naturais, foram substituídos ao longo do tempo pelas moléculas sintéticas, que eram, de certa forma, mais baratas e na maioria das vezes, de mais fácil extração. Isso ocorreu ao longo do século XX e, desde então, os pigmentos sintéticos são produzidos em massa, que foi o que permitiu que diversas tecnologias fossem aplicadas a esses compostos, assim como a propriedade fotocromica, que está sendo representada nesse presente estudo.

#### **1.4 Fotocromismo**

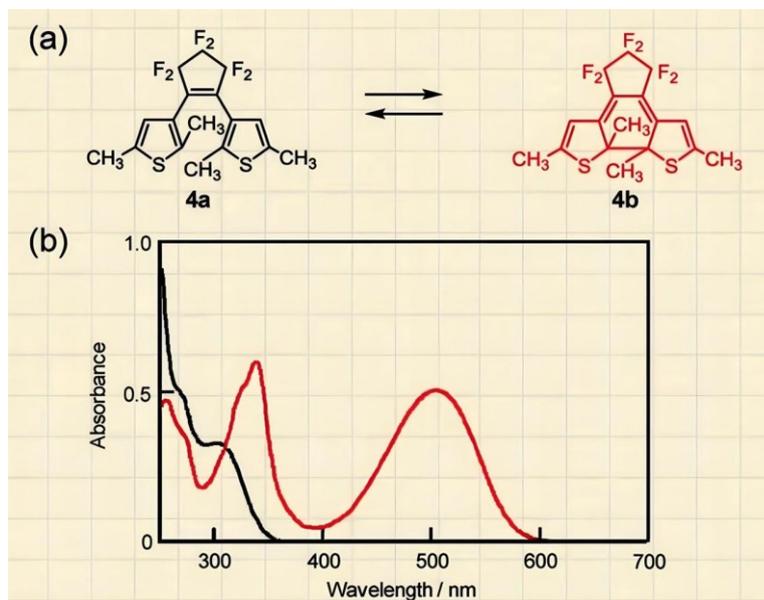
Dürr e Elsevier (2003, p.IX) caracterizam fotocromismo como “a transformação química em que ocorre uma mudança de cor reversível induzida pela luz”, essa em sua maioria, radiação UV. Portanto, um pigmento fotocromico é uma substância química capaz de alterar a cor de um produto, deixando-a com características de mudança de cor normalmente em contato com a radiação UV. É um material que foi descoberto no século XIX, porém a sua aplicação prática se intensificou apenas no final do século XX, despertando grande interesse científico sobre seu funcionamento e usos.

Os materiais fotocromicos são normalmente classificados como irreversíveis ou reversíveis, estes podendo retornar à forma anterior espontaneamente ou termicamente. Em maioria, esse tipo de material é aplicado a matrizes orgânicas, ou seja, polímeros. Essa tecnologia proporciona uma notável flexibilidade, visto que é possível criar uma ampla gama de materiais combinando polímeros e compostos orgânicos fotocromicos de maneiras praticamente ilimitadas. No entanto, em sua maioria, essas combinações resultam em materiais que possuem limitações térmicas, menor resistência a impactos e uma maior propensão a sofrer degradação causada pela exposição aos raios ultravioleta.

Esse tipo de inovação só é possível por conta de uma molécula específica, denominada diarileno, que muda de estrutura sob ação da luz. Sabemos que a cor de um material depende do resultado direto de como uma molécula absorve a luz visível, portanto, se ela não tem o potencial de absorver essa luz, consequentemente não terá cor. No caso de um material fotocromico, ele possui essa molécula de diarileno que, quando não está exposta a luz UV, ela possui anel aromático aberto (o que dá a ela a característica de não reflexão da luz visível), que se fecha quando entra em contato com a radiação UV. Nesse segundo momento, a molécula passa por

uma transformação química que altera as ligações para um ciclo fechado com estrutura conjugada, ou seja, que possui ligações duplas alternadas. Essa nova estrutura permite que os elétrons se desloquem dentro da molécula, deixando a molécula mais estável, permitindo que ela absorva os comprimentos de onda da luz visível, mudando assim de cor. Esse processo e o estudo sobre os comprimentos de onda podem ser verificados na figura a seguir:

Figura 2 – Análise do Comprimento de Onda de uma Molécula de Diariletano na Cor Vermelha



Fonte: Google

Na imagem retratada, a molécula A, que possui o ciclo aberto, somente absorve na região da luz UV, que não chega a 400 nanômetros. Enquanto isso, a molécula B, que sofre as alterações químicas passando por uma conjugação, reflete na região da luz visível, por volta dos 500 nanômetros, o que nos faz enxergar, nesse caso, o vermelho. Segundo o estudo de cores, a luz que um material absorve é o oposto do que o ser humano enxerga. Por exemplo, se a molécula absorve os nanômetros da cor verde, a cor que enxergamos é o vermelho. Isso pode ser observado no círculo abaixo.

Figura 3 – Círculo Cromático com Seus Comprimentos de Onda



Fonte: Google

O que decide a cor final que o composto terá, são os grupos orgânicos das moléculas, pois isso tem interferência na nuvem eletrônica e, conseqüentemente, na maneira em que os elétrons se comportam. Se uma parte da molécula for mais eletronegativa e puxar mais elétrons, ou um outro grupo que doe mais elétrons, a cor final irá mudar. Isso pode ser observado nos seguintes cristais, que possuem moléculas fotocromáticas de cores diferentes.

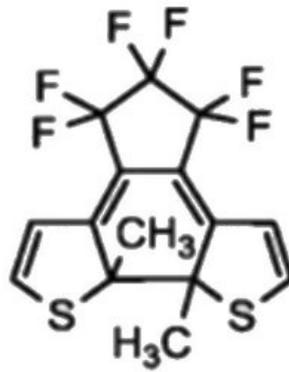
Figura 4 – Cristais Fotocromáticos



Fonte: Google

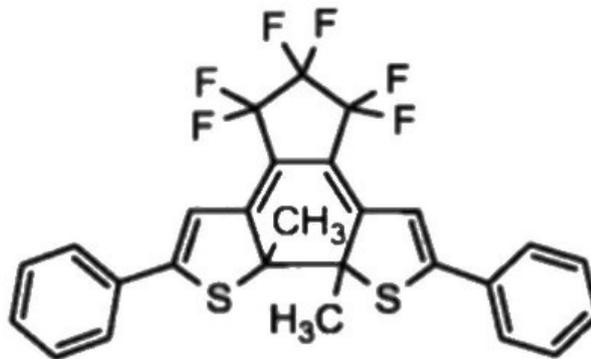
Cada um desses materiais possui uma diferente molécula de cor, que serão exemplificadas nas imagens a seguir:

