

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**KELIANE PEREIRA VILAR**

**AVALIAÇÃO DE SIMILARIDADE E DIFERENÇAS ENTRE OS PIGMENTOS DE  
ESMALTES DE UNHA: utilizando cromatografia em camada delgada**

São Luís

2024

**KELIANE PEREIRA VILAR**

**AVALIAÇÃO DE SIMILARIDADE E DIFERENÇAS ENTRE OS PIGMENTOS DE  
ESMALTES DE UNHA: utilizando cromatografia em camada delgada**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Química da  
Universidade Estadual do Maranhão para  
o grau de licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Péricles Mendes  
Nunes

São Luís

2024

Vilar, Kelliane Pereira

Avaliação de similaridade e diferenças entre os pigmentos de esmaltes de unhas: utilizando cromatografia em camada delgada / Kelliane Pereira Vilar. – São Luis, MA, 2024.

67 f

Monografia (Graduação em Química Licenciatura) - Universidade Estadual do Estado do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Pérciles Mendes Nunes

1.Cromatografia em camada delgada. 2.Similaridade Química. 3.Pigmentos Cosméticos. 4.Fator de Retenção (Rf). I.Título.

CDU:543.544

**KELIANE PEREIRA VILAR**

**AVALIAÇÃO DE SIMILARIDADE E DIFERENÇAS ENTRE OS PIGMENTOS DE  
ESMALTES DE UNHA: utilizando cromatografia em camada delgada**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Química da  
Universidade Estadual do Maranhão para  
o grau de licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Péricles Mendes  
Nunes

Aprovada em: 16/12/2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 PERICLES MENDES NUNES  
Data: 26/12/2024 16:56:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Péricles Mendes Nunes - (Orientador)**  
Presidenta da banca  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Documento assinado digitalmente  
 ILNA GOMES DA SILVA  
Data: 30/12/2024 07:44:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof<sup>a</sup>. Me. Ilna Gomes da Silva**  
Avaliador 1  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Documento assinado digitalmente  
 ALAMGIR KHAN  
Data: 27/12/2024 14:18:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Alamgir Khan**  
Avaliador 2  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter sido meu alicerce durante toda a minha vida acadêmica. Nos momentos de cansaço e dúvidas, foi o teu amor que me renovou. Obrigada Senhor, por não permitir que eu desistisse, mesmo quando os desafios pareciam maiores que a minhas forças.

Aos meus amados pais Maria Lucia Alves Pereira e o senhor José de Ribamar Ribeiro Vilar, por ser o alicerce da minha vida, acreditando em mim e oferecendo apoio incondicional em cada etapa.

Às minhas irmãs, Cristiane e Fabiana, pela cumplicidade e palavras de incentivo que sempre iluminaram meu caminho.

Às minhas primas, que foram verdadeiramente incríveis e me ajudaram nos momentos em que mais precisei.

À Profa. Dra. Ana Paula Ruani que durante o meu estágio compartilhou suas experiência comigo.

Aos amigos que conheci durante esse período acadêmico: Valéria, Sayonara, Alany, Cleisson, José, Paulo e Riquelme. Agradeço por compartilharem comigo essa caminhada, dividindo experiências, alegrias e desafios.

Às minhas queridas amigas Francymar e Valquiria, e à psicóloga amiga Natalia Raposa, por me acompanharem e apoiarem nos momentos difíceis.

Às minhas tias, que estiveram sempre em oração por mim, e à dona Analea, que me acompanhou em alguns momentos importantes.

Aos professores da Universidade Estadual do Maranhão, pelo conhecimento transmitido e pela dedicação ao longo dessa trajetória.

Ao meu orientador Professor. Dr. Péricles Mendes Nunes, por acreditar na minha ideia e desenvolvê-la comigo essa excelência.

À Universidade Estadual do Maranhão, pela oportunidade de aprendizado e crescimento.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho. Meu muito obrigada!

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação comparativa entre os pigmentos presentes em esmaltes de unhas de diferentes marcas, utilizando a técnica de cromatografia em camada delgada (CCD). Foram analisados fatores de retenção ( $R_f$ ) e interações químicas, com foco em identificar similaridades e diferenças entre as formulações químicas. A metodologia incluiu a aplicação de solventes variados, como acetato de etila, hexano, álcool metílico e acetonitrila, além de misturas binárias e ternárias, visando aperfeiçoar a separação dos pigmentos. Os resultados revelaram que a escolha do solvente influencia diretamente a mobilidade e a separação dos componentes. Para os resultados analisou-se que as marcas Colorama® e Impala®, no eluente álcool metílico na revelação a vapor de iodo apresentaram a maior similaridade em relação aos pigmentos utilizados, especialmente nas cores rosa, azul, roxo, amarelo e vermelho, onde todas as marcas mostraram o mesmo valor de fator de retenção  $R_f=1$ , indicando a presença de pigmentos semelhantes. Em contraste, a marca Risqué® apresentou diferenças significativas, especialmente na cor verde, onde seus pigmentos não estavam presentes nas outras duas marcas, com um valor de  $R_f=0,81$ . Assim, Colorama® e Impala® são as marcas mais semelhantes em termos de composição de pigmentos, enquanto Risqué® se destaca por ter uma composição diferente em algumas cores.

**Palavras-chave:** Cromatografia em camada delgada. Similaridade Química. Pigmentos Cosméticos. Fator de Retenção ( $R_f$ ).

## ABSTRACT

This study aimed to perform a comparative evaluation of the pigments present in nail polishes of different brands, using the thin layer chromatography (TLC) technique. Retention factors (Rf) and chemical interactions were analyzed, with a focus on identifying similarities and differences between the chemical formulations. The methodology included the application of various solvents, such as ethyl acetate, hexane, methyl alcohol and acetonitrile, in addition to binary and ternary mixtures, aiming to improve the separation of the pigments. The results revealed that the choice of solvent directly influences the mobility and separation of the components. For the results, it was analyzed that the brands Colorama® and Impala®, in the methyl alcohol eluent in the iodine vapor development, presented the greatest similarity in relation to the pigments used, especially in the colors pink, blue, purple, yellow and red, where all brands showed the same value of retention factor  $R_f = 1$ , indicating the presence of similar pigments. In contrast, the Risqué® brand presented significant differences, especially in the green color, where its pigments were not present in the other two brands, with a value of  $R_f=0.81$ . Thus, Colorama® and Impala® are the most similar brands in terms of pigment composition, while Risqué® stands out for having a different composition in some colors.

**Keywords:** Thin-Layer Chromatography. Chemical Similarity. Cosmetic Pigments. Retention Factor (Rf).

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Origem e desenvolvimento dos esmaltes de unhas .....	11
2.2 Composição Química dos Esmaltes de Unhas .....	12
2.2.1 Identificação de Pigmentos Esmaltes de Unhas: Qualidade e Segurança .....	13
2.3 Cromatografia.....	15
2.3.1 Fator de Retenção, eluente e eluição .....	16
<b>3 MATERIAIS E METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Materiais Utilizados para Realização da Separação de Pigmentos de Esmaltes .....	18
3.2 Local da Pesquisa.....	19
3.3 Tipo de Pesquisa .....	19
3.4 Processo de desenvolvimento da pesquisa.....	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>24</b>
4.1 Análise das amostras de esmaltes de unha .....	24
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde tempos antigos, a busca por acessórios e beleza pessoal tem evoluído junto com o avanço na química e a cosmetologia. Os esmaltes de unhas, que hoje encontramos em uma grande diversidade de cores e acabamentos, tornaram-se um acessório indispensável para muitos, principalmente para as mulheres. Com o passar dos anos, a formulação desses produtos e compostos orgânicos tem sido aprimorada para atender tanto à estética quanto a segurança do uso. Muito se discute sobre as propriedades dos esmaltes, especialmente quanto à sua composição química e os impactos dos pigmentos e funções orgânicas na qualidade e durabilidade desses produtos. De acordo (ABRAS, 2013), o Brasil se destaca como o segundo país que mais consome esmaltes no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos.

A busca pela estética e pelo cuidado com a aparência tem impulsionado o crescimento da indústria cosmética, promovendo inovações constantes no desenvolvimento de produtos. Embora os cosméticos estejam presentes diariamente na vida das pessoas, ainda existe um certo desconhecimento quanto aos seus componentes químicos (MUNCHEN, 2012). No caso dos esmaltes de unhas, essa prática é amplamente aceita na sociedade moderna, refletindo não só valores estéticos, mas também aspectos culturais e históricos. Desde as civilizações antigas, como os egípcios e chineses, que utilizavam pigmentos naturais para colorir as unhas, até as formulações modernas que incorporam pigmentos sintéticos, a evolução dos esmaltes de unhas é um tema que desperta interesse e merece uma análise aprofundada. (GUEDES et al. 2020).

