

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA CAMPUS JARAGUÁ DO  
SUL CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE  
INTEGRADO)

AMANDA KAROLINE DE LIMA  
ANA CAROLINA VOLKMANN  
JANAINA PATEL LAZARINI  
LUCAS GABRIEL ALVES  
MURIELE MACELAI  
STEPHANY CRISTINE DE GOIS

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PIGMENTOS DE MARCADORES PARA  
QUADRO BRANCO E MARCADORES PARA RETROPROJETOR**

Jaraguá do Sul - Santa Catarina

2016

AMANDA KAROLINE DE LIMA  
ANA CAROLINA VOLKMANN  
JANAINA PATEL LAZARINI  
LUCAS GABRIEL ALVES  
MURIELE MACELAI  
STEPHANY CRISTINE DE GOIS

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PIGMENTOS DE MARCADORES PARA  
QUADRO BRANCO E MARCADORES PARA RETROPROJETOR**

Relatório de pesquisa desenvolvido no eixo  
formativo diversificado “Conectando os  
Saberes” do Curso Técnico em Química  
(Modalidade Integrado) do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa  
Catarina - Campus Jaraguá do Sul

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Luciana Valgas de  
Souza

Coordenadora: Prof<sup>ª</sup>. MSc. Anne C. Rutsatz  
Bartz

Jaraguá do Sul - Santa Catarina

2016

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaríamos de agradecer a nossa orientadora Dra. Luciana Valgas de Souza, que nos orientou sempre da melhor forma, cumprindo com sua função.

Ao professor Elder Correa Leopoldino, que esteve disponível para nos auxiliar, nos oferecendo seu tempo e atenção. Ao professor Daniel Spudeit, por nos ajudar com nossas dúvidas e dificuldades, e também agradecemos a professora do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Patrícia Akemi Tuzimoto, que nos auxiliou em um importantíssimo momento.

Não poderíamos esquecer de agradecer os estagiários do laboratório de química, Alex Vitor Pinto e Gabriel Matheus Klutckowski, e ao estagiário do laboratório de malharia, Matheus Alves Ribeiro.

Agradecemos a todo corpo docente do Curso Técnico em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.

A nossos familiares e amigos, que nos ajudaram em nossas dificuldades e comemoraram conosco nossas vitórias.

E por fim, a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente com o desenvolvimento desta pesquisa.

**Obrigado!**

## RESUMO

Os marcadores para retroprojektor e marcadores para quadro branco são materiais de escrita muito utilizados, principalmente no cotidiano escolar. Após o uso, grande parte desses marcadores é descartada de forma incorreta, sem serem reciclados e quando reciclados apenas o corpo dos marcadores (plástico) é reaproveitado, restando a tinta. Com a falta de conhecimento sobre os pigmentos presentes na tinta dos marcadores para retroprojektor e marcadores para quadro branco, surge o objetivo de extrair e caracterizar esses pigmentos, para posterior aplicação em materiais diversos. O primeiro passo foi realizar testes de imersão em solventes, no qual a acetona se mostrou mais eficaz para se extrair a tinta, então por meio de cromatografia líquida clássica, os pigmentos foram segregados da tinta para posteriores análises. Uma delas, a Revelação Ultravioleta, possibilitou identificar a propriedade de fluorescência em algumas amostras dos pigmentos. A Espectroscopia Ultravioleta-Visível identificou as principais bandas de absorção das amostras. E por fim, a Espectroscopia de Fluorescência identificou as principais bandas de emissão das amostras, onde comprovou-se a existência de fluorescência em algumas delas. E por fim, após a realização das análises, foi designada uma nova utilização para a tinta dos marcadores, inicialmente seria feita a aplicação em tecido e em tinta para interiores (parede), porém realizou-se apenas a aplicação em tecido (de algodão e viscoso) com uma técnica tradicional. A tinta do marcador de retroprojektor fixou-se aos dois tipos de tecido utilizados, já a tinta do marcador para quadro branco não se fixou.

**Palavras Chaves:** Extração. Caracterização. Marcadores. Pigmentos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estado Singlete e Triplete.....	12
Figura 2: Esquematização de um cromatograma obtido por CCD.....	16
Figura 3: Luz Ultravioleta. ....	17
Figura 4: Funcionamento do fluorímetro.....	18
Figura 5: Aparelho de BMA-B.....	22
Figura 6: Imersão em solventes. ....	23
Figura 7: Fórmula estrutural da acetona. ....	24
Figura 8: Evaporador rotativo concentrando a cor azul do marcador para retroprojeter. ....	24
Figura 9: Coluna cromatográfica do marcador para retroprojeter azul. ....	25
Figura 10: Frações do marcador para retroprojeter azul. ....	25
Figura 11: Coluna cromatográfica do marcador para retroprojeter vermelho.....	26
Figura 12: Frações do marcador para retroprojeter vermelho. ....	26
Figura 13: Coluna cromatográfica do marcador para retroprojeter verde. ....	26
Figura 14: Frações expostas a luz UV. ....	27
Figura 15: CCD das frações 6, 7, 8, 10, 9 e 5, respectivamente, do marcador para retroprojeter azul. ....	30
Figura 16: Espectro de emissão fluorescente para a amostra 3R Verde excitada em 435 nm. ....	31
Figura 17: Espectro de emissão fluorescente para a amostra 4R Verde excitada em 365 nm. ....	32
Figura 18: Espectro de emissão fluorescente para a amostra 8R Vermelho excitada em 525 nm. ....	32
Figura 19: Tecidos tingidos. ....	34
Figura 20: Tecidos expostos a luz UV. ....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	8
<b>2 HIPÓTESES</b>	8
<b>3 OBJETIVOS</b>	9
3.1 Objetivo Geral	9
3.2 Objetivos específicos	9
<b>4 JUSTIFICATIVA</b>	9
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	10
4.1 Marcadores	10
4.2 Pigmentos	10
4.3 Fosforescência e fluorescência	11
4.4 Solvatocromismo	13
4.5 Extração de pigmentos	13
4.5.1 Cromatografia Líquida Clássica	14
4.5.2 Cromatografia em Camada delgada	15
4.6 Evaporador Rotativo	16
4.7 Câmara de revelação ultravioleta	17
4.8 Espectroscopia de Fluorescência	17
4.9 Espectroscopia na região do ultravioleta visível	18
<b>5 METODOLOGIA</b>	19
5.1 Extração da tinta	19
5.2 Escolha de solvente e visualização do efeito solvatocrômico	19
5.3 Recuperação do solvente e incorporação da tinta em sólido	20
5.4 Fragmentação da tinta	20
5.4.1 Coluna cromatográfica	20
5.4.2 Cromatografia de camada delgada	21

5.5 Caracterização das frações	21
5.5.1 Câmara de Revelação Ultravioleta	21
5.5.2 Espectrofotometria de Ultravioleta-Visível	21
5.5.3 Emissão fluorescente	21
5.6 Aplicação em tecido	22
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>23</b>
<b>7 TRATAMENTO DE RESÍDUOS</b>	<b>34</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>36</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Os pigmentos são constituintes da tinta, e vêm sendo utilizados desde a pré-história em forma de pigmentos naturais (Hematite, Óxidos de ferro e Índigo, são alguns exemplos). Sabe-se que há duas classificações de pigmentos, os orgânicos e inorgânicos (que em si, é subdividido em sintéticos e naturais). Com o desenvolvimento humano uma nova gama de pigmentos vem sendo desenvolvidos, os quais buscam novos efeitos superficiais diferentes, por exemplo, o efeito perolizado, metálico, texturizado, fluorescente e entre outros. Os novos desenvolvimentos, vêm levando a um aumento na utilização destes, principalmente nas indústrias.

Uma das utilizações dos pigmentos são em tintas, que por sua vez são aplicadas em diversos espaços, por exemplo no espaço estudantil, em canetas, marcadores, lápis e em muitos outros materiais de escrita. Os marcadores para quadro branco e marcadores para retroprojeter são muito presentes no cotidiano de estudantes e professores, podendo serem utilizados para inúmeras ocasiões, como em aulas, palestras, seminários, reuniões e entre outros. Porém após o uso desses marcadores, muitos deles são destinados à lixões sem descarte correto e poucos possuem destinos mais adequados, como por exemplo programas de reciclagem.

Este trabalho tem por objetivo reaproveitar os marcadores já descartados, com o intuito de extrair e caracterizar pigmentos de marcadores para quadro branco e marcadores para retroprojeter, formulou-se o tema “Extração e Caracterização de pigmentos de marcadores para quadro branco e marcadores para retroprojeter”. Foi delimitado seis marcadores, sendo três para quadro branco e três para retroprojeter, ambos da marca Faber-Castell nas cores verde, vermelho e azul.

## **2 HIPÓTESES**

- É possível extrair pigmentos a partir da tinta de um marcador para quadro branco e de um marcador para retroprojeter;
- Os pigmentos extraídos do marcador para quadro branco e do marcador para retroprojeter possuem a propriedade de fluorescência;
- O pigmento extraído dos marcadores pode ter aplicação em materiais, como tintas para interiores e tecidos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Extrair e caracterizar pigmentos de marcadores para quadro branco e de marcadores para retroprojektor, para posterior aplicação em materiais.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Extrair os pigmentos de marcadores para quadro branco e de marcadores para retroprojektor;
- Caracterizar e identificar o pigmento extraído;
- Aplicar o pigmento em materiais, como tintas para interiores e tecidos.