Figura 5 – Molécula do Cristal Fotocrômico Rosa



Fonte: Google

Figura 6 – Molécula do Cristal Fotocrômico Roxo



Fonte: Google

## 2 TINGIMENTO E ESTAMPARIA

O tingimento é uma prática antiga existente há milhares de anos e que desempenhou um papel vital na evolução da sociedade, tanto do ponto de vista cultural quanto industrial. Um tingimento, no geral, se qualifica pela aplicação de cor a um material, como papel, cabelo, tecido ou outros substratos têxteis, a fim de alterar a sua cor original. Além disso, é um processo que pode ser realizado com a utilização de corantes naturais extraídos de plantas, frutos, insetos ou outros elementos da natureza, corantes sintéticos, que são os produzidos artificialmente em laboratório, pigmentos naturais, pigmentos sintéticos, pigmentos inorgânicos e orgânicos. É um processo amplamente aplicado na indústria têxtil para colorir tecidos e roupas, e pode ser feito de diversas maneiras diferentes. Entre elas, podemos listar algumas:

- 1- O tingimento por imersão, que é um processo de coloração têxtil no qual o tecido é submerso em um banho de algum colorante, este sendo um corante ou pigmento. Esse banho contém o colorante em estado líquido, e o tecido absorve a cor à medida que fica em contato com ele. A penetração do colorante no tecido é facilitada pelo processo de difusão, onde as moléculas do pigmento ou corante se movem das áreas de maior concentração (banho) para as de menor concentração (interior das fibras do tecido), até atingir um equilíbrio de cor. O tempo de imersão, a concentração do corante no banho, a temperatura e outros fatores são controlados para obter a cor desejada no tecido. Após a imersão, o tecido é enxaguado e fixado para garantir a aderência do corante. Esse método é eficaz para tingir tecidos em grandes quantidades e obter cores uniformes.
- 2- O tingimento por pulverização, que é um processo de coloração têxtil no qual o colorante é pulverizado diretamente sobre a superfície do tecido. Isso é feito através do uso de equipamentos que transformam o líquido que irá tingir em pequenas partículas, que são então dispersas e aplicadas de maneira uniforme sobre o tecido. Durante a aplicação, as partículas do colorante aderem à superfície do tecido e são absorvidas pelas fibras. A pulverização permite uma distribuição mais homogênea, resultando em uma coloração uniforme e vibrante. Esse método é eficaz para tingir tecidos de diferentes tipos e tamanhos, proporcionando flexibilidade na criação de padrões e gradientes de

cores. Após a aplicação do material, o tecido pode ser fixado para garantir a permanência da cor.

- 3- O tingimento por sublimação, que é um processo de coloração têxtil no qual o colorante é transformado do estado sólido diretamente para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido intermediário. Esse processo ocorre através da aplicação de calor e pressão. Primeiramente, o pigmento ou o corante são impressos em um papel especial chamado papel de sublimação. Em seguida, o papel com a cor escolhida é colocado em contato com o tecido que será tingido. O calor e a pressão são aplicados, fazendo com que o colorante no papel passe do estado sólido para o gasoso sem se tornar líquido. O gás penetra nas fibras do tecido, resultando na coloração do material.

Essa última forma de tingimento pode também ser aplicada quando falamos de estamparia que, segundo Giordano (2022), se caracteriza como um “tratamento de superfície em forma de desenho sobre qualquer substrato têxtil”. A estamparia é uma arte antiga que envolve a aplicação de padrões, desenhos ou imagens em tecidos ou outros materiais. Ela tem uma história rica que remonta milhares de anos, desempenhando um papel crucial na evolução da sociedade, tanto cultural quanto industrialmente. Existem tipos diversos de estamparia e, dentre elas, podemos citar a estamparia corrida e a estamparia localizada, ambas podendo ser feitas também por sublimação. São extensas as maneiras de criação da estamparia:

- 1- Manual: feita a partir de quadros previamente feitos, de maneira manual, podendo ter diversos tamanhos de rapport.
- 2- Plana: feita também com quadros, porém com auxílio de um maquinário (esteira) que movimenta o tecido enquanto o quadro fica parado e o profissional realiza a estamparia.
- 3- Rotativa: ocorre em um maquinário com um número de cilindros previamente idealizados, em que a tinta passa pelo formato da estampa no cilindro e “pinta” o tecido que está rodando por baixo dele.
- 4- Digital: é a opção com maior infinidade de cores e desenhos por ser feita de maneira totalmente computadorizada e impressa no tecido por meio de maquinários específicos.

A estamparia, como forma de expressão criativa, vai além do simples colorir de tecidos. Ela se torna uma linguagem que transmite mensagens, histórias e

identidades culturais por meio de padrões e cores, enriquecendo a experiência visual. Além disso, desempenha um papel crucial na indústria têxtil, impulsionando o comércio global de roupas, tecidos e produtos estampados. Ao ser uma parte essencial do design de roupas e acessórios, ela molda tendências e influencia diretamente na forma como as pessoas se vestem, refletindo a dinâmica da sociedade contemporânea. A integração de tecnologia, como a impressão digital, na estamparia moderna tem sido um catalisador para designs cada vez mais complexos, detalhados e personalizados, impulsionando a indústria e fomentando a criatividade. Por fim, a estamparia também desempenha um papel importante na preservação de técnicas e tradições artesanais, valorizando culturas e comunidades ao longo do tempo.

Nesse presente estudo, faremos o uso das técnicas de tingimento por imersão e todas as suas variedades de processos, analisando qual processo será mais eficaz, tendo melhor distribuição e absorção do pigmento utilizado. No âmbito da estamparia, utilizaremos as técnicas da estamparia manual com quadros e analisaremos as suas aplicações e fixações.

### 3 APLICAÇÕES DE PIGMENTOS FOTOCRÔMICOS

#### 3.1 Óculos Fotocrômicos

Os óculos fotocrômicos para ciclismo são geralmente escolhidos pelos praticantes desse esporte devido à sua capacidade de ajuste automático conforme as condições de luz variam, oferecendo visão nítida e proteção para os olhos. Esse tipo de óculos se torna particularmente benéfico, pois os ciclistas frequentemente atravessam áreas de sombra, expõem-se ao sol ou passam por túneis, necessitando de lentes que se adaptem de forma rápida e contínua a essas mudanças de iluminação. As lentes dos óculos fotocrômicos escurecem em resposta à intensidade solar e clareiam em ambientes com menor luminosidade, como em sombras ou áreas internas, garantindo assim que a visão permaneça clara e confortável durante todo o percurso de ciclismo, sem a necessidade de troca de óculos. Além dessa funcionalidade, as lentes fotocrômicas oferecem uma camada de proteção contra os nocivos raios UV, que são essenciais para resguardar os olhos dos ciclistas da exposição prolongada ao sol. Essa adaptação automática das lentes não apenas assegura uma visão adequada, mas também reduz o estresse ocular, a fadiga visual e o desconforto, proporcionando aos ciclistas maior conforto para focarem na estrada.