A variedade de cores e composições desses produtos cosméticos desperta curiosidade sobre os pigmentos utilizados e suas funções orgânicas, pois não apenas conferem cor, mas também influenciam na durabilidade e segurança dos esmaltes. A cromatografia em camada delgada (CCD) se apresenta como uma ferramenta eficaz para a análise e separação dos pigmentos presentes nos esmaltes de unhas. Essa técnica permite uma caracterização detalhada dos compostos, facilitando a comparação entre as formulações de diferentes marcas. Devido à sua simplicidade e eficiência, a CCD é amplamente utilizada em química analítica para separar e identificar os componentes individuais em misturas complexas. De acordo com Costa e Silva (2016), a cromatografia de camada delgada (CCD) é uma técnica

de separação de misturas que utiliza duas fases: a fase estacionária, que é fixa, e a fase móvel, que é líquida.

Dado o aumento da popularidade dos esmaltes e a diversidade de opções disponíveis no mercado, uma análise detalhada dos pigmentos utilizados torna-se essencial. Compreender a composição química desses produtos é importante tanto para a segurança do consumidor quanto para incentivar a inovação na formulação de novos esmaltes. A análise cromatográfica possibilita uma avaliação crítica das propriedades dos pigmentos, promovendo um entendimento mais amplo sobre suas funções orgânicas e interações. Este estudo tem como objetivo geral analisar e comparar os pigmentos em diferentes marcas de esmaltes de unhas, utilizando a cromatografia em camada delgada como método de análise.

Para tanto, os objetivos específicos incluem: realizar a extração dos pigmentos dos esmaltes de unhas, aplicar a CCD para separar os pigmentos extraídos, identificar as semelhanças e diferenças entre os pigmentos de diferentes marcas de esmaltes usando o diagrama de Venn. Os Diagramas de Venn são amplamente empregados para identificar semelhanças e diferenças entre conjuntos em diversas áreas. Existem algumas ferramentas disponíveis para a criação de diagramas a partir de conjuntos, como o Pangloss Venn diagram generator (SEIDEL, s.d.) e o Venny (OLIVEROS, 2007).

Este estudo é relevante porque a composição química dos esmaltes de unhas envolve substâncias que podem impactar tanto na estética quanto na segurança dos consumidores. Através da CCD, é possível identificar e comparar os pigmentos entre diferentes marcas de esmaltes, fornecendo informações que podem influenciar na formulação de produtos mais seguros e com melhor desempenho no mercado cosmético. Este estudo foi realizado para destacar a importância de se conhecer a composição dos pigmentos dos esmaltes de unhas usando cromatografia em camada delgada.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Origem e desenvolvimento dos esmaltes de unhas

Os esmaltes de unhas têm uma longa história que remonta as civilizações antigas. Os egípcios, por exemplo, utilizavam misturas de henna e outros pigmentos naturais para colorir as unhas, enquanto na China, há registros de esmaltes feitos a partir de gelatina, cera de abelha e corantes vegetais (Chaudhri, Jain, 2009). Apesar de tantos usos na contemporaneidade, o esmalte já fazia parte do cotidiano da realeza no Antigo Egito. Por volta de 3500 a.C., as mulheres egípcias aplicavam uma tintura de henna preta nas unhas, enquanto as cores mais vibrantes eram reservadas para a família real (Chaudhri, Jain, 2009). Com o passar dos séculos, a formulação dos esmaltes evoluiu, incorporando novas tecnologias e ingredientes. No século XX, a indústria cosmética começou a produzir esmaltes sintéticos, que oferecem uma gama mais ampla de cores e acabamentos, além de maior durabilidade e resistência (Butler, 2000).

Garcês (2017) aponta que o avanço na tecnologia para o cuidado das unhas permaneceu praticamente estagnado até o século XIX. Nessa época, os cuidados se limitavam a manter as unhas curtas e bem limadas, com algumas sendo levemente perfumadas com óleo e polidas com couro. Num contexto em que a modéstia era valorizada, o uso extravagante de esmaltes não seria apreciado. Até então, uma das grandes inovações foi a criação do palito de cutículas, que ainda é amplamente utilizado. No início do século XX, os esmaltes voltaram a ganhar espaço, embora as primeiras soluções coloridas permanecessem fixadas apenas por algumas horas. Somente em 1925, durante o desenvolvimento de tinturas para carros, foram descobertas fórmulas que se assemelham aos esmaltes modernos, então, a primeira versão desses novos esmaltes era de um tom rosa-claro, aplicado no centro das unhas. Em 1932, os irmãos Charles e Joseph Revlon financiaram a criação de um esmalte mais brilhante e com uma maior variedade de cores, marcando o início da popularidade do esmalte como o conhecemos hoje (ANGGRAENI, AMINAH, E-WOM, 2024).

## 2.2 Composição Química dos Esmaltes de Unhas

Os esmaltes de unhas são compostos por uma combinação de ingredientes, cada um com funções específicas. Entre os principais componentes, destaca-se a nitrocelulose, um polímero que forma a base do esmalte, criando a película que adere à unha e proporciona brilho. As resinas, como a tosilamida formaldeído, são adicionadas para melhorar a durabilidade e a aderência do esmalte (NARLOCH, 2021). Os solventes, como o tolueno e o acetato de etila, facilitam a aplicação do esmalte e garantem uma evaporação rápida após o uso. Outros solventes como álcool isopropílico podem ser adicionados para ajustar a viscosidade e o tempo de secagem (Garces, 2017).

De acordo com Agnol et al., (2021), os esmaltes de unhas são compostos por uma mistura de polímeros, plastificantes, solventes e pigmentos, onde a identificação precisa dos pigmentos é crucial para formulação segura e eficaz dos produtos.

Esmaltes de unhas são substâncias complexas que combinam diversos componentes químicos para criar um revestimento protetor e decorativo nas unhas. A fórmula básica de um esmalte de unha inclui solventes, filmógenos, plastificantes, resinas e pigmentos, cada um desempenhando um papel específico na aplicação e durabilidade do produto (Siqueira, 2012).

Os filmógenos, como o nitrocelulose, são essenciais para formar a película dura e brilhante que adere à unha (Pruniéras, 1994). A nitrocelulose é um polímero derivado da celulose que cria uma camada resistente e durável, proporcionando a base para a fixação dos pigmentos e outros componentes. Plastificantes, como o ftalato de dibutila ou o adipato de dietilhexila, são adicionados para aumentar a flexibilidade da película, evitando que o esmalte se quebre ou lasque facilmente (Pereira, 2019).

Os pigmentos e corantes são responsáveis pela ampla gama de cores disponíveis nos esmaltes de unhas. Eles podem ser de origem orgânica ou inorgânica. Pigmentos inorgânicos, como óxidos de ferro e dióxido de titânio, são usados para criar cores opacas e sólidas, enquanto pigmentos orgânicos proporcionam uma gama de tons vivos e translúcidos. Além disso, aditivos como agentes de suspensão e estabilizantes são incorporados para garantir que os

pigmentos permaneçam uniformemente dispersos na fórmula e não se sedimentem durante o armazenamento (Silva, 2020).

Essa combinação de ingredientes químicos permite que os esmaltes de unhas não apenas ofereçam uma estética atraente, mas também protejam as unhas contra danos e contribuam para a higiene e cuidado pessoal. O desenvolvimento de esmaltes envolve um equilíbrio cuidadoso entre esses componentes para atingir a viscosidade desejada, o tempo de secagem e a durabilidade, assegurando que o produto final seja seguro e eficaz para o uso diário (Miyake, 2016).

Os pigmentos utilizados em esmaltes de unhas podem ser classificados em duas categorias principais: orgânicos e inorgânicos. Os pigmentos orgânicos geralmente são mais vibrantes e variados em termos de cor, mas podem ser menos estáveis à luz e ao calor; exemplos incluem os corantes azoicos e os pigmentos de ftalocianina. Já os pigmentos inorgânicos têm maior estabilidade e resistência, embora possam ser limitados em variedade de cores, com exemplos como óxidos metálicos e sulfetos. A escolha dos pigmentos afeta não apenas a cor, mas também a segurança e a toxicidade do produto final, tornando a análise da composição dos pigmentos crucial para garantir que os esmaltes atendam aos padrões de segurança e regulamentações (Silva, 2020).

Os esmaltes de unhas contêm uma variedade de grupos funcionais que influenciam suas propriedades físicas e químicas. Entre os mais relevantes estão os ésteres, comuns em solventes e plastificantes, que conferem flexibilidade e durabilidade ao filme do esmalte; ácidos e bases, cujo pH pode afetar a adesão e durabilidade, sendo importante para a formulação; e hidrocarbonetos, presentes nos solventes, que influenciam a volatilidade e aplicação do esmalte. A compreensão das funções orgânicas e dos grupos funcionais presentes nos esmaltes é essencial para a formulação de produtos que sejam não apenas estéticos, mas também seguros e eficazes.