### **4 JUSTIFICATIVA**

Resíduos, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), é algo ao qual o dono não possui mais interesse e nem valor comercial. Os marcadores são um bom exemplo de material com curto tempo de vida, alguns possuem sistema de recarrega para prolongar seu uso, porém os que não possuem, são rapidamente descartados tornando-se resíduos (SITIVESP, 2010).

No ano de 2010 o Governo instituiu uma legislação a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na qual os marcadores para quadro branco e marcadores para retroprojektor se encaixam, assim, órgãos como o Sindicato da Indústria de Tinta e Vernizes do Estado de São Paulo (SITIVESP) elaboraram cartilhas para o descarte correto de tintas, porém as tintas dos marcadores não constam na cartilha, motivo pelo qual, não possuem notoriedade como poluidores nem quantidades exorbitantes de materiais tóxicos quando comparados a outros produtos (BETING, 2012).

Os fabricantes para comercialização de seus produtos químicos necessitam disponibilizar a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Essa ficha é regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e possui o intuito de obrigar as empresas a informarem a composição química de seus produtos, bem como possíveis danos ao meio-ambiente ou a saúde, tudo para segurança dos consumidores, além de recomendar medidas protetivas em situações emergenciais (INTERTOXX, 2011).

A Faber-Castell maior produtora de materiais de escrita do mundo realiza um projeto juntamente com a TerraCycle para reaproveitamento e destinação correta de seus produtos. Porém, ela não disponibiliza a FISPQ dos marcadores para quadro branco e dos marcadores para retroprojektor, assegurando seus segredos de produção, ora que também oculta informações ao consumidor. Acima de tudo os marcadores ainda são muito presentes no cotidiano escolar, visto que a Faber-Castell é uma das principais marcas utilizadas pelos professores do IFSC Campus Jaraguá do Sul (Centro), assim se torna a marca alvo de nosso projeto (TERRACYCLE, s/d).

A disposição final das tintas e vernizes normalmente são aterros industriais, incineração em temperaturas superiores a 800°C, co-processamento com aproveitamento como substituto de matéria-prima ou combustível. A pesquisa realizada pretende realizar o beneficiamento ou recuperação dos marcadores de quadro branco e retroprojektor, evitando danos ambientais e dando um melhor destino final ao pigmento (SITIVESP, 2010).

## **4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **4.1 Marcadores**

O marcador para retroprojektor pode ser utilizado em plásticos, papéis, vidro e madeira, porém, em superfícies não porosas a marcação não é permanente, podendo sair com álcool, atrito intenso e/ou exposições prolongadas ao sol e chuva. Os marcadores para retroprojektor são compostos de resinas, solventes e corantes (FABER-CASTELL, 2012).

O marcador para quadro branco pode ser utilizado em superfícies não porosas, tais como: PVC, quadro branco, vidro, metal, filme fotográfico e porcelana. O mesmo é utilizado em aulas, palestras, seminários e reuniões. Os marcadores para quadro branco são compostos de resinas termoplásticas, solventes, que são utilizados para reduzir a viscosidade a fim de obter-se mais facilidade na aplicação, e corantes que podem ser compostos químicos naturais ou sintéticos (CORANTES..., 2013, p.6).

### **4.2 Pigmentos**

Os pigmentos são substâncias sólidas com partículas entre 0,05  $\mu\text{m}$  e 5  $\mu\text{m}$ , não voláteis e insolúveis no meio. Este material é muito utilizado pois promove cor, opacidade, consistência, durabilidade e resistência à tinta (ANGHINETTI, 2012).

Dentre os pigmentos há duas classificações os pigmentos orgânicos e os inorgânicos. Os pigmentos orgânicos apresentam em sua estrutura química agrupamentos chamados cromóforos, responsáveis por lhes conferir uma cor intensa com tons brilhantes, são utilizados em materiais e produtos de uso cotidiano, como tintas, vernizes, utilidades domésticas, equipamentos eletroeletrônicos e entre outros (MENDA, 2011).

A maioria dos pigmentos orgânicos apresentam como prevalência em sua composição o carbono, porém nem todos que apresentam o carbono são pigmentos orgânicos, como por exemplo, os carbonatos. Já os pigmentos inorgânicos compreendem compostos de diferentes classes e propriedades químicas, como os óxidos, sulfetos, cromatos, sulfatos, fosfatos e os silicatos de metais. Apresentam uma excelente estabilidade química, térmica e também (em geral) uma menor toxicidade para o homem e para o ambiente, boa cobertura e opacidade (PUCCI, 2004). As matérias-primas utilizadas que se destacam para a preparação de um pigmento inorgânico, são o dióxido de titânio (pigmento branco), e o óxido de ferro (apresenta tons desde amarelo, vermelho e preto) (MENDA, 2011).

Dentro da classe dos pigmentos inorgânicos há uma subdivisão, os sintéticos e naturais. Os naturais são geralmente óxidos e possuem menor cobertura, maior dificuldade de dispersão e menor poder tintorial. Por sua vez, os pigmentos inorgânicos sintéticos, por serem produzidos em um processo industrial controlado, apresentam algumas propriedades “aperfeiçoadas”, exemplos de pigmentos inorgânicos sintéticos são o  $\text{CaFe}_2\text{O}_4$  (vermelho) e  $\text{LaFe}_2\text{O}_3$  (laranja), todos esses derivados de óxidos a partir de rejeitos e com ótima resistência e elevada estabilidade térmica (MENDA, 2011).

Além dos pigmentos orgânicos e inorgânicos existem uma gama de novos desenvolvimentos que buscam efeitos superficiais diferentes, por exemplo, o efeito perolizado (ou perolado), efeito metálico e efeito texturizado. Existem também os pigmentos fluorescentes e fosforescentes, esses termos referem-se a tipos de luminescência.

### **4.3 Fosforescência e fluorescência**

A luminescência é um fenômeno da fotoluminescência que quando a molécula está exposta a luz, faz com que os elétrons de valência de um orbital de menor energia se elevem para um de maior energia. A luminescência molecular é dividida em fluorescência e fosforescência.

A fluorescência é um fenômeno com a capacidade de uma substância de emitir luz quando exposta a certas radiações, como do tipo ultravioleta (UV), estas radiações absorvidas são emitidas em luz visível, ou seja, com um comprimento de onda maior (no espectro do visível) que o da radiação recebida. A fluorescência ocorre quando um fóton de luz é emitido na molécula, dando energia suficiente para que os elétrons do seu estado fundamental sejam excitados para um estado quântico mais elevado, ao cessar a luz, os elétrons começam a “relaxar” para seu estado fundamental, e em função disto, eles emitem a mesma energia absorvida em forma de luz (energia), em outro espectro (BALARDIN et al, 2013; JULIANO, s/d).

A fosforescência funciona da mesma maneira, absorve a luz, seus elétrons são excitados para as camadas eletrônicas mais externas, mas ao relaxarem para o estado fundamental retornam mais lentamente, podendo assim mesmo cessando a fonte de luz, devolver a energia por um longo período de tempo, ao contrário da fluorescência (BALARDIN et al, 2013).

O fator para esta diferença de velocidade entre os elétrons no seu decaimento se dá pelo estado excitado envolvido, se o estado envolvido é o singleto (estado da fluorescência), ou seja, a orientação do spin quando no orbital excitado se mantém o mesmo, o retorno para o estado fundamental ocorrerá rapidamente. Porém quando no estado excitado tripleto (estado da fosforescência), ou seja, quando a orientação do spin no orbital excitado se encontra invertida, tornando o processo de volta para o estado fundamental lento (PUC-rio, s/d; JULIANO, s/d). Na Figura 1, representa-se os estados excitados, singleto e tripleto:

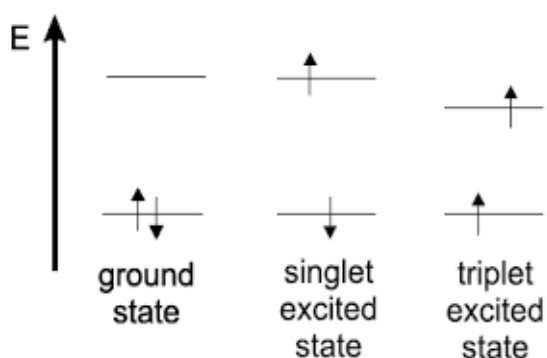


Figura 1<sup>1</sup>: Estado Singleto e Tripleto.

<sup>1</sup> Figura 1 disponível em: < [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0812276\\_2012\\_cap\\_2.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0812276_2012_cap_2.pdf)>

#### **4.4 Solvatocromismo**

O efeito solvatocrômico se dá quando ocorre uma mudança da posição ou intensidade da banda de absorção na região do UV/VIS do composto. A sua coloração, ou seja, sua banda de absorção, varia conforme a presença de solventes.

Segundo Venturini (2005, p. 3) e Buckingham et al (1978), “Se o estado fundamental é mais dipolar do que o excitado, a banda de absorção sofre uma mudança hipsocrômica com um aumento da polaridade do solvente, caracterizando um solvatocromismo negativo”. Sendo que mudança hipsocrômica é o deslocamento da banda de absorção para um comprimento de onda menor, observando-se a mudança da coloração para um tom mais azulado.

Já os compostos que possuem característica de solvatocromismo positivo, constituem a mudança batocrômica, que baseia-se no deslocamento batocrômico, isto é, deslocamento da banda de absorção para um comprimento de onda maior, tendendo a coloração mais avermelhada do composto. Ainda, para que este efeito seja caracterizado é necessário que haja aumento na polaridade do solvente. Portanto, os efeitos hipsocrômico e batocrômico são, respectivamente, a diminuição e elevação da intensidade de absorção (CABREIRA; SANTANA, 2009; VENTURINI, 2005).