Figura 7 – Óculos Fotocrômico



Fonte: High One Bike

### 3.2 Brinquedos Infantis

Os brinquedos fotocromáticos oferecem uma experiência visual dinâmica e única ao interagir com a luz solar. Carrinhos de brinquedo podem transitar de tonalidades mais claras para mais escuras ou vice-versa, dependendo da intensidade da luz UV. Brinquedos Pop It que no escuro são brancos e na exposição ao sol ficam coloridos, uma geleca que no interior da casa é transparente e com a radiação UV também muda de cor. Existem ainda brinquedos como as bolas de praia, que quando expostas à luz solar, modificam sua coloração, proporcionando uma vivência lúdica e visualmente cativante durante as brincadeiras à beira-mar. Além disso, bonecas e figuras de ação possuem roupas ou detalhes que se alteram a sua cor quando expostos ao sol, surpreendendo as crianças com a mudança inesperada. Por fim, as pequeninas bolas de borracha que mudam de coloração ao saltitar sob a luz solar, proporcionando diversão enquanto as crianças observam a metamorfose de cores durante suas brincadeiras. Esses brinquedos, ao estimular a curiosidade e imaginação infantil, oferecem uma experiência visual envolvente e dinâmica. A seguir, será exemplificado como o princípio do fotocromismo pode ser aplicado em brinquedos infantis.

Figura 8 – Geleca Fotocrômica



Fonte: Mercado Livre

Figura 9 – Pop It Fotocrômico



Fonte: Americanas

### 3.3 Adesivos

Os adesivos fotocrômicos funcionam de maneira análoga aos pigmentos fotocrômicos encontrados em diversos produtos, já que contêm substâncias sensíveis à luz, especialmente à luz UV, desencadeando uma mudança de cor reversível quando expostos a essa radiação. Uma marca amplamente reconhecida, a Sunplay, é responsável pela produção de adesivos fotocrômicos que variam suas tonalidades conforme a exposição à luz solar. Esses adesivos são frequentemente incorporados em produtos de proteção solar, como pulseiras ou adesivos, fornecendo indicações precisas sobre o momento de reaplicar o protetor solar. Ao aplicá-los sobre a pele ou associá-los a produtos de proteção solar, os adesivos fotocrômicos oferecem uma valiosa ferramenta educativa, possibilitando que as pessoas compreendam de forma visual a exposição aos raios UV. Esse processo promove uma conscientização mais abrangente sobre os danos que o sol pode causar, destacando a importância das medidas de proteção. Dessa forma, os adesivos fotocrômicos representam uma eficaz união entre ciência e praticidade, desempenhando um papel crucial na educação sobre proteção solar, enquanto introduzem diversão e inovação em diversos domínios, desde a moda até a sensibilização sobre a saúde.

Ademais, os adesivos fotocrômicos oferecem um recurso inovador e educacional para auxiliar crianças e adultos a compreender a importância crucial do

protetor solar e o momento adequado de aplicá-lo. Ao aderir esses adesivos à pele, especialmente nas áreas mais expostas ao sol, as pessoas podem visualizar em tempo real a resposta aos raios UV. Conforme a luz solar incide sobre os adesivos, provocando uma alteração de cor, a mensagem se torna clara: é o momento de aplicar ou reaplicar o protetor solar. Essa transformação vívida e imediata proporcionada pelos adesivos oferece uma lição valiosa, sensibilizando para a necessidade de proteção contra os efeitos prejudiciais dos raios UV. Ao tornar essa conscientização tangível e interativa, os adesivos fotocromáticos incentivam um comportamento responsável em relação à exposição solar, promovendo hábitos saudáveis e a prevenção de danos à pele, especialmente desde a infância.

Figura 10 – Adesivo Solar



Fonte: Amazon

### 3.4 Acessórios

Os pigmentos fotocromáticos podem, igualmente, ser incorporados em acessórios de cabelo, tais como piranhas, presilhas, elásticos e outros ornamentos. Quando esses acessórios são expostos à luz solar, os pigmentos reagem, possibilitando a transição de cor para outra, gerando um efeito visual dinâmico e cativante. Tais acessórios possuem considerável popularidade, especialmente entre o público infantil e juvenil, por acrescentarem um toque lúdico e divertido ao penteado. Por exemplo, uma piranha de cabelo que altera sua coloração durante as brincadeiras ao ar livre oferece uma experiência envolvente e interativa. Esses acessórios

fotocrômicos também são apreciados por adultos e podem servir como meio de expressão de estilo e criatividade, conferindo um elemento surpreendente ao visual quando expostos à luz solar. Em síntese, os acessórios de cabelo com pigmentos fotocrômicos representam uma fascinante fusão entre moda e tecnologia, proporcionando diversão e funcionalidade ao cotidiano.

Figura 11 – Presilhas de Cabelo Fotocrômicas



Fonte: Mercado Livre

### 3.5 Artigos de Vestuário

Um exemplo notável é a sua incorporação no desfile da marca francesa Anrealage para o outono de 2023. Na coleção, os pigmentos fotocrômicos foram habilmente utilizados para criar um efeito surpreendente e dinâmico nas peças de vestuário. O desfile apresentou roupas que, ao serem expostas à luz solar, revelavam uma variedade de cores vibrantes, proporcionando um espetáculo visual em constante mudança à medida que os modelos percorriam a passarela. Pares de modelos entraram no palco usando trajes adjacentes, mas não idênticos, muitas vezes cortados simetricamente para parecerem iguais tanto de frente quanto de trás. Dois tubos de emissão de raios UV foram passados sob os modelos e à medida que a luz passava na frente das roupas, suas cores se transformavam de (principalmente) branco para tons e padrões vívidos, incluindo um monograma da Anrealage e bolinhas. Foi um momento muito marcante e histórico na moda, trazendo inovação e tecnologia para as passarelas, tornando-se viral na internet e, conseqüentemente,

gerando o desejo dos espectadores de obter um igual. Esse desfile foi a principal inspiração para essa pesquisa, pelo fato da inovação e do encantamento que ele gerou. Portanto, a ideia é obter essa mesma tecnologia e testar como ela se comporta em diversas situações e aplicações.