### *2.2.1 Identificação de Pigmentos Esmaltes de Unhas: Qualidade e Segurança*

A identificação precisa dos pigmentos nos esmaltes de unhas é essencial para garantir que os produtos sejam seguros para os consumidores. A presença de componentes não identificados ou nocivos pode levar a reações alérgicas ou outros

problemas de saúde. Portanto, a CCD ajuda a assegurar que apenas ingredientes seguros e aprovados sejam utilizados.

Entre os diversos produtos disponíveis com este instrumento, os de beleza e higiene pessoal são utilizados desde a antiguidade, uma vez que os mais diversos povos os utilizavam para contornar, ressaltar e esconder aspectos físicos, mitigar odores corporais e enfeitarem-se para eventos da época (Ivanissevich; Pinto, 2012). De acordo com resolução de RDC nº. 211, de 14 de julho de 2005, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA):

Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes: são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pelo sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado. (CATEC, 2005).

Um solvente é uma substância capaz de dissolver um soluto e é usado para misturar ingredientes para produzir um produto homogêneo, deve fornecer fluidez e interação com outros sólidos na mistura. Os solventes são substâncias voláteis que podem pertencer a diferentes categorias químicas, como hidrocarboneto, álcoois, éteres ou outros compostos, dependendo de sua estrutura e aplicação. A quantidade e o tipo de solvente determinam a espessura do esmalte e quanto tempo leva para secar. Além de acetato de etila, acetato de butila, citados anteriormente, outros exemplos de solventes incluindo os álcoois. Tolueno, xileno e formaldeído são produtos químicos tóxicos comumente encontrados em tais cosméticos, mas em concentrações muito baixas. Solventes e diluentes são escolhidos com base em sua taxa de evaporação desejada e sua baixa toxicidade por inalação, razão pela qual o acetato de etila é mais usado nessas formulações (Silva, Bierhalz, 2017).

Os produtos cosméticos estão sujeitos a regulamentações rigorosas que exigem a identificação clara e precisa dos ingredientes. A CCD permite que as empresas de cosméticos cumpram essas exigências legais, evitando sanções e recall de produtos, além de garantir transparência com os consumidores. No desenvolvimento de novos esmaltes, a CCD facilita a pesquisa e a experimentação com novos pigmentos e fórmulas. Isso permite a inovação no mercado de cosméticos, oferecendo aos consumidores novas opções de produtos e cores, enquanto se mantém a segurança e a qualidade (Reis, et al., 2019).

Em um mercado altamente competitivo, a capacidade de garantir a qualidade e a segurança dos esmaltes pode ser um diferencial significativo. A CCD proporciona uma vantagem competitiva, permitindo que as empresas de cosméticos se destaquem pela excelência e pela conformidade com os padrões mais altos.

### **2.3 Cromatografia**

A cromatografia é uma técnica analítica essencial na química, utilizada para separar e identificar componentes de misturas complexas. Em CCD utiliza o meio líquido-sólido na separação dos componentes de uma mistura pela migração diferencial entre a fase móvel e a fase estacionária sobre uma superfície plana e pode ser usada tanto na escala analítica quanto na preparativa, baseando-se no mecanismo de adsorção (Collins, 2006; Aquino; Nunes, 2003.).

A cromatografia em camada delgada (CCD) é uma das formas mais simples e acessíveis de cromatografia, onde uma fase estacionária (geralmente uma placa de sílica gel) é utilizada para separar os componentes de uma amostra aplicada em uma fase móvel (um solvente ou mistura de solventes). A CCD é amplamente utilizada na análise de pigmentos devido à sua capacidade de separar compostos com base em suas polaridades e interações com a fase estacionária (Soares, 2017).

A separação ocorre devido à diferença nas interações entre os componentes da amostra e a fase estacionária: os compostos que interagem mais fortemente com a fase estacionária se movem mais lentamente, enquanto os que interagem menos se movem mais rapidamente. Além da análise de pigmentos em esmaltes, a CCD é utilizada em diversas áreas, como farmacologia, biologia e controle de qualidade de alimentos, para identificar e quantificar substâncias.

Os esmaltes de unhas possuem uma composição complexa, formadas por solvente, polímeros, plastificantes, pigmentos e agentes formadores de filme, que asseguram sua cor, textura e durabilidade (PRADELA-FILHO et al., 2017). Para identificar os diferentes compostos presentes nesses produtos cosméticos, a cromatografia em camada delgada (CCD) se destaca como uma técnica analítica eficaz (Pereira, 2019).

A CCD possibilita a separação e a observação dos componentes químicos por meio da adsorção diferencial em uma camada fina de adsorvente, geralmente sílica gel, evidenciando a presença de compostos como nitrocelulose e tolueno,

comumente encontrados em esmaltes. Conforme Pinheiro (2010), a percepção das cores exibidas pelos pigmentos deve-se à habilidade de absorver determinados comprimentos de onda da luz visível. No entanto, é crucial não confundir a cor refletida pelas substâncias com a cor absorvida, já que a verdadeira tonalidade de um composto colorido corresponde exatamente àquela que não foi absorvida.

Segundo Skoog et al. (2006) a aplicação da cromatografia em camada delgada proporciona uma análise detalhada da composição química dos esmaltes, contribuindo para a garantia de qualidade e a segurança dos consumidores.

A cromatografia é um método físico-químico de separação de mistura que ocorre pela imigração diferencial de amostra em uma fase móvel e outra estacionária, podendo ser gás-sólido, gás-líquido, líquido-líquido e líquido-sólido, respectivamente a (DEGANI et al., 1998; COLLINS, 2006b). O termo cromatografia foi utilizado pela primeira vez em 1906 e sua utilização é atribuída a um botânico russo ao descrever suas experiências na separação dos componentes de extratos de folhas. Essa técnica pode ser feita em papel (CP), por centrifugação (Chromatotron), em camada delgada (CCD), em coluna (CC), dentre outras metodologias (OLIVEIRA, 2022).

### *2.3.1 Fator de Retenção, eluente e eluição*

O coeficiente do Fator de Retenção ( $R_f$ ) é um valor numérico calculado que nos permite realizar uma análise qualitativa de uma substância em uma amostra. Trata-se de uma métrica utilizada para indicar a distância percorrida pela amostra (DA) em relação à distância total alcançada pelo solvente (DS), conforme a equação a seguir.

#### **EQUAÇÃO 1: Fator de retenção**

$$R_f = \frac{\text{Distância percorrida pela amostra}}{\text{Distância percorrida pelo solvente}}$$

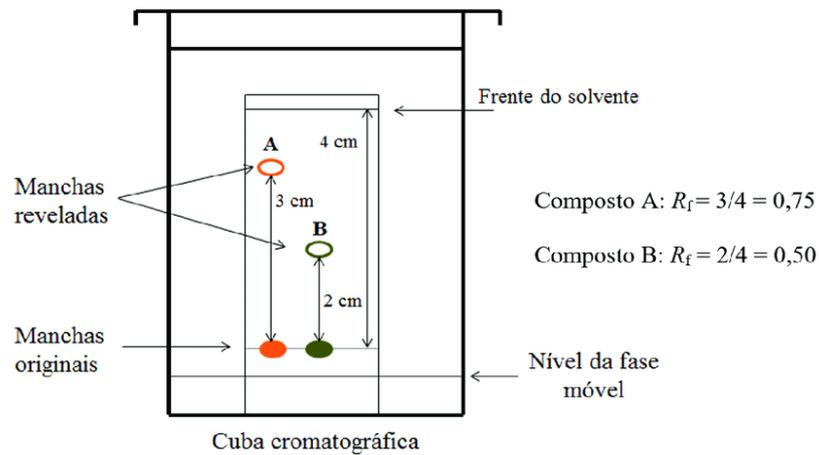
**Fonte:** Adaptado de COLLINS, 2006b

A fórmula ilustra o modelo teórico da cromatografia empregado para o cálculo de fator de retenção. Numericamente, quanto mais próximo de 1 for o valor, maior é

a similaridade entre solvente e amostra. Por outro lado, quanto mais próximo de zero, maior é a diferença entre a polaridade da amostra e do solvente.

Quando o método é realizado em condições especificadas, o valor de  $R_f$  pode ser uma constante característica de um composto (Figura 1). Além disso, esse valor pode auxiliar na identificação de compostos desconhecidos (ENGEL et al., 2012).

**Figura 1: Cromatograma teórico mostrando a distância percorrida pelas amostras e pelo solvente**



Fonte: Miranda, 2022.