Alguns compostos podem variar seu comportamento solvatocrômico conforme a polaridade do meio, ou seja, mudam de coloração dependendo de seu solvente. Esse fenômeno é chamado de solvatocromismo reverso, que se altera de acordo com o tipo de interação presente no solvente e no soluto (íon-dipolo, dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido, interações de hidrogênio, etc.). Neste efeito, verifica-se um deslocamento batocrômico associado a diminuição da polaridade do solvente, entretanto, conforme a polaridade deste diminui, observa-se que o deslocamento manifesta o comportamento hipsocrômico.

Logo, a energia de transição experimental representa o resultado de interações particulares entre pigmento e solvente, cuja as quais são exclusivas para cada pigmento solvatocrômico (MACHADO, 1997).

#### **4.5 Extração de pigmentos**

A tinta é a dispersão de um ou mais pigmentos em uma resina e para separá- los diversas técnicas de extração foram criadas e aprimoradas, um método dentre muitos é o

método cromatográfico, na qual ilustra vários fenômenos envolvendo interações moleculares ou forças intermoleculares.

#### **4.5.1 Cromatografia Líquida Clássica**

Cromatografia consiste em uma técnica de separação de compostos presentes em uma mistura, se distribuem em duas fases: uma estacionária (sólida) e outra móvel (líquida). (RODRIGUES, 2013).

A montagem e o empacotamento da coluna cromatográfica se dão em tubos cilíndricos de vidro que possui em sua extremidade uma torneira em que é colocado um pedaço de algodão para que a fase estacionária que se encontra em seu interior não escoe para fora da coluna (DEGANI; CASS; VIEIRA, 1998).

A adição de sílica na coluna ocorre por suspensão para que fique compactada de forma igualitária e não haja rachaduras, pois elas ocasionam uma separação não tão eficiente. Após o empacotamento é necessário que se passe uma certa quantidade de solvente antes da adição da amostra pela coluna para assentar melhor o sistema da sílica, enfim é adicionado a amostra que se deseja separar no topo da coluna cromatográfica (DEGANI; CASS; VIEIRA, 1998).

A separação ocorre porque há diferentes interações entre as duas fases, diferentes polaridades e assim são imiscíveis uma na outra. A fase móvel e a fase estacionária não irão dissolver ou reagir com a amostra, mas sim interagir com ela. Na fase estacionária utiliza-se um sólido, mais comumente a sílica em métodos cromatográficos por possuir alta polaridade. A fase estacionária está quimicamente ligada pois existe interação dos grupos silanóis da sílica com os compostos polares da mistura (RODRIGUES, 2013).

A fase móvel é constituída por um solvente que escoar pela coluna levando consigo frações da amostra que interagem melhor com o solvente. A escolha ou uso do solvente na fase móvel pode ser modificado durante o processo cromatográfico, podendo ser utilizado hexano, éter etílico, acetato de etila, metanol, água, ácido acético, dentre outros começando sempre pelo mais apolar. A função da fase móvel é solubilizar a mistura e remover os componentes da fase estacionária. A passagem da fase móvel pela coluna acontece por ação da gravidade que empurra o solvente para baixo o forçando a sair com pequenas frações do pigmento (LIÃO; SILVA; SILVA, 2009).

Alguns componentes são mais fortemente atraídos pela fase estacionária devido a diferença de polaridade com a fase móvel, e se movem lentamente pela coluna. Enquanto isso,

outros componentes que possuem mais afinidade com o solvente da fase móvel percorrem com mais facilidade (COELHO, 2006).

#### 4.5.2 Cromatografia em Camada Delgada

É uma técnica de adsorção líquido-sólido onde ocorre a separação de componentes presentes em uma mistura. Essa separação acontece através de duas fases, a móvel e a estacionária. A fase estacionária se baseia na camada delgada de adsorvente que fica retido sob uma lâmina, podendo ser utilizado alumina, celulose, poliamida e, a mais comum, sílica, que é uma substância porosa, amorfa, e muito polar devido a presença de grupos hidroxilas na sua composição (SILVA; BLAQUEZ JUNIOR; CUNHA, 2009).

Com a diferença de polaridade entre as duas fases a separação dos componentes da amostra têm diferentes velocidades ao passarem pela fase estacionária. O parâmetro mais importante a ser considerado do CCD é o fator de retenção ( $R_f$ ) (DEGANI; CASS; VIEIRA, 1998).

$$R_f = \frac{\textit{distância percorrida pela amostra}}{\textit{distância percorrida pelo solvente}}$$

O fator de retenção é o movimento relativo de um tipo de composto em relação com o solvente, sendo este específico para cada substância servindo para identificar a substância e assim, podendo ser quantificado, pode não exato e haver algumas alterações dependendo das condições com que a cromatografia é feita.

É muito comum a utilização de placas pré-fabricadas e assim, a amostra é aplicada na placa em forma de solução usando um solvente muito volátil com a ajuda de um capilar. A placa deve ser colocada dentro de uma cuba em que sua atmosfera deve estar saturada com o mesmo solvente da placa (fase móvel). As paredes laterais do interior da cuba são preenchidos com papel filtro e em seu interior é adicionado um pouco de solvente para que a atmosfera interna fique saturada. Então, a placa é depositada verticalmente dentro da cuba após a aplicação das amostras e é vedada (SILVA; BLAQUEZ JUNIOR; CUNHA, 2009).

A placa é deixada na cuba e o solvente irá subir por capilaridade até o topo da placa e assim irá arrastar os compostos menos adsorvidos na fase estacionária, separando-os dos mais

adsorvidos formando faixas de cores pela placa (DEGANI; CASS; VIEIRA, 1998). Na Figura 2, observa-se um esquema de um cromatograma obtido por CCD.

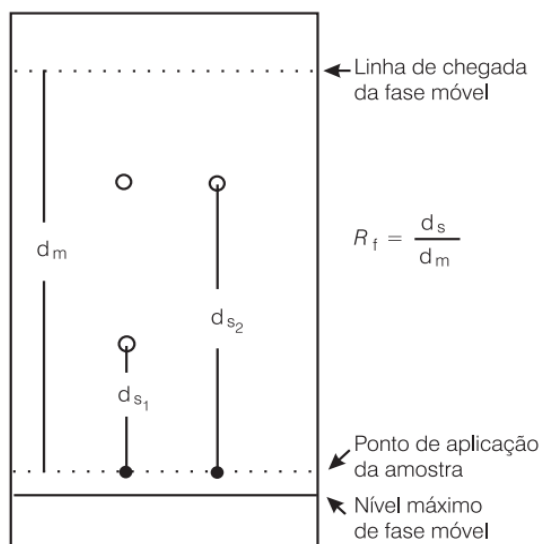


Figura 2<sup>2</sup>: Esquematização de um cromatograma obtido por CCD.

#### 4.6 Evaporador Rotativo

O evaporador rotativo, é um aparelho com o princípio da técnica de destilação, no qual é um processo que efetua a separação de dois compostos líquidos, ou líquido-sólido através da evaporação, com a diferença do ponto de ebulição.

O evaporador rotativo a vácuo, é um sistema, no qual está acoplado a uma bomba de vácuo, alterando a pressão e conseqüentemente reduzindo o ponto de ebulição dos compostos, assim acelerando o tempo da evaporação e não necessitando de uma temperatura elevada ao sistema. Em alguns casos, quando o solvente é muito volátil, usa-se apenas a temperatura.

Algumas utilidades do evaporador rotativo é poder concentrar amostras sólidas ou líquidas, separar o solvente do soluto com ponto de ebulição inferior (devido ao vácuo), assim possibilitando com que a amostra não se degrade pela alta temperatura (além de acelerar o tempo do processo), realizar uma destilação simples e por fim, poder recuperar o solvente.

<sup>2</sup> Figura 2 disponível em: <<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgUOAAJ/separacao-pigmentos-por-cromatografia-pape>>>.

#### 4.7 Câmara de revelação ultravioleta

A câmara de revelação ultravioleta consiste em uma caixa preta com três lâmpadas de luz ultravioleta que se divide em outras três regiões; UV-A (radiação de ondas longas), UV-B (radiação de ondas médias) e UV-C (radiação de ondas curtas), como mostrado na Figura 3.

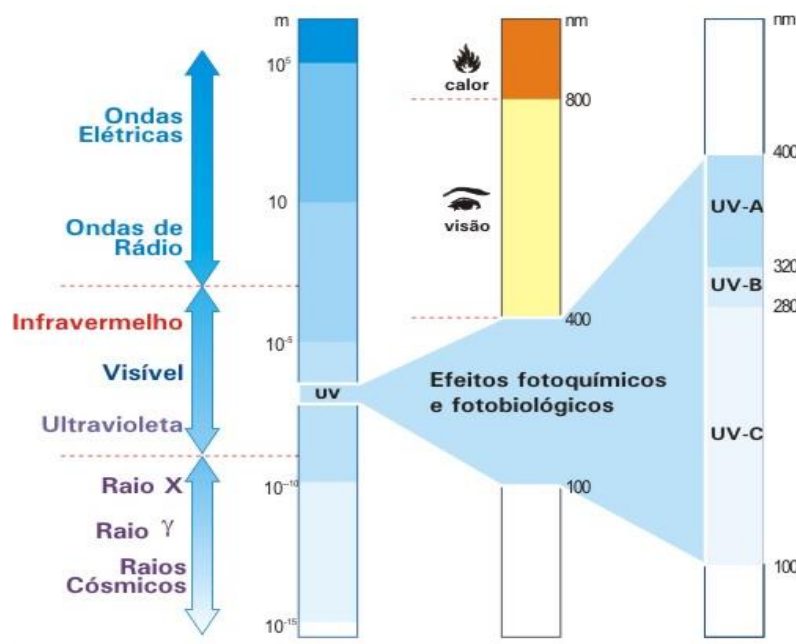


Figura 3<sup>3</sup>: Luz Ultravioleta.