Figura 12 – Desfile Anrealage Outono 2023



Fonte: Google

Outra aplicação muito interessante e que obteve muita repercussão foi em um tênis da marca Nike, denominado *Air Force 1 UV Full Reactive* e lançado em 2021, que é branco fora do sol e se transforma em um tênis colorido assim que entra em contato com a radiação UV. Fez muito sucesso nas redes sociais e se tornou um objeto de desejo da marca pela sua irreverência e inovação.

Figura 13 – Air Force 1 UV Full Reactive



Fonte: Google

Os pigmentos fotocromáticos oferecem também uma envolvente maneira de transformar as roupas infantis em uma experiência interativa e lúdica para as crianças. Ao incorporar estampas que contêm esses pigmentos, seja em forma de personagens, desenhos ou padrões, torna-se possível criar uma divertida metamorfose de cores quando expostas à luz solar. Pode-se imaginar, por exemplo, uma camiseta com uma estampa que se modifica, transitando de uma cor para outra, enquanto as crianças brincam ao ar livre, proporcionando um elemento surpreendente e inovador. Além disso, a aplicação estratégica desses pigmentos em tênis ou sapatos também possibilita a alteração de cor conforme as crianças brincam sob a luz do sol, gerando um calçado mágico que desperta a curiosidade e o encanto dos pequenos. Não se restringindo apenas a vestimentas, pode-se explorar também acessórios, como pulseiras ou ornamentos, que revelam mensagens secretas ou padrões quando iluminados pelo sol, fomentando a brincadeira ao ar livre. Uma abordagem temática igualmente pode ser adotada, em que as roupas infantis se adaptam a diferentes ambientes, modificando suas cores para representar o céu durante o dia e as estrelas à noite, adicionando um toque criativo e educacional. Essas inovadoras ideias não apenas tornam as roupas infantis mais atraentes e divertidas, mas também incentivam as crianças a explorar o mundo ao ar livre, desfrutando de momentos lúdicos enquanto

observam as encantadoras mudanças de cor proporcionadas pelos pigmentos fotocromáticos.

Figura 14 – Roupas Infantil com Estampa Fotocrômica



Fonte: Magazine Luiza

## 4 EXPERIMENTAL

Nesse presente capítulo serão relatados testes e experiências realizadas com os pigmentos fotocromáticos da empresa chinesa *Hali Pigments*, para observar seu comportamento e comprovar o seu funcionamento. Foram realizados inúmeros testes de tingimento e estamparia e, a seguir, será possível conferir resultados e analisar os melhores métodos de aplicação das três cores de pigmento que foram utilizadas.

### 4.1 Materiais e Equipamentos

O primeiro pigmento testado foi o que reage com a cor roxa no sol e o processo utilizado foi o de tingimento em processo descontínuo, com banho de esgotamento. Os materiais utilizados para esse processo foram: Becker, chapa de aquecimento, termômetro e bastão de vidro.

Figura 15 – Pigmento Fotocromático



Fonte: Hali Pigments

Figura 16 – Becker de 500mL



Fonte: Google

Figura 17 – Chapa de Aquecimento



Fonte: Google

Figura 18 – Termômetro de Laboratório



Fonte: Google

Figura 19 – Bastão de Vidro



Fonte: Google

Esse teste apresentou algumas falhas no quesito de igualdade do tingimento, ocasionando em algumas manchas no tecido e, portanto, não sendo o melhor processo. Por isso, o segundo tingimento foi realizado de maneira contínua, pelo método *Pad Dry*. Em química, "*pad dry*" refere-se ao processo de impregnação e secagem de uma substância em um material de suporte que, nesse caso, é uma amostra de tecido.

Para esse teste, foi usado um Becker para dissolver o pigmento, uma proveta de 250 ml, uma bacia de plástico, para deixar o tecido no banho, além do Foulard de laboratório, responsável pela impregnação no material.

Figura 20 – Proveta de 250mL



Fonte: Google

Figura 21 – Bacia de Plástico



Fonte: Google

Figura 22 – Foulard de Laboratório



Fonte: Acervo Pessoal

Para os testes de estamparia, foram realizados em estamparia manual com quadros, passando pela estufa para secagem e fixação.

Figura 23- Quadro bolinhas



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 24 – Quadro Borboleta Maison



Fonte: Acervo Pessoal

#### 4.2 Testes e Receitas

Para os primeiros testes, que foram feitos por processo descontínuo, com banho de esgotamento, o tingimento contou com 1g de pigmento roxo, dissolvido em 250mL de água, em 10g de tecido de algodão alvejado. O tecido foi colocado no banho à ebulição por 30 minutos, com a adição de sal para a melhor migração do corante para o tecido.

Como esse teste e processo de tingimento apresentaram algumas falhas, buscamos aprimorar os resultados, testando então pelo método do *Pad Dry*, um tingimento contínuo, passado pelo foulard para impregnação e então seco à temperatura ambiente. Abaixo estão as soluções criadas e testadas dessa forma e, logo em seguida, na mesma ordem, estão as imagens com as soluções já aplicadas e fixadas no tecido.

Figura 25 – Soluções de Pigmentos Fotocrômicos na Sombra



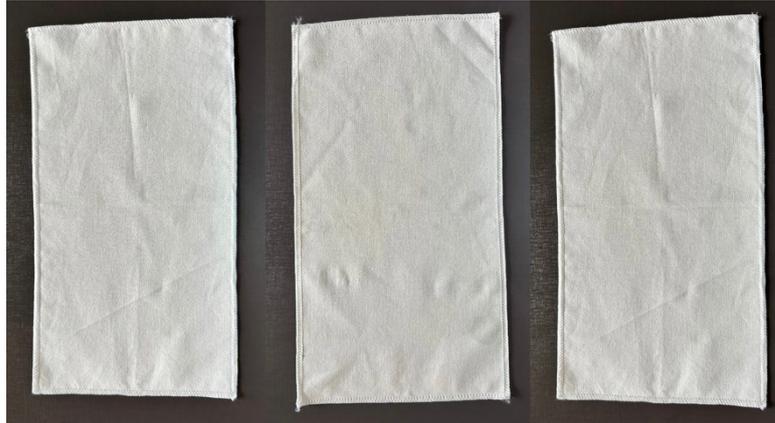
Fonte: Acervo Pessoal

Figura 26 – Soluções de Pigmentos Fotocrômicos no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 27 – Tecidos de Algodão Tingidos com Pigmentos Fotocrômicos na Sombra