Dessa forma, se uma amostra não se desloca com o solvente durante a eluição, isso indica uma diferença de polaridade entre ambos. Por outro lado, se a amostra acompanha o solvente até o topo da placa, isso sugere que suas polaridades são semelhantes (Degani et al., 1998, p. 21-25).

### 3 MATERIAIS E METODOLOGIA

#### 3.1 Materiais Utilizados para Realização da Separação de Pigmentos de Esmaltes

Utilizou-se como fase estacionária uma placa de alumínio revestida de sílica. O material foi utilizado para o experimento, conforme a tabela abaixo:

**Tabela 1:** Identificação de materiais e especificação

<b>MATERIAL</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
<b>Placa de alumínio</b>	Revestida de sílica gel
<b>Esmaltes</b>	Azul, verde, laranja, amarelo, vermelho, rosa salmão e roxo.
<b>Solventes</b>	Acetona, acetato de etila, álcool metílico, acetonitrila, etanol e hexano.
<b>Equipamento</b>	Cuba (frasco de vidro), vórtex, proveta, béquer, Erlenmeyer, estilete, tubo capilar, capela.
<b>Instrumento de medição</b>	Régua

Fonte: autora, 2024.

A metodologia utilizada para a análise qualitativa dos esmaltes foi a cromatografia em camada delgada (CCD). Foram selecionadas sete cores de esmaltes (azul, verde, laranja, amarelo, vermelho, rosa salmão e roxo) de três marcas diferentes (Colorama®, Risqué® e Impala®). As amostras foram adquiridas em lojas de cosméticos na cidade de São Luís, Maranhão.

Para a separação dos componentes, foram utilizados diversos solventes como acetato de etila, álcool metílico, acetona, hexano, etanol e acetonitrila. O processo envolveu a aplicação das amostras nas placas de cromatografia, que foram então colocadas em frascos com a fase móvel para permitir a eluição dos

pigmentos. Após a corrida, as placas foram reveladas sob luz UV e vapor de iodo, permitindo a visualização das manchas formadas e a determinação dos fatores de retenção ( $R_f$ ) dos pigmentos, facilitando a comparação entre as diferentes marcas e cores de esmaltes.

A análise foi complementada pelo uso do Teorema de Venn para ilustrar as interseções e exclusividades dos pigmentos, proporcionando uma compreensão mais clara das interações químicas dos componentes presentes nas amostras.

### **3.2 Local da Pesquisa**

A elaboração da pesquisa foi realizada na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal.

### **3.3 Tipo de Pesquisa**

Para o desenvolvimento desta pesquisa, optou-se pela abordagem qualitativa e empírica, onde também envolve a pesquisa bibliográfica exploratória, conforme (DENZIN; LINCOLN, 2006, p. 16).

A pesquisa seguiu uma metodologia que foi definida conforme o projeto conceituado por Moura e Barbosa (2006), a qual se baseia em três etapas principais: a escolha de diferentes marcas de esmaltes, a realização do método de cromatografia em camada delgada (CCD) e a comparação dos resultados dos diferentes tipos de esmaltes.

### **3.4 Processo de desenvolvimento da pesquisa**

Na primeira etapa, ocorreu o processo de seleção e preparação das amostras. Neste momento, as amostras dos esmaltes foram selecionadas (Figura 2A), diluídas, misturadas com acetona (Figura 2B). Em seguida, as amostras foram homogeneizadas em frascos de vidro, (Figura 2C à 2D) e agitadas no vórtex, como mostra na (Figura 2E).

**Figura 2.** Aplicação das amostras

Figura 2A Amostras de esmaltes; Figura 2B Diluição dos esmaltes com acetona



Fonte: autora, 2024

Figura 2C homogeneizada em frascos de vidro; Figura 2D Todas as cores de esmaltes no frascos de vidros



Fonte: autora, 2024

Figura 2E vórtex usado para homogeneizadas

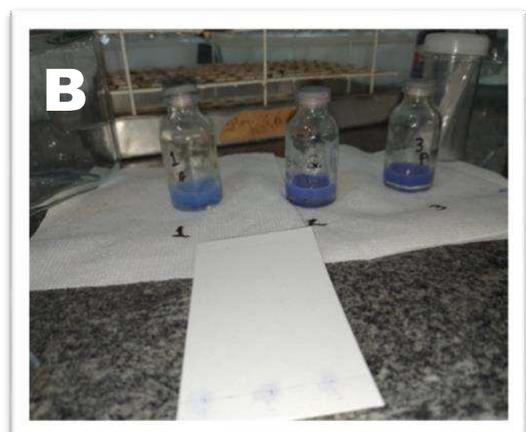
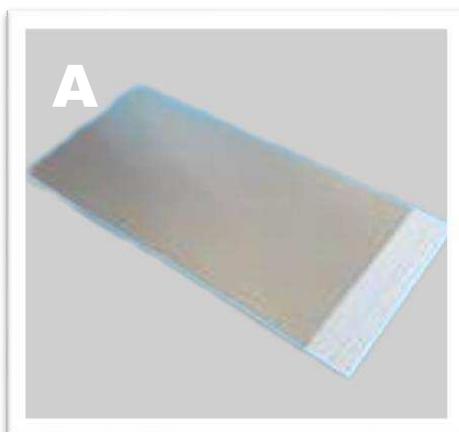


Fonte: autora, 2024

Na segunda etapa, executou-se cromatografia em camada delgada (CCD): As amostras foram aplicadas em placas de cromatografia Merck 254nm sílica imobilizada em alumínio (Figura 3A) e usou placa de papel para aplicação com tubos capilares de laboratório (Figura 3B), que foram submetidas a diferentes solventes, incluindo acetato de etila, álcool metílico, acetona, hexano, etanol e aceto nitrila (Figura 3C). As placas foram então colocadas em frascos (usado como cuba) com a fase móvel para permitir a eluição dos pigmentos (Figura 3D).

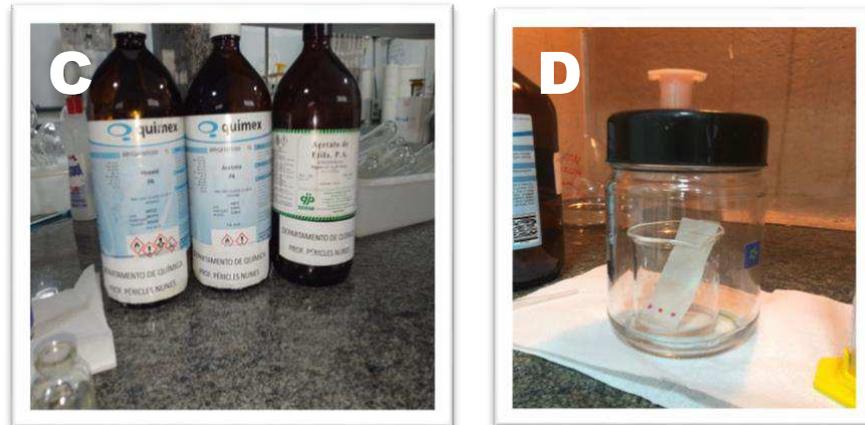
**Figura 3.** Aplicação das amostras

Figura 3A Placa de sílica gel de alumínio; Figura 3B Solventes usados.



Fonte: própria autora, 2024

Figura 3C Solventes usados; Figura 3D Cubo usada (vidro com tampa).

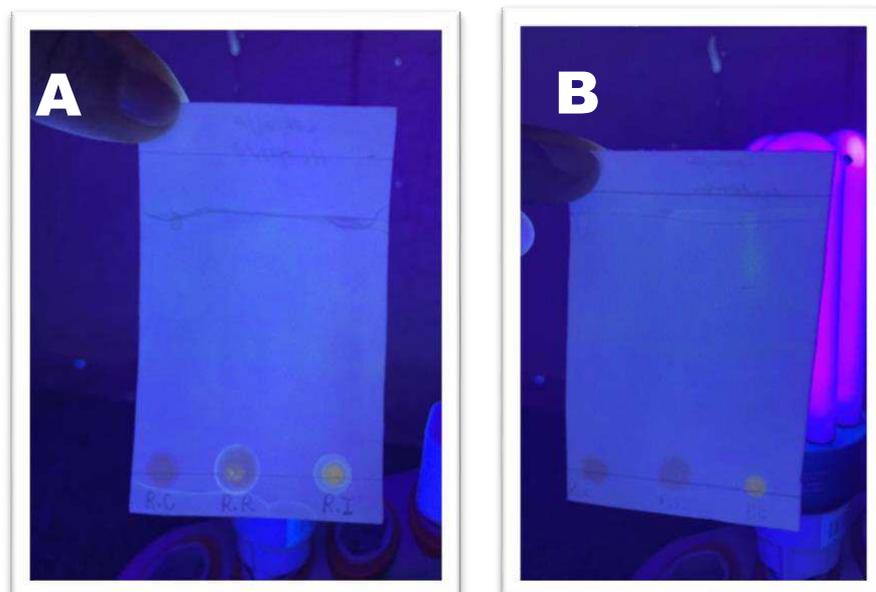


Fonte: própria autora, 2024

E na terceira etapa, ocorreram a revelação e análise dos resultados: Após a corrida cromatográfica, as placas foram reveladas sob luz UV (Figura 4A,B) e com iodo (Figura 4C,D), permitindo a visualização das manchas formadas. Os fatores de retenção ( $R_f$ ) dos pigmentos foram determinados, e a análise foi complementada pelo uso do Diagrama de Venn para ilustrar as interseções e exclusividades dos pigmentos, facilitando a comparação entre as diferentes marcas e cores de esmaltes.