A luz ultravioleta é emitida após excitação dos átomos de mercúrio que se encontram no estado gasoso, sob baixa pressão no seu interior. Um revestimento fosforescente na parte interna do tubo da lâmpada absorve a radiação e a transforma em luz visível. As lâmpadas de mercúrio são utilizadas nas câmaras de UV, espectrômetros e reações fotoquímicas, porém não possuem o revestimento fosforescente pois, nestes casos, são necessárias as radiações do ultravioleta e não as da região do visível (ALVARENGA; SALIBA; MILAGRES, 2005).

#### 4.8 Espectroscopia de Fluorescência

Um fluorímetro ou fluorômetro é um dispositivo para medir os parâmetros da luminescência. Na Figura 4 pode-se observar, que a luz é refletida em um monocromador de excitação, onde passa a ter apenas um certo comprimento de onda, e então é incidido na

<sup>3</sup> Figura 3 disponível em: <<https://www.akarilampadas.com.br/aplicacoes/introducao-a-luz-ultravioleta-uv-c.php>>.

amostra, esta absorve uma quantidade de luz, e também emite. A luz que é emitida (já com outro comprimento de onda) é refletida para um monocromador de emissão, e então é detectado e registrado. O resultado da análise é um espectro de emissão, representado pela intensidade versus comprimento de onda. Com isto é possível calcular o comprimento de onda emitido por uma amostra identificando a diferença entre o comprimento de onda de absorção e emissão, podendo conhecer a intensidade de fluorescência depois da excitação por um certo espectro de luz.

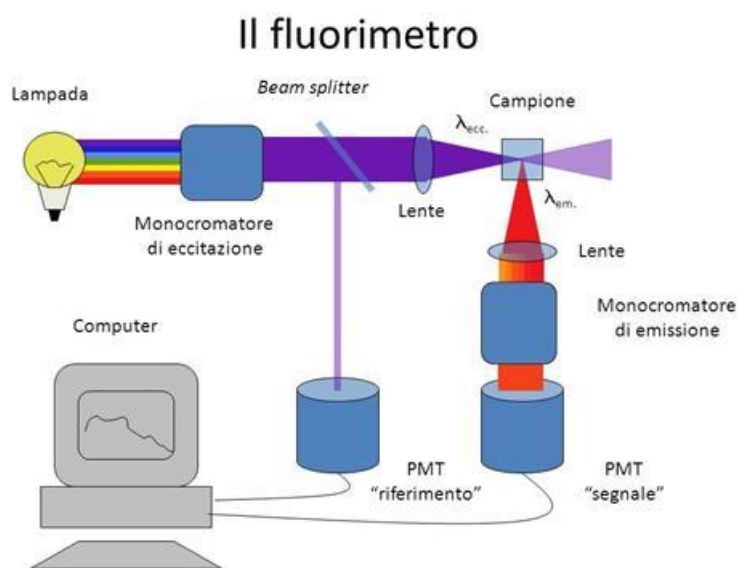


Figura 4<sup>4</sup>: Funcionamento do fluorímetro.

#### 4.9 Espectroscopia na região do ultravioleta visível

A espectroscopia tem uma ampla aplicação na caracterização de uma série de propriedades de diversas espécies orgânicas e inorgânicas.

A espectroscopia na região do UV-vis, envolve a espectrofotometria, ou seja, a espectroscopia de fótons. O aparelho usado é o espectrofotômetro de UV-visível, cuja o qual mede a quantidade de luz que foi absorvida pela amostra, que por sua vez, é usualmente líquida.

A luz UV e/ou visível em um certo comprimento de onda é inserida na amostra, na qual irá absorver uma certa quantidade e/ou emitir, assim o aparelho detecta a quantidade

<sup>4</sup> Figura disponível em: <<http://slideplayer.it/slide/980054/>>.

absorvida, revelando um espectro ultravioleta-visível no qual é basicamente, um gráfico da absorvância versus o comprimento de onda na faixa do ultravioleta e/ou visível.

## **5 METODOLOGIA**

A marca delimitada foi a Faber-Castell, nas cores verde, vermelho e azul, tanto para marcadores de quadro branco e de retroprojektor.

### **5.1 Extração da tinta**

A primeira etapa para de realizar uma extração é a imersão em solventes. A diferença de polaridade do soluto e solvente influi diretamente na escolha do melhor solvente. Entretanto não se conhece a polaridade do pigmento tratado, sua composição, etc. Com isso foi realizado alguns testes com solventes polares, como a acetona e o etanol, e também com solvente apolar como o hexano.

Primeiramente foi realizado a imersão dos tubos de tinta em solventes. Para isso, foi removido a parte superior das canetas para retirar os tubos de tinta do interior das embalagens. Os tubos de tinta foram cortados na dimensão de 3cm cada um. Em seguida adicionou-se os solventes polares e apolares em tubos de ensaio previamente identificados, sendo assim 18 tubos de ensaio cada um com 20 mL de solvente, seis contendo hexano, seis contendo etanol e seis contendo acetona, já que haviam seis diferentes marcadores. Após isso os pedaços dos tubos de tinta foram mergulhados nos solventes e permaneceram durante 15 minutos para a completa extração das tintas.

### **5.2 Escolha de solvente e visualização do efeito solvatocrômico**

Esta etapa tem por objetivo identificar qual o melhor solvente para a extração das tintas dos marcadores e também é útil para investigar se algum solvente possui efeito de solvatocromismo.

As amostras foram levadas para a câmara de revelação com luz ultravioleta (UV) para observar a existência da propriedade de luminescência, e também avaliar o efeito solvatocrômico, ou seja, se o pigmento altera sua cor dependendo da polaridade do solvente utilizado.

Os critérios para a escolha dos solventes foram: a disponibilidade do solvente no laboratório e o desempenho do mesmo ao realizarem os experimentos, por exemplo, a quantidade que se extraiu ou a presença do efeito solvatocrômico.

### **5.3 Recuperação do solvente e incorporação da tinta em sólido**

Com intuito de facilitar as etapas posteriores, a solução obtida pela extração dos solventes foi concentrada em sílica gel, utilizando o evaporador rotativo, separando o solvente da tinta, para obter-se uma porção mais pura, assim como recuperar os solventes utilizados.

### **5.4 Fragmentação da tinta**

#### **5.4.1 Cromatografia Líquida Clássica**

Efetuuou-se a técnica de coluna cromatográfica para os marcadores para retroprojeter e uma única para o marcador para quadro branco de cor vermelha. Seu procedimento era iniciado com hexano, solvente apolar, e gradativamente prosseguimos para solventes mais polares sendo a ordem hexano, acetato de etila, acetona, etanol e ácido acético.

Também para melhor efeito da coluna a troca de solventes ocorria com proporções, sendo que quando alternamos para acetato de etila adicionava-se em proporções de  $\frac{3}{4}$  de hexano e  $\frac{1}{4}$  acetato de etila. Posteriormente  $\frac{1}{2}$  de hexano e  $\frac{1}{2}$  de acetato de etila,  $\frac{1}{4}$  hexano e  $\frac{3}{4}$  acetato de etila, para então adicionar para acetato de etila puro. Essa técnica foi utilizada em todas as trocas de solventes.

Para preparação da coluna era inserido uma pequena camada de algodão no interior da coluna próximo ao bico evitando a saída da sílica, essa que era inserida aos poucos misturada em hexano. Ao tanto que descia em suas poucas gotas o hexano carregava sílica que ao chegar na camada de algodão se empacotava, com intuito de evitar rachaduras era utilizado um bastão com ponta de borracha, para realizar choques mecânicos externos, e então, a sílica se empacotar corretamente. Os parâmetros para troca do recipiente ao qual saía o solvente com pigmento era a troca de coloração ou tons de cores diferentes a olho nu e/ou com auxílio da luz negra.

## **5.4.2 Cromatografia em Camada Delgada**

Para verificar se as frações extraídas no item 5.4.1 estavam puras, foi realizada a cromatografia em camada delgada com as amostras do quadro branco, pois se não houvesse a mistura de pigmentos, não seria necessário o gasto de solventes para se realizar a coluna cromatográfica, e também de algumas amostras do marcador para retroprojeter. O solvente utilizado foi a acetona.

## **5.5 Caracterização das frações**

Para a caracterização do pigmento e a sua identificação, foram utilizados três métodos: a espectroscopia na região do ultravioleta visível, a câmara de revelação ultravioleta e a espectroscopia de emissão fluorescente.

### **5.5.1 Câmara de Revelação Ultravioleta**

As amostras obtidas do item 5.4.1 foram levadas à câmara de revelação ultravioleta, na qual foram expostas a luz do tipo UV-A (apresenta o comprimento de onda entre 320-400 nm), UV-B (comprimento de onda entre 280-320 nm) e UV-C (comprimento de onda menor de 280 nm) assim possibilitando identificar se o pigmento apresenta ou não propriedade de fluorescência.

### **5.5.2 Espectrofotometria de Ultravioleta-Visível**

Os pigmentos foram analisados num espectrofotômetro de UV-Visível a fim de identificar suas principais bandas de absorção na região do visível e na região do ultravioleta, assim proporcionando sua caracterização.