Fonte: Acervo Pessoal

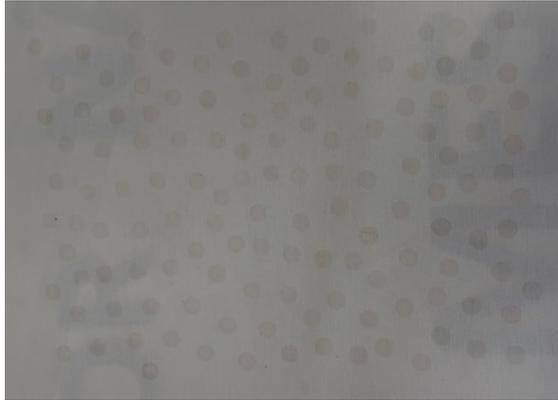
Figura 28 – Tecidos de Algodão Tingidos com Pigmentos Fotocrômicos no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

Os testes que foram realizados na estamparia se baseiam na mistura de 1g do pigmento com 10g da pasta mãe de estamparia, que é composta por 25g de espessante, 100g de ligante, 10g de amoníaco e 855g de água. Os dois primeiros testes foram feitos com telas de estamparia manual já usadas e o resultado não foi de alta qualidade, pois ainda era possível ver resquícios de outras cores ou da própria mistura em si. Portanto, foi criada uma estampa de borboleta em uma tela nova para o teste e a comprovação de melhores resultados. A seguir, estão as fotos dos tecidos estampados tanto na sombra como no sol, onde é possível perceber essa tecnologia de fotocromismo.

Figura 29 – Estampa Fotocrômica Bolinhas na Sombra



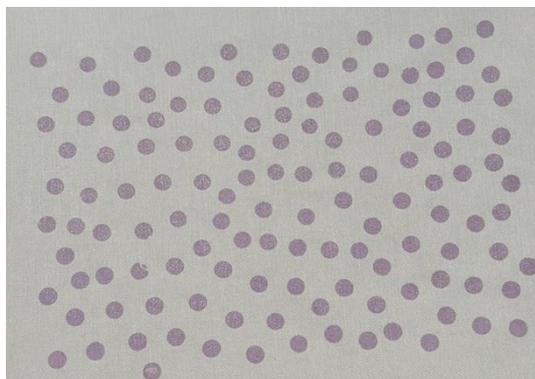
Fonte: Acervo Pessoal

Figura 30 – Estampa Fotocrômica Borboleta na Sombra



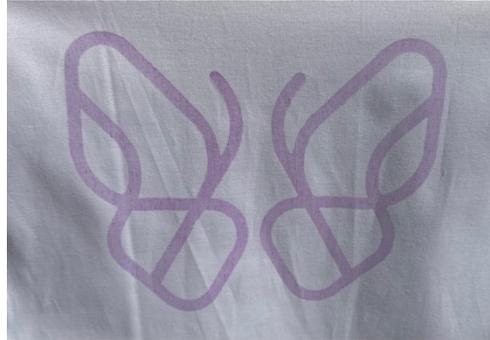
Fonte: Acervo Pessoal

Figura 31 – Estampa Fotocrômica Bolinhas no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 32 – Estampa Fotocrômica Borboleta no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

Foram elaboradas quatro *ecobags* diferentes, testando o quadro de borboleta com as três cores diferentes dos pigmentos e, na última, foram misturados 10 gramas de cada uma das pastas fotocrômicas. Abaixo estão os registros de todas na sombra e logo em seguida, no sol.

Figura 33 – Ecobags com Estampa Fotocrômicas na Sombra



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 34 – Ecobags com Estampa Fotocrômicas no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

O próximo teste de funcionamento e aplicação foi realizado com um material adquirido da empresa *Eelhoe*, que é um adesivo fotocrômico, desenvolvido para ser colado na pele, principalmente de crianças e pessoas com tendência a câncer de pele, para prevenir queimaduras e a alta incidência de radiação UV. Como o pigmento fotocrômico reage com a luz UV, conseqüentemente se for aplicado protetor solar em cima do adesivo, ele não reagirá. Assim ocorre a tecnologia desse adesivo, que possui o pigmento em sua composição, funcionando de forma lúdica como uma proteção adequada, criando uma situação divertida para as crianças que costumam não gostar de aplicar a proteção solar. Quando for a hora de reaplicar o filtro solar, o adesivo começa a mudar de cor, mostrando que a radiação UV está alcançando a pele do usuário, indicando o momento exato. Abaixo estão algumas imagens representando e comprovando o seu funcionamento.

Figura 35 – Adesivo Fotocrômico na Sombra



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 36 – Adesivo Fotocrômico no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 37 – Adesivo Fotocrômico com a Aplicação do Protetor Solar



Fonte: Acervo Pessoal

Por fim, o último teste de funcionamento foi o da presilha fotocrômica, adquirida pela *Amazon*, que se torna roxa com a incidência da radiação UV vinda do sol. Abaixo estão algumas imagens que retratam seu funcionamento.

Figura 38 – Presilha Fotocrômica na Sombra



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 39 – Presilha Fotocrômica no Sol



Fonte: Acervo Pessoal

## 5 CONCLUSÃO

Esse trabalho foi desenvolvido para compreender melhor o funcionamento dos materiais fotocromicos, analisando seu comportamento em diversos materiais e superfícies. Os resultados obtidos foram favoráveis, em sua maioria, porém, nos testes de tingimento, o esperado era que os tecidos estivessem com a coloração mais forte e menos opaca, porém ocorreu o contrário. Além dos tecidos não absorverem a quantidade de pigmento necessária para a cor desejada, algumas amostras ficaram com manchas e falhas.

Um outro problema é em relação a dificuldade de acesso aos materiais a serem testados. Foi necessário importar as cores do pigmento fotocromico da *Hali Pigments* diretamente da china e pela plataforma de vendas do *Ali Express*, o que demandou bastante tempo e investimento. Além disso, como é uma empresa estrangeira, a dificuldade de encontrar informações sobre maneira de uso foi praticamente total, e quando nos foi enviado um documento sobre as especificações e cuidados para o uso, era um arquivo na língua inglesa que gerou grande dificuldade de tradução.

Por ser uma tecnologia muito avançada e de difícil compreensão e estudo, foi muito difícil de encontrar artigos e pesquisas já existentes e, quando era encontrado, a veracidade continuava duvidosa. Alguns testes deram errado, precisando ser refeitos até chegar no resultado apresentado durante essa pesquisa. Ademais, como era um material de difícil obtenção, o cuidado com manuseio e uso precisou ser redobrado.

Em contrapartida, os resultados foram muito bons de acordo com o tamanho de informações prévias que consultamos, o que mostra, de fato, o encantamento que esse material gera. Ao longo do tempo da pesquisa, muitas pessoas se interessaram pelo assunto e se impressionaram com os resultados.