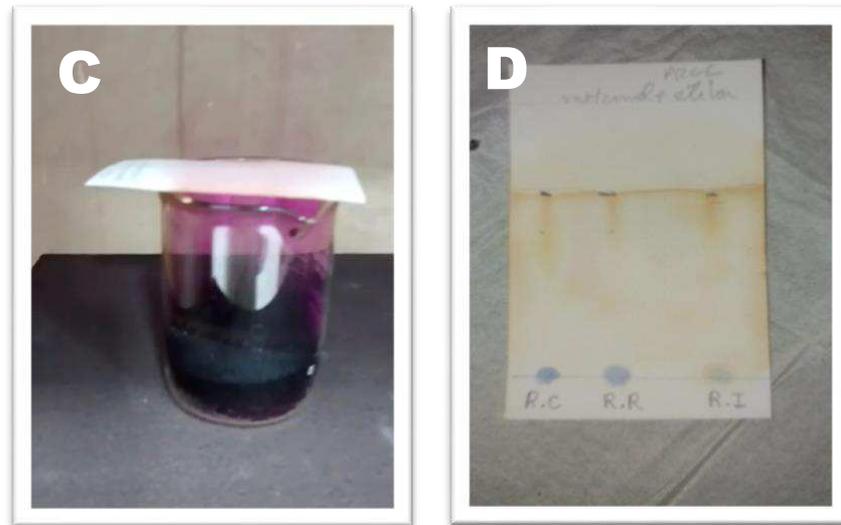
**Figura 4.** Revelação das amostras na placa de sílica gel

Figura 4A revelação luz UV



Fonte: própria autora, 2024

Figura 4C e 4D vapor de Iodo



Fonte: própria autora, 2024

Em seguida, prepararam-se e avaliaram-se misturas binárias e ternárias desses solventes para encontrar a combinação ideal que proporcionasse uma melhor resolução dos pigmentos. O processo de otimização foi guiado por parâmetros como fator de retenção ( $R_f$ ), que é definido como razão entre a distância percorrida por um componente na fase estacionária e a distância percorrida pelo componente na fase móvel. (BRANCO et al.2006). As misturas de solventes que apresentaram melhor desempenho foram empregadas em análises subsequentes para identificar e caracterizar os pigmentos nos esmaltes de unhas, utilizando padrões de referência para validação dos resultados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

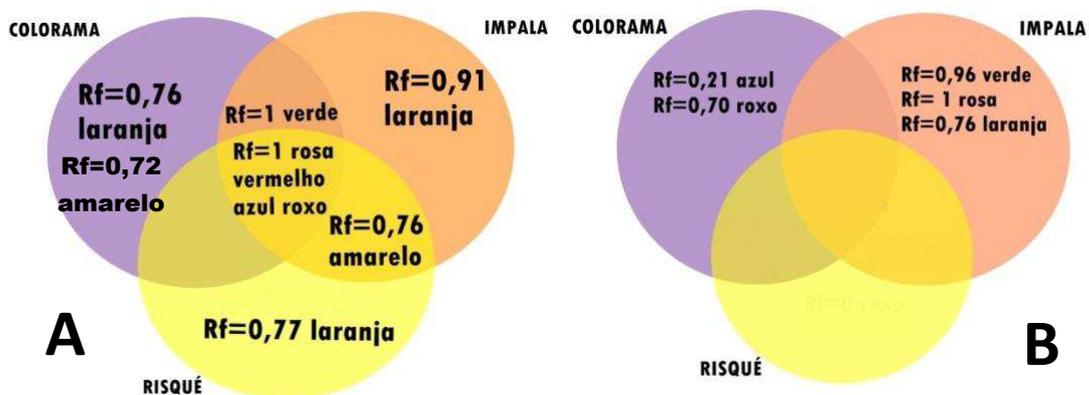
Neste tópico encontram-se resultados obtidos a partir da aplicação da cromatografia em camada delgada (CCD), nas amostras de esmaltes de unhas. Através da comparação dos pigmentos presentes nas diferentes marcas, foi possível identificar semelhanças e diferenças significativas que podem influenciar tanto a estética quanto a durabilidade dos produtos. Para avaliar as similaridades e/ou diferenças nas composições químicas entre os esmaltes de unhas, foi construído um diagrama de Venn de 3 conjuntos com as setes cores. Diagramas de Venn são usados para apresentar dados científicos e estatísticos com intuito de ilustrar relações entre conjuntos ou grupos de objetos que compartilham algo em comum.

### 4.1 Análise das amostras de esmaltes de unha

Nesta seção, são descritos os resultados da análise quantitativa, mas apresenta também uma interpretação qualitativa em cromatografia em camada delgada. Sendo usado para a primeira análise com a fase móvel acetato de etila com as três marcas distintas, com revelação a vapor de iodo.

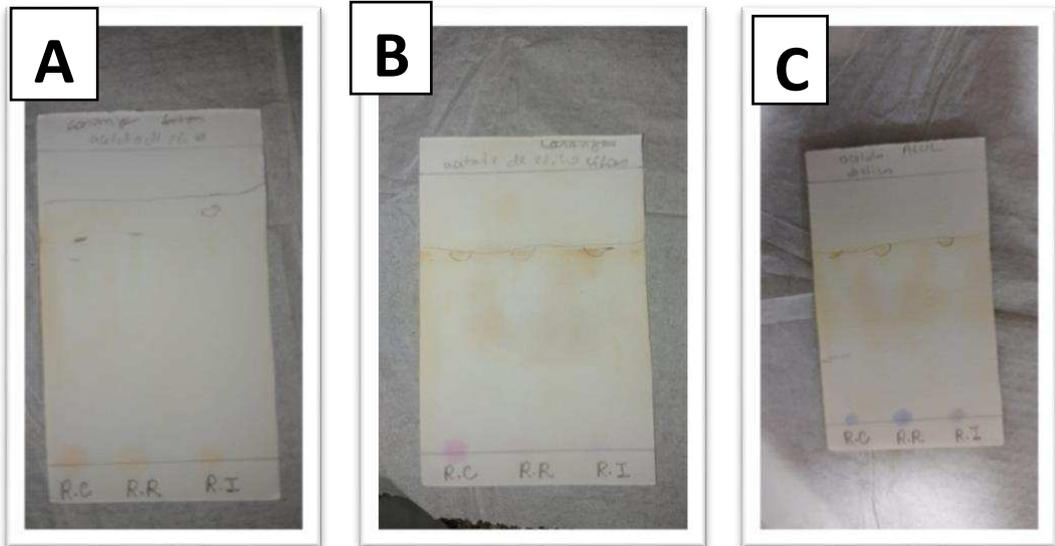
No gráfico 1 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®, usando como eluente Acetato de Etila.

**Gráfico 1:** Diagrama de Veen com fatores de retenção (Rf) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama A) e luz UV (Diagrama B).



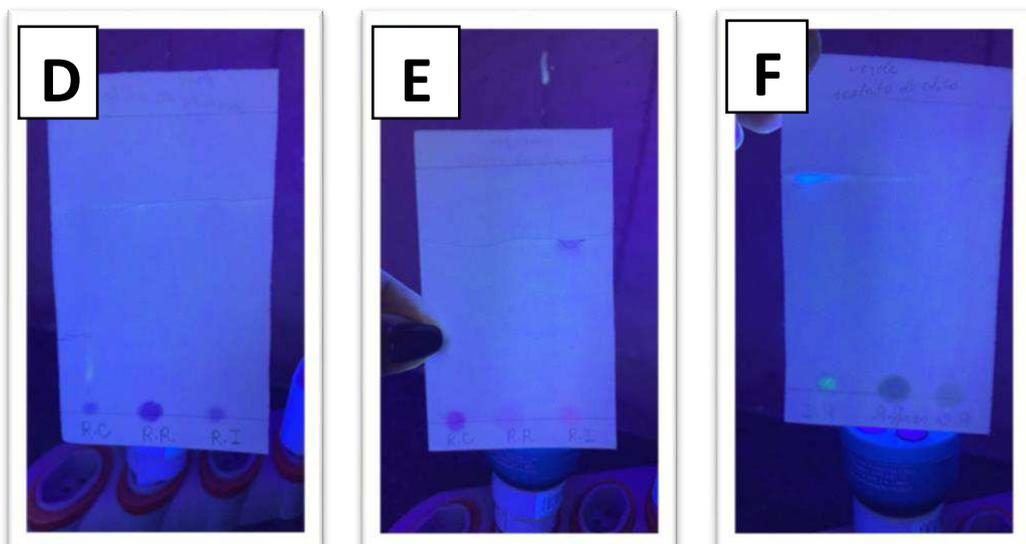
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 5:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores laranja (Figura 5A), roxo (Figura 5B) e azul (Figura 5C), com revelação a vapor de iodo, eluente Acetato de etila.