As frações foram ressuspensas nos solventes acetona e etanol para que assim fossem analisadas no espectrofotômetro, nas faixas entre 300-800 nm e em seguida comparadas a tabelas da literatura.

### **5.5.3 Emissão fluorescente**

As amostras utilizadas foram ressuspensas em metanol (HPLC) e as análises foram

realizadas em diferentes comprimentos de onda de excitação, de acordo com as informações obtidas na espectroscopia de UV visível. A análise foi conduzida nas na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Departamento de Química.

## 5.6 Aplicação em tecido

Foi realizado teste para a aplicação da tinta dos marcadores em tecido com uma técnica tradicional, um com tecido de algodão alvejado (pronto para a incorporação) e um de viscose (fibra artificial de celulose).

Para a efetivação do processo foram pesadas duas amostras de tecido viscose e duas de algodão alvejado, cada uma com cinco gramas. Posteriormente, preparou-se em uma máquina de banho maria (BMA-B), com quatro banhos de tingimento (como observa-se na Figura 5), todos com 80 mL de água homogeneizado com cinco gramas de cloreto de sódio, no qual age sobre a água, tornando o líquido saturado, ou seja, a água fica sem espaço para a tinta que se soltaria da roupa. Segundo Ribeiro (2011), químico da USP, o natural seria a tinta fluir para a água, mas com a presença do sal permanece no tecido (apud REVISTA MUNDO ESTRANHO, [201-]).



Figura 5: Aparelho de BMA-B  
Fonte: Autoria própria.

Para a tinta ser dispersa homogeneamente pelo tecido foram adicionados 0,03g de um dispersante em todos os banhos, e quando a água estava em uma temperatura de 40 graus,

adicionou-se a tinta imersa em 20 mL de água, contendo 4% de corante calculado sobre o peso do material a ser tingido. A relação de banho utilizada foi de 1:20 m/v, ou seja, cada grama de tecido imersa em 20 mL de banho (volume total de cada banho foi de 100 mL). Ao chegar a temperatura desejada, 80 graus, adicionou-se aos poucos 1,4 g de barrilha, mais usualmente chamado de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), este com função de alcalinizar o banho acelerando o processo. Foi mantido os banhos com agitação constante por uma hora, a 80 graus, para que a celulose não se degrade, e a reação ocorra rapidamente.

Após o processo, os tecidos foram retirados e o pH foi regulado com a adição de ácido cítrico, os tecidos passaram por um processo de lavagem com água quente e detergente, para retirar o excesso da tinta e então verificar se houve a incorporação da tinta aos tecidos, esse processo é conhecido como sangragem.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar a imersão em solventes (Figura 6), observou-se que as amostras mergulhadas em hexano (apolar) não interagiram com o mesmo, ou seja, pouco se extraiu com este solvente, chegando a conclusão de que as tintas dos marcadores são polares, portanto, o solvente hexano foi excluído.



Figura 6: Imersão em solventes.  
Fonte: Autoria própria.

Para marcadores de quadro branco o melhor solvente foi o etanol (se extraindo uma melhor quantidade), porém a acetona também se mostrou eficiente. Já com os marcadores

para retroprojektor, obteve-se melhores resultados com a acetona. De posse desses resultados, conclui-se que o melhor solvente a ser utilizado seria a acetona, já que se observou uma melhor atuação dela em comparação aos outros solventes testados. A acetona ( $C_3H_6O$ ) possui uma ligação  $C=O$  (Figura 7) a qual é altamente polarizada, isto confere a acetona um composto polar.

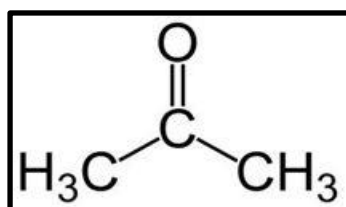


Figura 7<sup>5</sup>: Fórmula estrutural da acetona.

Em relação às cores observadas quando imerso em solventes pode-se constatar que quando em hexano, as cores depois de uma breve agitação tornaram-se “mortas” e opacas, diferentes de quando em acetona que apresentaram um tom vibrante.

Após a extração a tinta foi concentrada no evaporador rotativo (Figura 8), incorporando-a juntamente com sílica gel e facilitando as próximas etapas. Os solventes em que estavam mergulhados os tubos dos marcadores foram recuperados e reutilizados posteriormente na coluna cromatográfica.



Figura 8: Evaporador rotativo concentrando a cor azul do marcador para retroprojektor.

Fonte: Autoria própria.

A segunda etapa da extração é a separação dos diversos pigmentos, que compõem a tinta, para realizar a separação foi utilizado à coluna cromatográfica. No teste de imersão em solventes percebeu-se que a tinta tem um caráter polar, portanto iniciou-se a fase móvel com um solvente apolar, para a tinta não ter interação total com solvente e sair como uma única

<sup>5</sup> Figura disponível em: < <http://www.infoescola.com/compostos-quimicos/acetona/>>

mistura. No decorrer do método efetuou-se a mudança de polaridade gradativamente na coluna para solventes mais polares. Inicialmente a coluna era preparada com hexano e em seguida com acetona e etanol, porém, devido a acentuada diferença de polaridade alterou-se para acetato de etila entre o hexano e a acetona.

Com a cor azul (Figura 9) para retroprojeter foram extraídas 8 frações (Figura 10), sendo que o empacotamento foi realizado com hexano e com a tinta dissolvida em acetona, para que permanecesse em meio líquido e fosse adicionada com ajuda de um conta gotas. As primeiras frações a sair apresentaram coloração azul e depois da 4ª fração apresentaram uma mistura entre azul e verde musgo que quando exposta a luz negra se tornava inteiramente verde. A luz negra, assim como, a lâmpada ultravioleta (UV), emitem radiação ultravioleta, a diferença é que a luz negra emite radiação em uma baixa intensidade, o que não causa mal a saúde humana. Por este motivo utilizamos a luz negra para acompanhar o processo de eluição na coluna cromatográfica (INSTITUTO NEWTON C. BRAGA, 2014).



Figura 10: Frações do marcador para retroprojeter azul.

Fonte: Autoria própria.

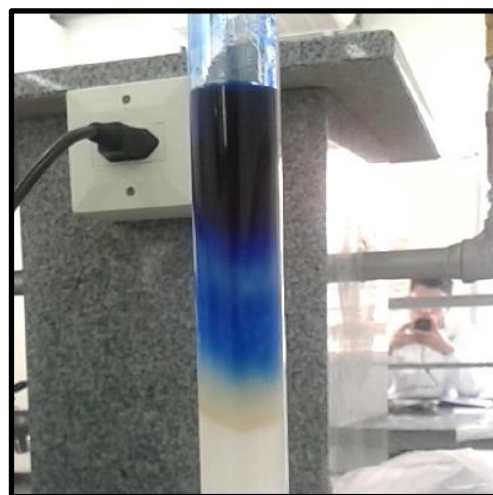


Figura 9: Coluna cromatográfica do marcador para retroprojeter azul.

Fonte: Autoria própria.

A separação das cores do marcador para retroprojeter de cor vermelha (Figura 11), quando dissolvido em acetona luminescia um laranja vívido a luz normal e também quando submetidas à luz UV. Suas frações obtidas estavam também na cor laranja, uma pequena porção azul bebê e um rosa no início da eluição, somando ao total 10 frações (Figura 12). A luz negra mostrou-nos que o fragmento laranja aumentava seu brilho e a fração rosa apresentava uma cor verde claro sob radiação UV.



Figura 12: Frações do marcador para retroprojektor vermelho.

Fonte: Aatoria própria.

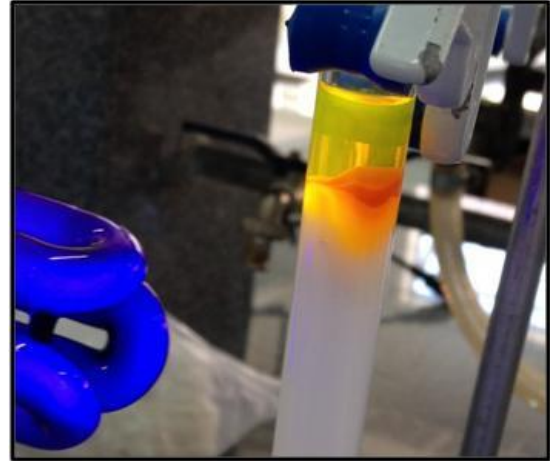


Figura 11: Coluna cromatográfica do marcador para retroprojektor vermelho.

Fonte: Aatoria própria.

O marcador para retroprojektor verde (Figura 13) por sua vez não apresentou nenhuma porção fluorescente na luz UV e em suas frações exibiu variações de azul e amarelo, resultando um total de 6 frações.

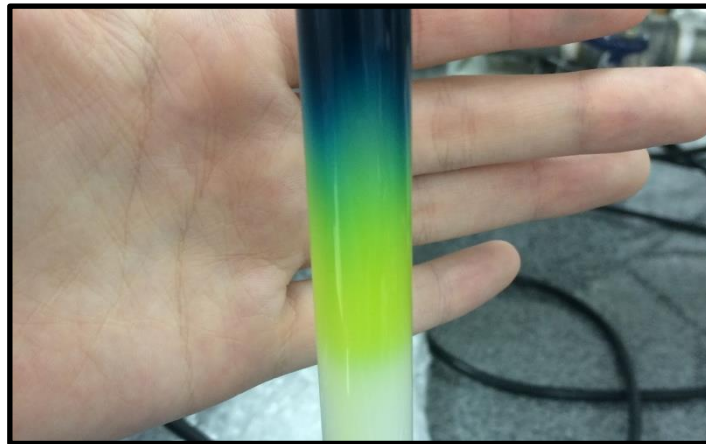


Figura 13: Coluna cromatográfica do marcador para retroprojektor verde.