O esperado é que essa pesquisa possa despertar a curiosidade de diversas pessoas, e que sirva de material de base para pesquisas mais extensas e mais aprofundadas sobre o assunto que possui alto potencial de crescimento e desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

CABRAL, J. M. P. História breve dos pigmentos: 4 – Das Artes da Idade Média (2.<sup>a</sup> parte). **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, p. 39, 2007.

ANDRÉ, R. **Breve História Pigmentos**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/160692128/Breve-Historia-Pigmentos>>. Acesso em: 9 out. 2023.

COELHO, P. J. Estudo do comportamento fotocromico de um naftopirano: uma experiência simples ilustrativa do fotocromismo. **Química nova**, v. 29, n. 3, p. 607–610, 2006.

CRANO, J. C.; GUGLIELMETTI, R. J. (EDS.). **Organic Photochromic and Thermochromic Compounds: Main Photochromic Families**. 1999. ed. Nova Iorque, NY, USA: Springer, 2002.

CRUZ, A. J. **A matéria de que é feita a cor - Os pigmentos utilizados em pintura e a sua identificação e caracterização**. [s.l.] Instituto Politécnico de Tomar, 1 jan. 2001.

DA SILVA ALMEIDA VALADAS GUIMARÃES, J. F. **Bio Fermented Colors - Pigmentos de Origem Bacteriana: Uma Alternativa Sustentável no Design de Moda e Têxtil**. [s.l.] UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR, 2020.

DA SILVA PINTO, D. G. **Pigmentos ou Corantes? Compreenda a diferença**. Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/pigmentos-e-corantes/>>. Acesso em: 8 ago. 2023a.

DA SILVA PINTO, D. G. **O Que são Pigmentos? Veja como se dividem, quais suas propriedades e onde comprá-los?** Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/o-que-sao-pigmentos/>>. Acesso em: 7 ago. 2023b.

DURR, H.; BOUAS-LAURENT, H. (EDS.). **Photochromism: Molecules and Systems**. 2. ed. Londres, England: Elsevier Science, 2003.

FILHO, U. P. R. et al. **FORMULAÇÃO FOTOCRÔMICA, ELEMENTOS ÓPTICOS FOTOCRÔMICOS E PROCESSO DE PREPARO DOS MESMOS E USO DO ELEMENTO ÓPTICO FOTOCRÔMICO**. Patent, 18 nov. 2008.

IRIE, M. et al. Photochromism of diarylethene molecules and crystals: Memories, switches, and actuators. **Chemical reviews**, v. 114, n. 24, p. 12174–12277, 2014.

NAST, C. **Anrealage**. Disponível em: <<https://www.vogue.com/fashion-shows/fall-2023-ready-to-wear/anrealage>>. Acesso em: 15 out. 2023.

**Pre lab - synthesizing and investigating cobalt complexes: UV-Vis and structure-property relationships**. Disponível em: <<https://chemistry.miamioh.edu/yezierski/PrattCognateWebsite/Prelab10.html>>. Acesso em: 10 out. 2023.

**Química em cores**. Disponível em: <<https://quimicaemcores.blogspot.com/2014/05/pigmentos-e-sua-historia.html>>. Acesso em: 17 out. 2023.

## ANEXO

### Anexo A – Ficha de Dados de Segurança Hali Pigments (Tradução Própria)

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

PÁGINA: 1 DE 8

DATA PREPARADA: 22/11/2021

Nome do produto: Pigmento fotocromico HALI

REF: E-136-01

#### SEÇÃO 1: Identificação da substância/preparação e da companhia/empresa—

##### 1.1 Identificação do produto

Nome do produto: Cor fotocromica

Usos da substância ou mistura identificados relevantes ou não aconselháveis

Uso recomendado: Corante em pó para papel, têxtil, tinta (caneta/tatuagem), tinta (artística), e plástico.

##### 1.2 Detalhes do fornecedor da Ficha de Dados de

Segurança: Hali Industrial Co., Ltd.  
No.108 ShiYuan Road, Wujin Area, 213163,  
Changzhou, China Telephone: +86-519-83754668

Email: [info@hali-pigment.com](mailto:info@hali-pigment.com)

Agência: Hali Chemical Co., Ltd.  
No.200 ChangWu Road, Wujin Area, 213100, Changzhou,  
China Telephone: +86-519-83754668

Email: [halipigment@yahoo.com](mailto:halipigment@yahoo.com)

##### 1.3 Telefone de emergência:

+86-13616124816

#### SEÇÃO 2. Identificação de perigos

##### 2.1 Classificação da substância ou mistura

Classificação de acordo com a regulamentação

(EC)No.1272/2008[CLP]: Ver  
seção 16.

Classificação de acordo com Conselho Diretivo

67/548/EEC: Toxica(T)

Perigosa para o ambiente (N)

R48, R51/53

S36/37, S38, S45, S57, S60, S61

Para texto completo de R-frases (frases de risco) e S-frases (frases de segurança): Ver abaixo.

## 2.2 Elementos do rótulo

Símbolos de perigo:



Indicações de perigo: Tóxico

Perigoso para o ambiente

Frases de Risco: R 48 Perigo de sérios danos à saúde por exposição prolongada.

R 51/53 Tóxico para organismos aquáticos, pode causar efeitos adversos no ambiente aquático a longo-prazo.

Frases de Segurança: S 36/37 Usar roupas e luvas de proteção adequadas.  
S 38 Em caso de ventilação insuficiente, usar equipamento respiratório adequado.

S 45 Em caso de acidente ou mal-estar, procurar ajuda médica imediatamente (mostrar rótulo se possível).

S 57 Usar recipiente apropriado para evitar contaminação ambiental.

S 60 Este material e seu recipiente devem ser descartados como resíduo perigoso.

S 61 Evitar liberar no ambiente. Referir-se a instruções especiais e ficha de dados de segurança.

2.3 Outros perigos. Nenhum.

### SEÇÃO 3. Composição/informação sobre ingredientes

#### 3.2 Misturas

Microcápsula fotocrômica:

Concentração 100%

Nº CAS

Registrad

o Nº EC Listado

6'-indolino-1,3,3-trimetil-espiro[indolino-2,3'-[3H]naft-[2,1-b][1,4]oxazina]: Concentração 5% (incluso em microcápsula fotocrômica.)