Fonte: autora, 2024.

**Figura 6:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 6D), roxo (Figura 6E) e verde (Figura 6F), com revelação a luz UV, eluente Acetato de etila.



Fonte: autora, 2024.

## Eluente usado na fase móvel: Acetato de etila

### ➤ **Revelação a vapor de iodo acetato de etila**

As análises específicas entre as associações entre marcas e cores trouxeram os seguintes contextos e implicações.

- Colorama®  $\cap$  Impala® demonstrou que a cor verde compartilha (50%) o mesmo pigmento com o valor de  $R_f=1$ . Enquanto o Risqué® não apresenta nenhuma similaridade em relação às outras duas marcas com o valor de  $R_f=0$  que teve mais afinidade com fase estacionária.
- Risqué®  $\cap$  Impala® compartilham pigmento comum  $R_f=0,76$  representando (50%) das amostras dessas marcas.
- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® compartilham (33,3%) o mesmo pigmento  $R_f=1$ , indicando completa similaridade entre os compostos usados em todas as cores rosa, azul, roxo e vermelho.
- Considerando que o pigmento laranja apresentou exclusividade (100%), como  $R_f=0,76$  (Colorama®),  $R_f=0,77$  (Risqué®), e  $R_f=0,91$  (Impala®).

A revelação dos pigmentos com vapor de iodo indica interações químicas que podem alterar a polaridade e a mobilidade dos pigmentos na cromatografia. Os pigmentos analisados incluem corantes orgânicos, como corantes fenólicos, corantes azo e pigmentos naturais, que possuem grupos funcionais que reagem com o iodo, além de mica, óxido de ferro e ftalocianinas (Cuccio Brasil 2022).

O acetato de etila, um solvente polar, facilita a eluição de pigmentos que possuem grupos funcionais polares, permitindo uma separação mais eficiente. A combinação do acetato de etila com a revelação em vapor de iodo resulta em fatores de retenção ( $R_f$ ) distintos, destacando a complexidade da composição química dos pigmentos e a importância da escolha do solvente na análise cromatográfica. Essa abordagem contribui para uma melhor compreensão das interações químicas nos esmaltes de unhas.

### ➤ **Para revelação UV acetato de etila**

Análise das interseções e exclusividades mostradas no gráfico 1B (Figura 6C e 6D).

- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor amarelo e vermelho, ambas apresentaram o mesmo (0%)  $R_f=0$  aparentam ter comportamento semelhante em relação à fase estacionária utilizada, indicando afinidade similar com a fase estacionária.
- Colorama®  $\cap$  Risqué® na cor verde, laranja e rosa apresentam (0%)  $R_f=0$ , tendo assim possível similaridade nas propriedades química ou interações dessas substâncias nas duas marcas, diferente do impala®.
- Risqué®  $\cap$  Impala® apresentou (0%)  $R_f=0$  na cor azul, indicando obteve mais afinidade com a fase estacionária, apresentandonum possível similaridade e pigmentos pra esta cor, diferente da colorama®.
- A cor roxa com valor de  $R_f=0$  Risqué® não teve afinidade com o eluete acetato de etila (0%), para o valor de  $R_f=0,70$  colorama® e o valor do  $R_f=0,96$  Impala® são exclusivo (50%) para as duas marcas que não apresetaram  $R_f$  igual à zero.
- A cor azul com valor de  $R_f=0,21$  Colorama®, pigmento exclusivo (100%).
- A cor rosa com o valor de  $R_f=1$  Impala®, também apresenta pigmentos exclusivos.
- A cor laranja com o valor de  $R_f=0,75$  Impala®, pigmentos exclusivo (100%).

A análise dos pigmentos revelados sob luz UV, utilizando acetato de etila como solvente, sugere uma composição química diversificada e complexa. Os pigmentos que absorvem radiação UV geralmente contêm estruturas conjugadas, como ligações duplas alternadas, que permitem a absorção de luz nessa faixa espectral. Isso inclui corantes orgânicos, como corantes fenólicos e corantes sintético, que possuem grupos funcionais que interagem com a luz UV, resultando em diferentes padrões de absorção e, conseqüentemente, na visualização dos pigmentos que pode ser analisado no diagrama 1 a direita.

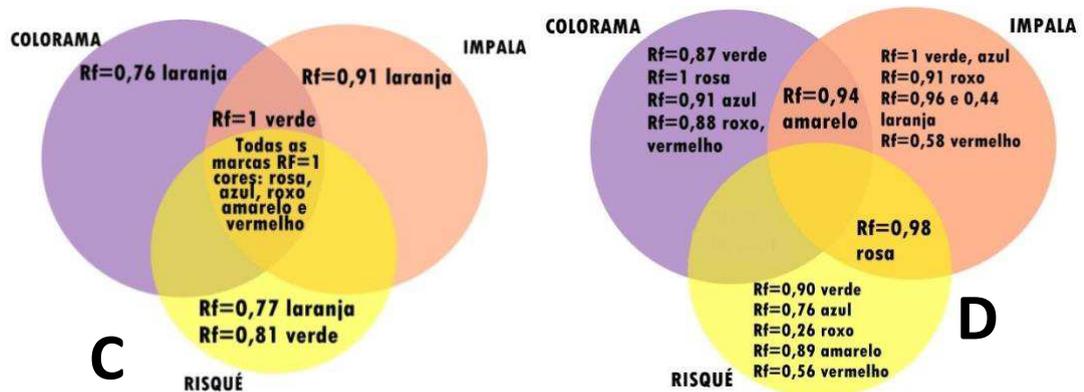
Além disso, pigmentos inorgânicos, como o dióxido de titânio, o oxiclreto de bismuto e a laca de alumínio que estão descritos na rotulação de alguns esmaltes usando na análise, também podem ser revelados sob luz UV. Esses pigmentos inorgânicos apresentam propriedades fotocatalíticas e podem fluorescer em determinadas condições, contribuindo para a gama de cores e efeitos visuais dos esmaltes. A laca de alumínio, em particular, é um pigmento comum que proporciona brilho e opacidade, sendo amplamente utilizada em formulações de esmaltes,

produzido também por adsorção do corante hidrossolúvel em substrato insolúvel. Tendo uma proteína vermelha, que é preparada tratada o extrato aquoso de cochonilha com sais de alumínio e cálcio (Gibaja, 1998; UNMSM, 2008).

### Eluente usado na fase móvel: Álcool metílico

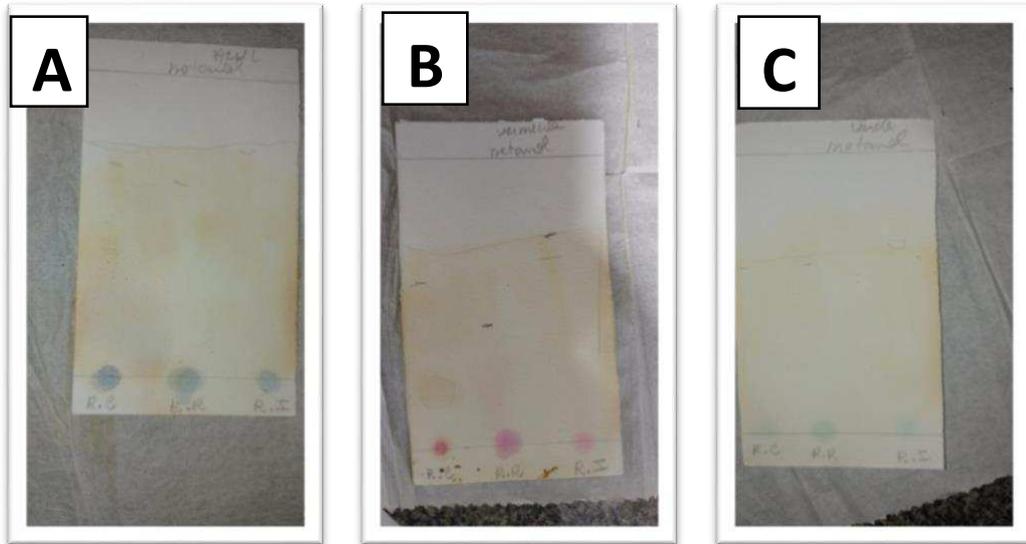
No gráfico 2 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®, usando como eluente Álcool metílico.