Fonte: Aatoria própria.

As frações obtidas pela coluna cromatográfica foram levadas para câmara de revelação ultravioleta, ao observar a olho nu, em sua maioria, fluorescem. Na Figura 14, pode-se observar três frações na câmara de revelação ultravioleta, sendo elas de marcador para retroprojektor nas cores verde, azul e vermelha respectivamente.



Figura 14: Frações expostas a luz UV.  
Fonte: Autoria própria.

Dentre os marcadores para quadro branco foi efetuada a coluna cromatográfica apenas para o marcador de cor vermelha, obteve-se frações todas de cor vermelha, então para conferir se era o mesmo pigmento em todas as frações, realizou-se uma cromatografia em camada delgada (CCD) e assim confirmou-se que havia apenas um pigmento. Por tanto, para os outros marcadores de quadro branco (verde e azul) foi preparada somente a CCD ao invés da coluna cromatográfica para menor consumo de solvente e observou-se que os marcadores azuis e verdes também possuíam apenas um pigmento (uma fração), porém nenhum mostrou fluorescência perante a luz ultravioleta.

A análise no espectrofotômetro de ultravioleta visível nos forneceu um espectro da absorbância *versus* o comprimento de onda, entre 300-800nm para todas as frações analisadas (pois o aparelho não estava funcionando com um menor comprimento de onda, na região do UV). O Quadro 1 mostra as bandas de absorção das amostras, e está disposto com os marcadores na parte superior e as frações à esquerda, foi registrado as bandas de absorção para cada fração, no qual para algumas foi encontrado mais de uma banda de absorção, assim algumas células possuem mais de um valor.

Quadro 1: Banda de absorção das frações dos marcadores em nm.

Frações	Retroprojektor Vermelho	Retroprojektor Azul	Retroprojektor Verde	Quadro Branco Vermelho	Quadro Branco Azul	Quadro Branco Verde
<b>1<sup>a</sup></b>	435 nm	605 nm	375 nm 320 nm	500 nm 325 nm	590 nm 365 nm 310 nm	620 nm 370 nm 310 nm
<b>2<sup>a</sup></b>	620 nm 530 nm	620 nm 550 nm 370 nm	435 nm			
<b>3<sup>a</sup></b>	520 nm	615 nm	435 nm 375 nm			
<b>4<sup>a</sup></b>	525 nm	530 nm 385 nm	365 nm 370 nm			
<b>5<sup>a</sup></b>	525 nm	530 nm 380 nm	600 nm			
<b>6<sup>a</sup></b>	530 nm	525 nm	330 nm 305 nm			
<b>7<sup>a</sup></b>	530 nm	525 nm 340 nm				
<b>8<sup>a</sup></b>	530 nm 435 nm 375 nm	520 nm 600 nm 550 nm				
<b>9<sup>a</sup></b>	530 nm 435 nm					
<b>10<sup>a</sup></b>	525 nm					

Fonte: Autoria própria.

Foi encontrado na literatura um quadro com as cores visualizadas em regiões dos comprimentos de onda (Quadro 2) juntamente com a luz absorvida para ser utilizado em comparações de bandas e cores visualizadas pessoalmente.

Quadro 2<sup>6</sup>: Comprimento de onda para cor absorvida e visualizada.

<b>Comprimento de onda (nm)</b>	<b>Energia (eV)</b>	<b>Cor da luz absorvida</b>	<b>Cor visualizada</b>
400-420	3,10-2,95	violeta	verde-amarelado
420-450	2,95-2,76	violeta-azulado	amarelo
450-490	2,76-2,53	azul	laranja
490-510	2,53-2,43	ciano	vermelho
510-530	2,43-2,34	verde	magenta
530-545	2,34-2,28	verde-amarelado	violeta
545-580	2,28-2,14	amarelo	violeta-azulado
580-630	2,14-1,97	laranja	azul
630-720	1,97-1,72	vermelho	ciano

Para o marcador de retroprojeter de cor vermelha a banda de absorção na faixa entre 520 nm e 530 nm se repetiu em praticamente todas as frações. As colorações a olho nu destas frações eram de cor laranja variando a tonalidade. Estas bandas obtidas encontram-se na faixa do visível, observando o Quadro 1 pode-se concluir que a cor absorvida corresponde a cor verde. Porém, a primeira, oitava e nona fração mostraram absorção eram de coloração laranja amarelada, estas mostraram absorção na região de 435 nm, correspondendo ao violeta azulado, segundo o Quadro 1, além disso a segunda fração azul bebê apresentou uma banda de absorção na faixa de 620 nm correspondente a cor visualizada azul. Segundo PEDROSA (1982), os pigmentos são obtidos por diversas cores, ou seja, substâncias que apresentam diferentes absorções na região do visível do espectro eletromagnético. As três cores primárias dos pigmentos são magenta, ciano e amarelo (PEDROSA, 1982). Era de se esperar que as frações de vermelho estivessem nas regiões de absorção do ciano.

Já o marcador para retroprojeter azul tem bandas bem variadas entre 520 nm a 530 nm - equivale a cor emitida magenta - do 600 nm ao 620 nm - cor visualizada azul - e 340 nm ao 380 nm que correspondem ao espectro na faixa do ultravioleta, é curioso que em frações que era possível observar tanto a cor verde e azul ao mesmo tempo apresentou apenas uma banda de absorção no espectro eletromagnético da luz na região do visível.

A cor verde do retroprojeter por sua vez apresenta as faixas no visível 435 nm (amarelo) e 600 nm (azul), as quais realmente combinam com a cor visualizada pessoalmente e além disso as frações contém bandas no ultravioleta indo do 305 nm ao 320 nm.

<sup>6</sup> Quadro disponível em: <<http://www.iq.usp.br/fmvichi/html/EXP%204.pdf>>.

Os marcadores de quadro branco não possuíam frações quando analisados na CCD, ou seja, apenas um composto havia em sua composição, por isso realizou-se apenas um teste, dissolvidos em etanol, as cores vermelho e azul se encaixaram muito bem em seus valores sendo respectivamente 500 nm (cor visualizada Vermelho) e 590 nm (cor visualizada Azul), o verde, entretanto possui uma banda de 620 nm que corresponde a cor visualizada ciano e a olho nu se via verde, além disso, todos os marcadores para quadro branco possuíam bandas em faixas ultravioleta. Na Figura 15, observa-se o resultado da CCD das frações 5, 6, 7, 8, 9 e 10 do marcador azul para retroprojektor.

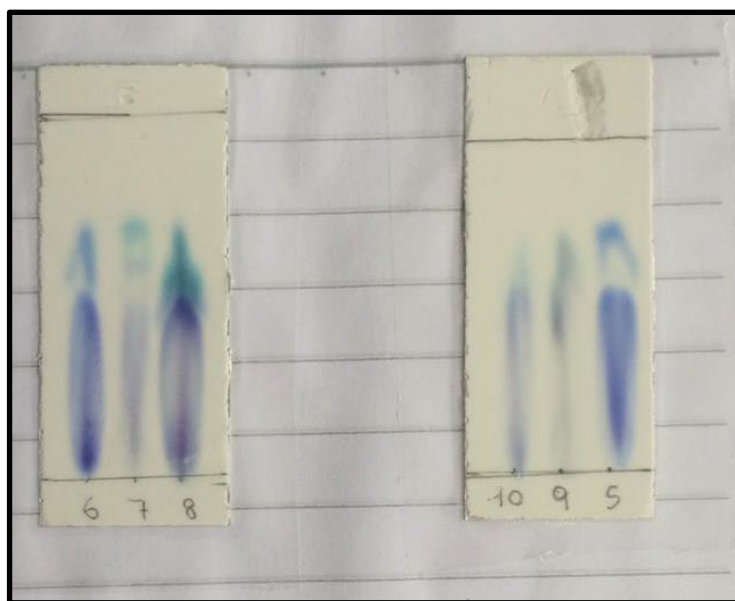


Figura 15: CCD das frações 6, 7, 8, 10, 9 e 5, respectivamente, do marcador para retroprojektor azul.  
Fonte: Autoria própria.

As frações de pigmento estavam dissolvidas em soluções de etanol para serem analisadas, pois o pigmento, quando puro, adere-se em vidrarias impossibilitando as análises. Por estar diluído em etanol, o equipamento só conseguiu identificar o solvente presente nas amostras e não o soluto, conseqüentemente não se conseguiu obter os resultados esperados.

Os resultados de emissão fluorescente mostram um espectro de fluorescência ou espectro de emissão, os quais são representados por uma curva de intensidade (I) versus o comprimento de onda ( $\lambda$ ) em nanômetros, como mostra a Figura 16.

Ao incidir um fóton sobre uma molécula, ocorre uma excitação do elétron do estado fundamental para o estado excitado, num tempo de aproximadamente  $10^{-15}$ s, neste processo ainda ocorre a relaxação interna entre os subníveis de energia, no período de tempo de  $10^{-12}$ s. O elétron permanece neste estado de relaxação até o retorno ao seu estado fundamental, com a emissão de um fóton, após um tempo da ordem de  $10^{-9}$ s, caracterizando assim uma emissão

fluorescente. O que observou-se na Figura 16 para a amostra “3R verde” (terceira fração do marcador para retroprojeto verde) foi um pico de emissão, podendo ser observado que assim que a amostra foi excitada em 435 nm, suas moléculas absorvem esta energia e em seguida emitem fluorescência em uma intensidade de aproximadamente 7800.