Nº CAS 114747-44-3

Nº EC Nenhum

4,4-Isopropilidenedifenol (Bisfenol A):

Concentração 5% (incluso em microcápsula fotocrômica.) Nº CAS 80-05-7

Nº EC 201-245-8

Outros ingredientes não perigosos: os restantes

Ingredientes perigosos:

	Classificação de acordo com 67/548/EEC	Classificação de acordo com (EC) Nº 1278/2008[CLP]
6'-indolino-1,3,3-trimetil-espiro[indolino-2,3'-[3H]naft-[2,1-b][1,4]oxazina]	T; R48/25 Xn; R22	STOT RE 1; H372 Tox. Aguda 4*; H302
4,4-Isopropilidenedifenol (Bisfenol A)	N; R50-53	Aquatica Aguda 1; H400 Aquatica Crônica 1; H410

\*Classificação mínima (referir-se a 1.2. do ANEXO VI do EC1272/2008) Ver seção 16 para texto completo de R-frases e H-declarações.

### SEÇÃO 4. Medidas de primeiros socorros

Inalação: Ir para ambiente ao ar livre. Manter-se aquecido e evitar esforços.

Contato com a pele: Lavar com sabonete neutro e água abundante até remoção total de resíduos químicos. Caso desenvolva sintomas como

coceira e irritação e esses persistirem, buscar orientação médica.

**Contato com olhos:** Remover lentes de contato se possível. Imediatamente lavar olhos com água abundante por pelo menos 15 minutos, levantando as pálpebras superiores e inferiores, até remoção total de resíduos químicos. Buscar orientação médica.

**Ingestão:** Enxaguar boca abundantemente com água. Buscar orientação médica imediatamente.

4.2 Sintomas e efeitos colaterais agudos e a longo prazo mais importantes  
Atualmente não há sintomas conhecidos.

4.3 Indicação de cuidados médicos imediatos ou tratamentos especiais necessários.  
Nenhuma medida especial necessária.

## **SEÇÃO 5. Medidas de combate a incêndio**

Meios de extinção de incêndio

Meios de extinção de incêndio adequados: Em caso de combustão, use água, areia, químico seco, ou gás CO<sub>2</sub>.

Meios de extinção de incêndio inadequados:

Não há dados disponíveis.

5.1 Perigos decorrentes da substância ou mistura

Produtos de combustão perigosos:

Não há dados disponíveis.

5.2 Conselho para bombeiros: Em caso de incêndio, usar máscara respiratória. Fique contra o vento durante o combate ao incêndio. Evite gerar poeira.

## **SEÇÃO 6. Medidas de liberação acidental**

6.1 Prevenções pessoais, equipamentos de proteção e procedimentos de emergência

Usar luvas e óculos de proteção para evitar contato com a pele e olhos.

Proteção respiratória é utilizada em toda área com pouca ventilação.

6.2 Prevenções ambientais

Evitar derramar material em rios e/ou lagos para prevenir impacto ambiental. Se o material for liberado na água pública, avisar as autoridades locais.

6.3 Materiais e métodos para contenção e limpeza

Remover fonte de ignição. Varrer e coletar materiais para dentro de recipientes próprios com uma vassoura, uma pá ou um aspirador. Evitar gerar poeira para prevenir perigo de explosão.

6.4 Referência a outras seções Referir-se as seções 8 e 13.

## **SEÇÃO 7. Manejo e armazenamento**

### 7.1 Precauções para manejo seguro

Medidas de proteção: Usar equipamentos e vestimentas de proteção adequados necessários para prevenir o contato do material com a pele e os olhos. Utilizar o material somente em áreas bem ventiladas. Evitar gerar poeira.

Conselhos sobre higiene ocupacional geral:

Lavar abundantemente após manejo. Não comer, beber ou fumar durante o trabalho.

7.2 Condições para armazenamento seguro, incluindo qualquer incompatibilidade. Condições de medidas técnicas de armazenamento:

Armazenar em local fresco e escuro sem luz direta e umidade.

Manter o recipiente bem fechado para prevenir deterioramento de sua performance. Manter longe de altas temperaturas e fogo.

Materiais de embalagem: Materiais impermeáveis.

7.3 Usos específicos: Referir-se à seção 1.2

## **SEÇÃO 8. Controle de exposição /proteção pessoal**

### 8.1 Parâmetros de controle

Valores limite de exposição ocupacional:

Não estabelecido.

### 8.2 Controle de exposição

Controles de engenharia apropriados:

Ventilação de exaustão local ou ventilação generalizada é necessária durante operação em área interna.

Equipamento de proteção pessoal:

- Proteção respiratória: Usar máscara respiratória contra poeira.
- Proteção das mãos: Usar luvas plásticas ou de borracha
- Proteção dos olhos: Usar óculos de segurança ou óculos de proteção química.

- Proteção da pele e corpo: Usar mangas compridas, calça comprida e/ ou botas quando necessário.

## SEÇÃO 9 Propriedades físicas e químicas

### 9.1 Informação sobre propriedades físicas e químicas básicas

Aparência:	Pó colorido fotocromico reversível
Odor:	Leve odor
PH:	Não há dados disponíveis
Ponto de fusão:	Não há dados disponíveis
Ponto de ebulição:	Não há dados disponíveis
Ponto de inflamação:	Não há dados disponíveis
Taxa de evaporação:	Não há dados disponíveis
Inflamabilidade:	Se o produto ficar sob uma fonte de chama contínua, pode ser inflamável.
Inflamabilidade superior/inferior ou limites explosivos:	Não há dados disponíveis
Pressão de vapor:	Não há dados disponíveis
Densidade de vapor (ar =1):	Não há dados disponíveis
Densidade relativa:	Não disponíveis
Solubilidade:	Dispersível
Coefficiente de partição: n-octano/água:	Não há dados disponíveis
Temperatura de autoignição:	Não há dados disponíveis
Temperatura de decomposição:	Não há dados disponíveis
Viscosidade:	Não há dados disponíveis
Propriedades explosivas:	Não há dados disponíveis
Propriedades oxidantes:	Não há dados disponíveis

## SEÇÃO 10. Estabilidade e reatividade

10.1 Reatividade	Nenhuma reatividade específica sob condições normais.
10.2 Estabilidade química	Estável sob condições normais de uso e manejo.
10.3 Possibilidade de reação perigosa:	Nenhuma
10.4 Condições á evitar:	Nenhuma

10.5 Materiais incompatíveis	Nenhum
10.6 Produtos de decomposição perigosos	Nenhum

## SEÇÃO 11. Informação Toxicológica

### 11.1 Informações sobre efeitos toxicológicos

Toxicidade aguda: <Pigmento Fotocrômico azul HLPC-03>  
LC50>2,000 mg/L (valor  
calculado)

6'-indolino-1,3,3-trimetil-espiro[indolino-2,3'-  
[3H]naft

-[2,1-b][1,4]oxazina]

Oral LD<sub>50</sub> (rat)1,015mg/kg

Dermal LD<sub>50</sub> (rat)>1,300  
mg/kg

4,4-Isopropilidenedifenol (Bisfenol

A): Oral LD<sub>50</sub> (rat)400mg/kg

Dermal LD<sub>50</sub> (rat)>550  
mg/kg

Efeitos localizados: Pode causar irritação no trato respiratório, pele e olhos.