**Gráfico 2:** Diagrama de Veen com fatores de retenção (Rf) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama C) e luz UV (Diagrama D).



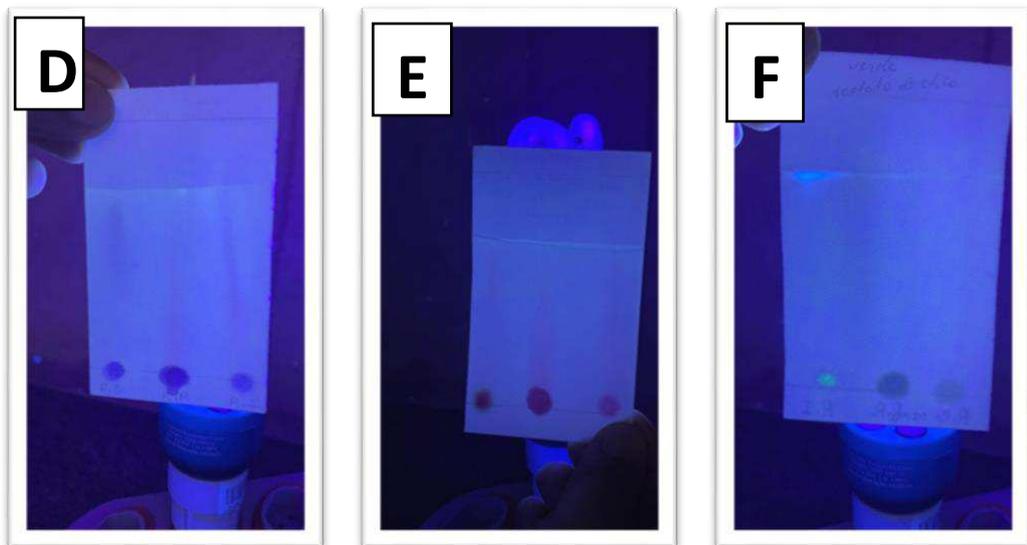
Fonte: autora, 2024

**Figura 7:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 7A), vermelho (Figura 7B) e verde (Figura 7C), com revelação a luz UV, eluente Álcool metílico.



Fonte: autora, 2024

**Figura 8:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores roxa (Figura 8D), vermelho (Figura 8E) e verde (Figura 8F), com revelação vapor de iodo, eluente Álcool metílico.



Fonte: autora, 2024

➤ **Revelação à vapor de iodo, eluente álcool metílico**

- Colorama ∩ Impala apresentaram (50%) os mesmos pigmentos na cor verde para o  $R_f=1$ , entretanto os pigmentos do risqué não estavam presentes nas outras duas marcas com o valor de  $R_f=0,81$ .
- Colorama ∩ Risqué ∩ Impala nas cores rosa, azul, roxo, amarelo e vermelho apresentaram o mesmo valor de  $R_f=1(33,3\%)$ , compartilhando os mesmo pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- A cor laranja apresentou exclusividade para as três marcas, colorama apresentou o valor de  $R_f=0,76$ , Risqué com valor  $R_f=0,77$  e o Impala com valor de  $R_f=0,91$  exclusivas (100%).

Os pigmentos revelados podem incluir corantes orgânicos, como corantes fenólicos e corantes sintéticos, que possuem estruturas que favorecem essa interação. Como os pigmentos quinonas que são um grupo de substâncias orgânicas geralmente coloridas e semivoláteis (amarelo e vermelho), especificando no rótulo de algumas cores e marcas.

Além disso, a presença de pigmentos inorgânicos, que podem não reagir diretamente com o iodo, mas que influenciam a separação e a visualização, também é possível. A escolha do álcool metílico (metanol) como solvente polar moderado é importante, pois sua polaridade permite a eluição de pigmentos que podem ser mais polares, facilitando a separação e a identificação dos componentes que podem interagir com o grupo hidroxila (-OH), que podem formar ligações de hidrogênio. Essa combinação de solvente e método de revelação proporciona uma análise detalhada da composição química dos pigmentos, evidenciando a complexidade das formulações dos esmaltes de unhas.

Essa explicação pode ser encontrada na seção que discute a metodologia e os resultados da análise cromatográfica, onde se menciona a utilização de diferentes solventes e métodos de revelação, incluindo o uso de vapor de iodo e álcool metílico.

### Fator de retenção em revelação em luz UV com o eluente álcool metílico.

- Colorama  $\cap$  Risqué laranja apresentam (0%)  $R_f=0$  tendo mais afinidade com a fase estacionária, mais pode ser que aja pigmentos e similaridade entre as duas marcas, diferente impala que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas colorama e risqué com dos valores de  $R_f=0,96$  e  $0,48$  (100%) de exclusividade.
- Risqué  $\cap$  Impala apresentou (50%)  $R_f=0,98$  na cor rosa, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do colorama com o valor  $R_f=1$  não apresentando pigmentos iguais o Risqué® e Impala®.
- Colorama®  $\cap$  Impala® aprestou (50%)  $R_f=0,94$  na cor amarela, tendo assim os mesmo pigmento e similaridade. Enquanto o risqué apresenta o valor de  $R_f=0,89$  que não estavam presente nas marcas Impala® e Colorama®.
- A cor verde com valor de  $R_f=0,87$  Risqué®, para o valor de  $R_f=0,90$  Colorama® e o valor do  $R_f=1$  Impala® são exclusivas (100%).
- A cor azul com valor de  $R_f=0,91$  Risqué®, para o valor de  $R_f=0,76$  colorama® e o valor do  $R_f=1$  Impala® são exclusivas (100%).
- Na cor roxa com o valor de  $R_f=0,88$  Risqué® para o valor de  $R_f=0,26$  Colorama® e o valor do  $R_f=0,91$  Impala® são exclusivas (100%).
- Na cor vermelha com o valor de  $R_f=0,88$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,56$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,58$  Impala® são exclusivas (100%).

Para os pigmentos que absorve luz na revelação UV, com mostra o gráfico 2D com revelação UV (Figura 8D,8E e 8F), esses pigmentos possuem estruturas conjugadas, como anéis aromáticos ou sistema de dupla ligações, que permite a absorção de radiação UV. Um pigmento muito comum entre eles são azo (sintético), que incluem cores amarelas, laranjas e vermelhas, são caracterizados por suas estruturas contendo duplas ligações conjugadas, permitindo uma absorção eficiente de luz UV. Essa propriedade é crucial para a intensidade e a vivacidade das cores nos esmaltes.

Além disso, as quinonas, como a antraquinona, que apresentam grupos carbonila conjugados, também são notáveis por sua forte absorção na região UV, contribuindo para as tonalidades vermelhas e amarelas. Outro grupo importante são

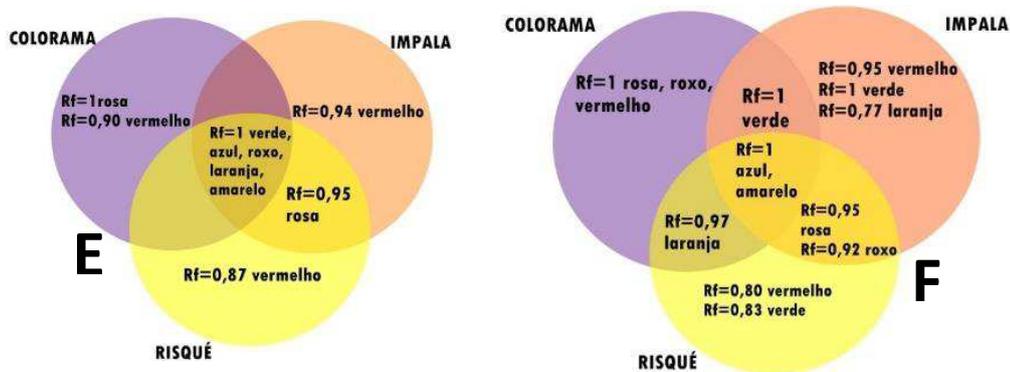
as fluoresceínas e seus derivados, que podem fluorescer sob luz UV, resultando em efeitos visuais interessantes, enquanto outros pigmentos podem aparecer como manchas escuras devido à absorção de UV.

As ftalocianinas, que proporcionam cores azul e verde, são complexos macrocíclicos conjugados que absorvem fortemente na região UV, sendo amplamente utilizados em formulações de esmaltes. Além disso, pigmentos derivados de compostos aromáticos, como benzofenonas e nitrocompostos aromáticos, podem estar presentes como estabilizantes ou componentes menores, contribuindo para a estabilidade e a coloração dos esmaltes.