O pico de emissão é observado em 498,4 nm, ainda de acordo com o espectro da Figura 16, observou-se que a intensidade aproximou-se de 8000. Segundo Takara (2006) um bom fluoróforo apresentaria uma intensidade de 50000.

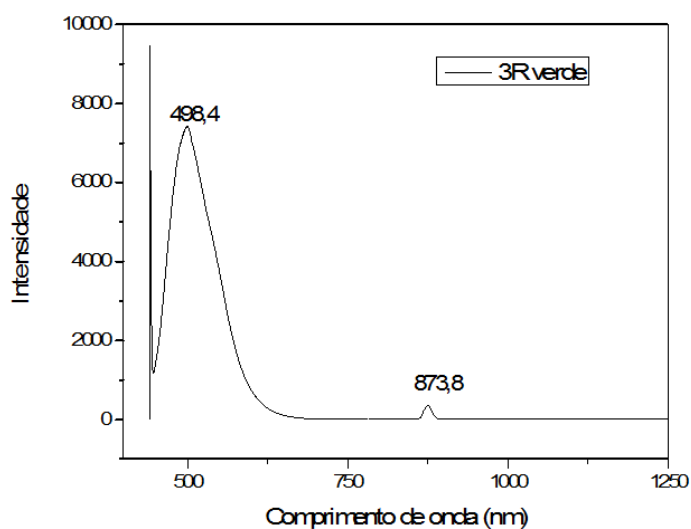


Figura 16: Espectro de emissão fluorescente para a amostra 3R Verde excitada em 435 nm.

Fonte: Autoria própria.

Para a amostra *4R Verde* (fração quatro, do marcador para retroprojeto verde) a excitação foi na região de 365 nm, região escolhida pelo resultado de espectroscopia na região do ultravioleta-visível, o espectro de emissão é mostrado na Figura 17.

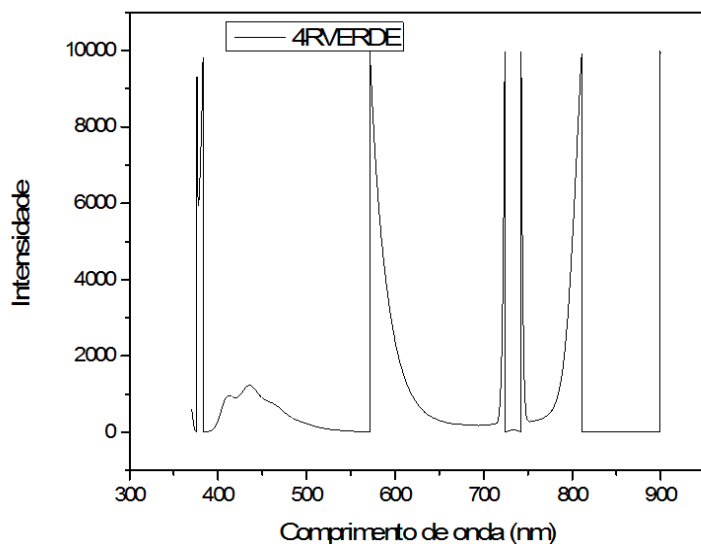


Figura 17: Espectro de emissão fluorescente para a amostra 4R Verde excitada em 365 nm.

Fonte: Autoria própria.

Observa-se na Figura 17 que a amostra não resultou em nenhuma banda de emissão, houve diversas tentativas em comprimentos de onda: 365 nm, 580 nm, 780 nm, isto significa que a amostra não apresenta fluorescência. Os diversos picos aparentes na Figura 17 é resultado destas sucessivas excitações da amostra na tentativa de obter algum pico de fluorescência.

A Figura 18 mostra o espectro de emissão para a amostra “8R Vermelho” (fração oito do marcador para retroprojektor na cor vermelha) excitada em 525 nm. Observou-se uma fraca fluorescência assim que a amostra foi excitada, com baixa intensidade próxima de 1000. Outras amostras ainda foram submetidas à análise de emissão fluorescente, mas estas não apresentaram emissão fluorescente, podendo simplesmente não ter esta propriedade ou ainda estarem com outras frações de cores em seu meio, ou seja, não puras. No gráfico é possível ver uma reta de emissão com um decaimento em seguida próximo a faixa do 630 nm, a qual a amostra sofreu uma segunda excitação para saber se emitiria fluorescência.

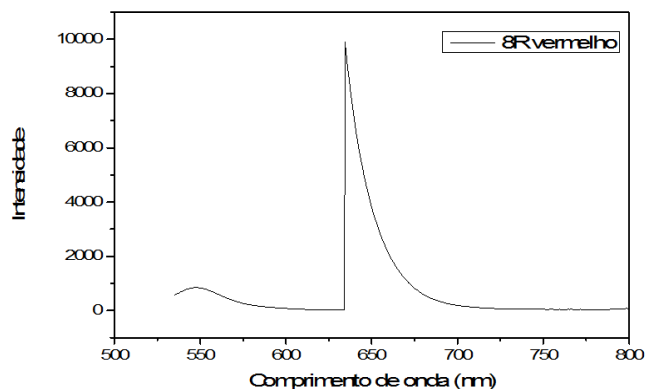


Figura 18: Espectro de emissão fluorescente para a amostra 8R Vermelho excitada em 525 nm.

Fonte: Autoria própria.

Após toda a extração e caracterização realizou-se a aplicação dos pigmentos que estava relacionada com nossa terceira hipótese, no qual se afirmava que os pigmentos extraídos dos marcadores podem ter aplicação em materiais, como tintas para interiores e tecidos. Com o passar da pesquisa identificou-se que seria melhor, devido à quantidade, realizar a aplicação com a tinta em si, e não com o pigmento extraído (as frações), e devido ao tempo, aplicou-se apenas em tecido. Na metodologia do projeto, seria adicionado o pigmento ao fixador e depois feito a lavagem para verificar se houve as incorporações, porém foram realizados alguns ajustes e optou-se por utilizar uma técnica tradicional.

Primeiramente seria adicionada ao tecido viscosa a tinta do marcador de quadro branco azul e do retroprojeto vermelho, e no tecido de algodão alvejado a tinta do retroprojeto azul e do quadro branco vermelho. Percebem-se visualmente quando adicionada a tinta do quadro branco azul no banho com o tecido de viscosa, não houve interação com a água e quase nada com o tecido, permanecendo na sílica, então não se adicionou o vermelho de quadro branco, pois não iria ter interação novamente. Como sobrou um banho, acrescentou-se a tinta do marcador para retroprojeto verde ao tecido de algodão, no qual o vermelho do quadro branco iria ser aplicado. As três cores do retroprojeto tiveram interação com o tecido, e após a lavagem permaneceram no mesmo, assim pode concluir-se que com a técnica de tingimento que foi utilizada pode-se fixar a tinta dos marcadores de retroprojeto, porém, não tinta dos marcadores de quadro branco.

Com o pouco tempo, não houve possibilidades para tentar outras técnicas, e nem quantificar o quanto se fixou, porém foram utilizadas aproximadamente 0,01 g de tinta (desconsiderando peso da sílica, apenas da tinta), e conseguiu-se tingir cinco gramas de tecido, sendo assim obteve-se um resultado consideravelmente bom, pois foi reutilizada a tinta de um dos marcadores. Na Figura 19 pode-se observar, os tecidos tingidos, na ordem: Vermelho Retroprojeto, Azul Retroprojeto, Azul Quadro-Branco e Verde Retroprojeto. Já na Figura 20, observam-se os tecidos quando expostos a radiações UV, na ordem: Vermelho Retroprojeto, Azul Retroprojeto e Verde Retroprojeto, os quais permanecem com a propriedade de fluorescência.

A cor azul do marcador para quadro branco, não se dissolveu completamente em água fazendo com que não permanecesse homogêneo e conseqüentemente a incorporação da tinta no tecido não foi homogênea, resultando em apenas alguns pontos coloridos no tecido e em sua maioria a não incorporação da tinta, algumas hipóteses para a tinta do marcador do quadro branco ter se dissolvido em acetona que é polar, porém não ter se dissolvido em água, no qual

também é polar, seria a intensidade da polaridade, talvez com outra técnica, que não será estudada mais afundo pelo grupo, poderia haver a incorporação da tinta ao tecido.

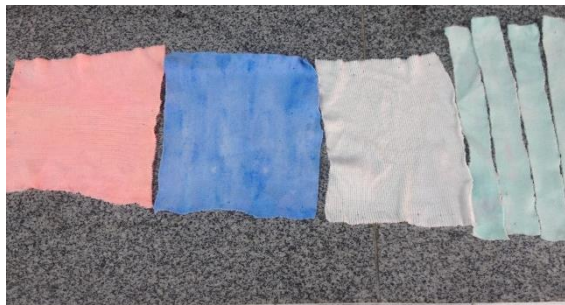


Figura 20: Tecidos tingidos.  
Fonte: Aatoria própria.



Figura 19: Tecidos expostos a luz UV.  
Fonte: Aatoria própria.