Toxicidade de repetição de dose:

6'-indolino-1,3,3-trimetil-espiro[indolino-2,3'-[3H]naft-[2,1-  
b][1,4]oxazina] 4,4-Isopropilidenedifenol (Bisfenol A):

Estudo de toxicidade oral repetida 90-dias (rat):  
NOEL<5 mg/kg/dia

Carcinogenicidade: Não há dados disponíveis.

Mutagenicidade: Não há dados disponíveis

Toxicidade para reprodução: Não há dados disponíveis

Toxicidade sistêmica para órgãos alvos  
específicos, exposição repetida:

Causa danos aos órgãos após exposição prolongada ou repetida.

## SEÇÃO 12. Informação Ecológica

## 12.1 Toxicidade

Toxicidade aguda: < Pigmento Fotocrômico azul HLPC-03 >

LC50 5.7mg/L (calculated value)

6'-indolino-1,3,3-trimetil-espiro[indolino-2,3'-[3H]naft-[2,1-b][1,4]oxazina]

EC50 dáfnia 48h

0.108mg/L LC50 peixe

96h>1.35m

4,4-Isopropilidenedifenol (Bisfenol A):

EC50 dáfnia 48h

0.093mg/L LC50

peixe 96h>1.65mg

Toxicidade crônica: Não há dados disponíveis.

### 12.6 Persistência e degradabilidade

Não há dados disponíveis.

### 12.7 Potencial bioacumulativo

Não há dados disponíveis.

12.8 Mobilidade no solo Não há dados disponíveis

### 12.9 Resultado da avaliação PBT e mPmB

Não há dados disponíveis

### 12.10 Outros efeitos adversos

Não há dados disponíveis.

## SEÇÃO 13. Considerações sobre descarte

### 13.1 Método de tratamento de resíduos

Descarte de produto/embalagem: Descarte de acordo com as regulamentações locais, nacionais e da UE.

Informações relevantes sobre descarte de esgoto:

Não jogar produto em esgotos, solo ou em qualquer corpo de água.

Outras informações: Este produto obedece às seguintes R-frases e S-frases

R 51/53; tóxico para organismos aquáticos, pode causar efeitos adversos a longo-prazo em ambientes aquáticos.

#### **SEÇÃO 14.** Informações de transporte

- |   |  |
|---|--|
| 14.1 No. ONU  | 3077   |
| 14.2 Nome apropriado para embarque ONU  | Substância ambientalmente perigosa, sólida, n.s.a.   |
| 14.3 Classe ONU   | 9  |
| 14.4 Grupo de embalagem ONU   | III  |
| 14.5 Riscos ambientais  | Este produto segue as R-frases e S-frases<br>R 51/53; Tóxico para organismos aquáticos,<br>pode causar efeitos adversos a longo prazo no<br>ambiente aquático. |
| 14.6 Precauções especiais para usuários   | Referir-se as seções 6 e 8   |
| 14.7 Transporte a granel de acordo com o AnexoII da MARPOL 73/78 e o Código IBC | Não transportar a granel   |

#### **SEÇÃO 15.** Informações regulatórias

- 15.1 Regulamentação/legislação de segurança, saúde e ambiental específica para a substância ou mistura.

Regulamentos da UE

(EC) No.2037/2000:

Não aplicável

(EC) No.689/2008:

Não aplicável

(EC) No.850/2004:

Não aplicável

- 15.2 Avaliação de segurança química

Nenhuma avaliação de segurança química foi realizada para essa mistura.

#### **SEÇÃO 16.** Outras informações

Classificação de acordo com a regulamentação (EC)No.1272/2008[CLP]:

Toxicidade de órgão alvo específico após exposição única 1,H372; Causa danos aos órgãos após exposição prolongada ou repetida.

O ambiente aquático (crônico) 2,H411; Tóxico à vida aquática com efeitos de longa duração.

Elementos  
do rótulo

Pictograma:



Palavra de sinalização: Perigo

Declarações de precaução: P260; Não respirar poeira/fumos/gases/névoa/vapor/aerossol.

P264; Lavar abundantemente após manuseio.

P270; Não comer, beber ou fumar enquanto usa o produto.

P273; Evitar liberar no ambiente.

P314; Bucar conselho/ajuda médica se tiver mal-estar.

P501; Descartar conteúdos/recipientes de acordo com regulamentação local/regional/nacional/internacional.

Indicação de mudança:  
Regulamentação (UE)

Esta atualização MSDS mudou para se adaptar a

No.453/2010.

Texto completo de H-declarações em relação à Seção 3:

H302; Prejudicial se ingerido.

H372; Causa danos aos órgãos após exposição prolongada ou repetida.

H400; Muito tóxico à vida aquática.

H410; Muito tóxico à vida aquática com efeitos de longa duração.

Texto completo de R-frases em relação à Seção 3:

R48/25; Tóxico: perigo de sérios danos à saúde por exposição prolongada e se ingerido.

R22; Prejudicial se ingerido.

R50/53; Muito tóxico à vida aquática com efeitos de longa duração.

Abreviações e acrônimos:

CAS	Número de serviço de resumos de produtos químico
CLP	Classificação Rotulagem e Embalagem Regulamentação (EC) No 1272/2008
Código IBC	Código Internacional para a construção e equipamento de navios carregando produtos químicos a granel perigosos.
LC50	Concentração Letal de 50% de uma população teste
LD50	Dose Letal de 50% de uma população teste (Dose Letal Mediana)
MARPOL	Convenção Internacional para a prevenção de poluição de navios
PBT	Substância Persistente, Bioacumulativa e Tóxica
REACH	Registro, Avaliação, Autorização e Restrição de Químicos Regulamentação (EC) No 1907/2006
mPmB (vPvB) Bioacumulativo	muito Persistente e muito

Principais referências bibliográficas e fontes para dados:

Guidance on the compilation of safety data sheets

(Version 1.1-December 2011)

Chemical Risk Information Platform(CHRIP:

<http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html>) IUCLID

## Chemical Data Sheet

HALI é uma marca registrada da Hali Industrial co.,ltd.

As informações aqui estabelecidas são do melhor conhecimento e crença da HALI INDUSTRIAL CO., LTD. Se não aplicadas conforme instruções, não garantimos que as precauções ou procedimentos contra riscos mencionados acima sejam os únicos existentes e não nos responsabilizamos em caso de uso inadequado do produto.