## 7 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Os solventes foram recuperados com o evaporador rotativo em etapas como a incorporação da tinta em sílica, já em etapas pós colunas cromatográficas em que havia uma mistura de solventes e necessitava-se da tinta re-suspensa em um único solvente para as análises, realizou-se uma destilação fracionada para que separasse os solventes por ponto de ebulição e assim recuperando-os. Os tubos dos marcadores foram depositados em lixos recicláveis para plástico. Já a sílica utilizada para realizar as colunas, não será tratada pelo grupo, mas será encaminhada para um descarte correto.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização desta pesquisa, pode-se concluir que com a metodologia proposta cumprimos com o primeiro objetivo específico, o qual era extrair os pigmentos dos marcadores para quadro branco e de marcadores para retroprojektor, assim corroborando a primeira hipótese.

Em relação à segunda hipótese desta pesquisa, que é “os pigmentos extraídos do marcador para quadro branco e do marcador para retroprojektor possuem a propriedade de fluorescência”, pode concluir-se que nem todos os pigmentos possuem a propriedade de fluorescência, fazendo com que a hipótese seja refutada.

Para corroborar ou refutar a terceira hipótese, o terceiro e último objetivo específico era aplicar o pigmento em tecido e em tinta para interiores, porém foi realizada apenas a

aplicação em tecido, onde o marcador de retroprojeter se mostrou eficiente na incorporação ao material, porém o marcador de quadro branco não incorporou ao tecido, assim refutando esta hipótese, mas com o consentimento de que talvez utilizando outra técnica de aplicação pudessem haver a corroboração da terceira hipótese.

Já para o segundo objetivo específico, que diz respeito à caracterização e identificação dos pigmentos, utilizou-se quatro análises, onde a análise de espectroscopia de infravermelho, por exemplo, não ocorreu de maneira desejada, na qual não se obteve resultados, assim não identificando o pigmento, mas sim caracterizando-o de maneira superficial.

Mesmo não tendo o resultado por completo, foi alcançado o objetivo geral, no qual estava proposto: Extrair e caracterizar pigmentos de marcadores para quadro branco e de marcadores para retroprojeter, para posterior aplicação em materiais.

## REFERÊNCIAS

ABRAFATI. **O ENGAJAMENTO DA INDÚSTRIA DE TINTAS NA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. [s/d]. Disponível em:

<[http://www.abrafati.com.br/wp-content/uploads/2013/04/pnrs\\_engajamento-do-setor-de-tintas\\_abril-2015.pdf](http://www.abrafati.com.br/wp-content/uploads/2013/04/pnrs_engajamento-do-setor-de-tintas_abril-2015.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2016.

ALVARENGA, Elson Santiago de; SALIBA, William Argolo; MILAGRES, Benjamin Gonçalves. **MONTAGEM DE CÂMARA COM LÂMPADA DE ULTRAVIOLETA DE BAIXO CUSTO**. Química nova. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n5/25925.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2016.

ANGHINETTI, Izabel Cristina Barbosa. **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias**. 2012. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em:

<<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/90.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

BALARDIN, Alisson et al. **Fosforescência, fluorescência e luminescência**. 2013.

Disponível em: <<http://franquimica.blogspot.com.br/2009/07/fosforescencia-fluorecencia-e.html>>. Acesso em: 06 out. 2016.

BETING, Graziella. **Futuro do Lixo**. 2012. Globo Universidade. Rio de Janeiro: v.1, n.1, 104p. Disponível em:

<<http://especial.globouniversidade.redeglobo.globo.com/livros/CadernoGUSPLimpa.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

CABREIRA, Vinicius; SANTANA, Ruth. **ANÁLISE INSTRUMENTAL APLICADA À POLÍMEROS**. Material de Apoio à Disciplina de Análise Instrumental Aplicada a Polímeros.2009. Disponível em:

<[https://chasqueweb.ufrgs.br/~ruth.santana/analise\\_instrumental/aula5b.html](https://chasqueweb.ufrgs.br/~ruth.santana/analise_instrumental/aula5b.html)>. Acesso em: 22 nov. 2016.

COELHO, Antonio Carlos Vieira. **Introdução aos Métodos Cromatográficos**. 2006.

Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAAwEAE/cromatografia>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

DEGANI, Ana Luiza G.; CASS, Quezia B.; VIEIRA, Paulo. **Cromatografia: Um breve ensaio**. 1998. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/atual.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2016.

FABER-CASTELL (Brasil). **Canetas para retroprojektor**. 2012. Disponível em: <[http://www.faber-castell.com.br/53910/FAQ/FAQ-Canetas-para-retroprojektor/fcv2\\_index.aspx](http://www.faber-castell.com.br/53910/FAQ/FAQ-Canetas-para-retroprojektor/fcv2_index.aspx)>. Acesso em: 14 jun. 2016.

INSTITUTO NEWTON C. BRAGA. **Diferença entre a Luz Negra e a Ultravioleta**. 2014. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/duvidas-dos-internautas/1375-duv065.html>>. Acesso em: 09 nov. 2016.

INTERTOX. **FISPOQ** - Ficha de informações de segurança de produtos químicos. 2011. Disponível em: <<http://www.intertox.com.br/index.php/elaboracao-revisao-adequacao-e-avaliacao-de-fispq-sds-fds>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

JULIANO, Valmir F. **Introdução aos métodos espectro analíticos**. [S/d]. Disponível em: <[zeus.qui.ufmg.br/~valmir/Espectroanalitica%20-%20Emissao%20Molecular.pps](http://zeus.qui.ufmg.br/~valmir/Espectroanalitica%20-%20Emissao%20Molecular.pps)>. Acesso em: 18 nov. 2016.

LIÃO, Luciano Morais; SILVA, Bruna Ferreira; SILVA, Larissa Carvalho. **APOSTILA - Cromatografia em Coluna**. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAjJwAK/apostila-cromatografia-coluna>>. Acesso em: 22 set. 2016.

MACHADO, Clodoaldo. **Estudo Físico-químico do Solvatocromismo e Halocromismo**. 1997. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/77049>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

MENDA, Mari. **Corantes e pigmentos**. 2011. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/quimicaviva\\_corantespigmentos](http://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos)>. Acesso em: 23 mai. 2016.

PEDROSA, I. **Da Cor à Cor Inexistente**. 3ª edição, Editora Universidade de Brasília, Rio de Janeiro, 1982.

PUCCI, Leticia. **Controle de extraíveis** (Matérias de baixo peso molecular em masterbatches). Florianópolis, UFSC. Curso de Graduação em Engenharia de Materiais. 2004.

Disponível em: <[http://www.emc.ufsc.br/controlar/arquivos/estagio/geral/arquivo\\_016-LeticiaPucci.pdf](http://www.emc.ufsc.br/controlar/arquivos/estagio/geral/arquivo_016-LeticiaPucci.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2016.

RIBEIRO, Mauro Carlos. **Como o sal evita com que as roupas desbotem?**. 2011.

Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/ciencia/como-o-sal-evita-que-as-roupas-desbotem/>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

RODRIGUES, Lucas. **O que é Cromatografia**. 2013. Disponível em:

<<http://www.quimicasuprema.com/2013/12/o-que-e-cromatografia.html>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

SILVA, Daniely de Godoy; BLAQUEZ JUNIOR, Germano; CUNHA, Gislaine Ap. da.

**Cromatografia em Camada Delgada**. 2009. Disponível em:

<[http://www.cempeqc.iq.unesp.br/Jose\\_Eduardo/Blog2013/Aula\\_28\\_06/11%20-%20Cromatografia%20em%20camada%20delgada%20LIC%202009.pdf](http://www.cempeqc.iq.unesp.br/Jose_Eduardo/Blog2013/Aula_28_06/11%20-%20Cromatografia%20em%20camada%20delgada%20LIC%202009.pdf)>. Acesso em: 8 nov. 2016.

SITIVESP (Departamento de Segurança e Meio Ambiente da SITIVESP). **Manual de Gerenciamento de Resíduos para Indústria de Tintas e Vernizes**. 2010. Disponível em:

<[http://web-resol.org/textos/manual\\_residuos.pdf](http://web-resol.org/textos/manual_residuos.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2016.

TAKARA, Marcelo. **Propriedades ópticas de absorção e emissão fluorescente do ácido orto-Aminobenzóico e Derivados em meio solvente**. Tese de Doutorado ao Programa de Pós Graduação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - Área de concentração Física Aplicada. Ribeirão Preto, SP. 132f. 2006. Disponível em:

<[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59135/tde-20042010-171410/.../Marcelo.PDF](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59135/tde-20042010-171410/.../Marcelo.PDF)>. Acesso em: 22 nov. 2016.

TERRACYCLE. Brigada de Instrumentos de Escrita Faber Castell. **Programa Nacional de Reciclagem de Instrumentos de Escrita Faber-Castell: Recicle**

seus instrumentos de escrita usados com este programa. [2016?]. Disponível

em: <<http://www.terracycle.com.br/pt-BR/brigades/brigada-de-instrumentos-de-escrita-faber-castell#>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

VENTURINI, Cristina de Garcia. **Estudos do Comportamento de Corantes Solvatocrômicos em Soluções de Ciclodextrinas**. 2005. Disponível em:

<<http://www.abqct.com.br/artigost/artigoesp20.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Espectroscopia de fluorescência molecular: O fenômeno**. PUC-RIO [s/d].

Disponível em: <[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0114349\\_03\\_cap\\_03.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0114349_03_cap_03.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Corantes, tingidores e tintas**. Curitiba. UFPR: 2013. Disponível em:

<<http://www.luteria.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2013/11/Aula-de-corantes-tingidores-e-tintas..pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **EXPERIMENTO 4 – ABSORÇÃO E EMISSÃO DE LUZ**. QFR-1101, USP: 2014. Disponível em: <<http://www.iq.usp.br/fmvichi/html/EXP%204.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2016.