### Eluente usado na fase móvel: Acetona

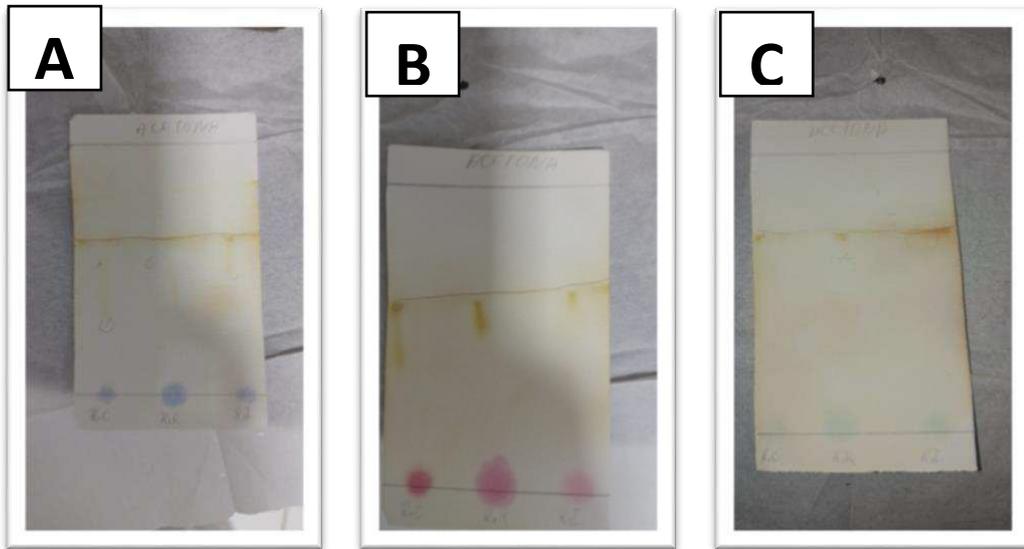
No gráfico 3 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®.

**Gráfico 3:** Diagrama de Veen com fatores de retenção (Rf) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama A) e luz UV (Diagrama B)



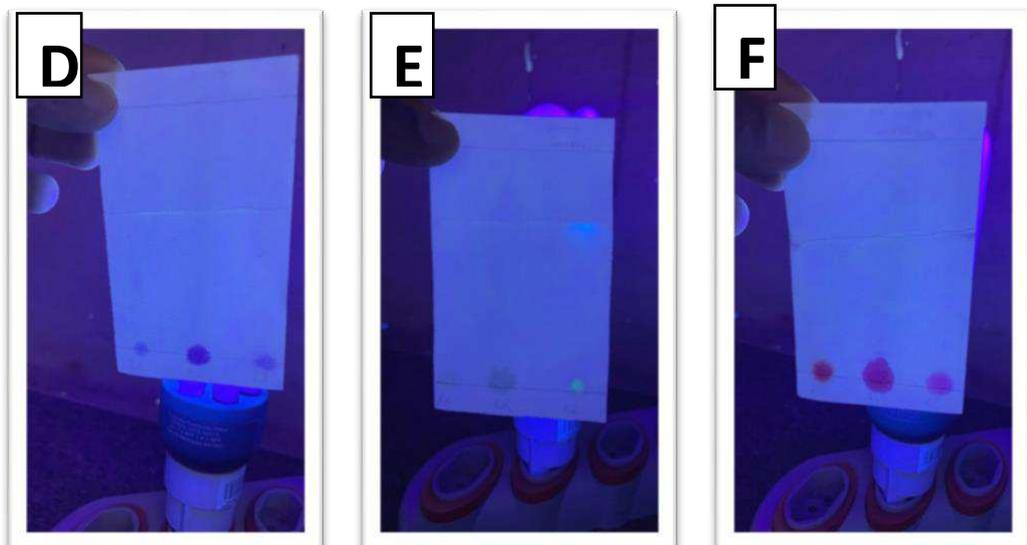
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 9:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 9A), vermelho (Figura 9B) e verde (Figura 9C), com revelação vapor de iodo, eluente Acetona.



**Fonte:** autora, 2024.

**Figura 10:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura D), vermelho (Figura E) e verde (Figura F), com revelação luz UV, eluente Acetona.



**Fonte:** autora, 2024

➤ **Revelação à vapor de iodo, eluente acetona**

- Colorama® ∩ Risqué® ∩ Impala® nas cores verde, azul, roxo, laranja, amarelo apresentou o mesmo valor de  $R_f=1$  (33,3%), compartilhando os mesmos pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Risqué® ∩ Impala® apresentou (50%)  $R_f=0,95$  na cor rosa, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmos pigmentos pra esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=1$  não apresentando pigmentos iguais o Risqué® e Impala®.
- Na cor vermelha com o valor de ( $R_f=0,90$  Colorama®), para o valor de  $R_f=0,80$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,94$  Impala® são exclusivas (100%).

Utilizando acetona como eluente, oferece uma perspectiva interessante sobre a composição química dos pigmentos presentes nos esmaltes de unhas. O vapor de iodo é uma técnica de revelação que permite a visualização de compostos que interagem quimicamente com o iodo, formando complexos que podem alterar a polaridade e a mobilidade dos pigmentos na placa de cromatografia. Essa interação pode resultar em fatores de retenção ( $R_f$ ) diferentes em comparação com outros métodos de revelação, como a luz UV.

A acetona, sendo um solvente polar, é eficaz na extração de pigmentos que possuem características polares, como os pigmentos azo e as quinonas. Os pigmentos azo, que incluem cores vibrantes como o amarelo, laranja e vermelho, são compostos que contêm duplas ligações conjugadas, permitindo uma absorção significativa de luz e uma interação favorável com o iodo tendo maior afinidade (gráfico 3F) que apresentou valores maiores que zero.

**Fator de retenção em revelação em luz UV, eluente acetona.**

- Colorama® ∩ Risqué® ∩ Impala® nas cores azul e amarelo apresentou o mesmo valor de  $R_f=1$  (33,3%), compartilhando os mesmos pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama® ∩ Impala® verde apresentam (50%)  $R_f=1$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas, diferente no Risqué® que seus

pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Impala® com o valor de  $R_f=0,83$ .

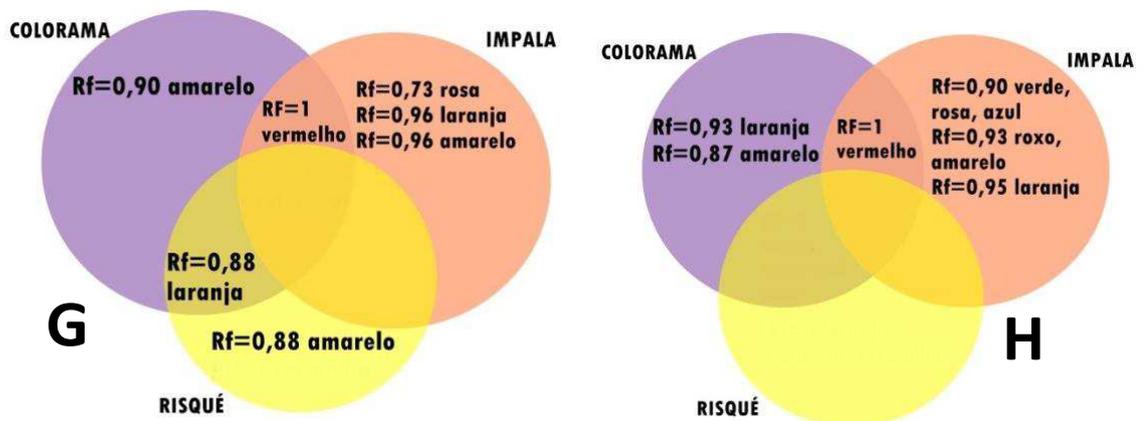
- Risqué®  $\cap$  Impala® apresentou (50%)  $R_f=0,95$  na cor rosa, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=1$  não apresentando pigmentos iguais o Risqué® e Impala®. Para a cor roxa  $R_f=0,92$ , indicando que essas duas marcas compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=1$  não apresentando pigmentos iguais o Risqué® e Impala®.
- Colorama®  $\cap$  Risqué® laranja apresentam (50%)  $R_f=0,97$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas, diferente Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué® com o valor de  $R_f=0,77$ .
- Na cor vermelha com o valor de  $R_f=1$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,80$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,95$  Impala® são exclusivas (100%).

Para os pigmentos que absorve revelação UV (Gráfico 3E) e (Figura 10D,10E e 10F), utilizando acetona como eluente, permite uma compreensão detalhada da composição química dos pigmentos presentes nos esmaltes de unhas. A acetona, sendo um solvente polar e volátil, é eficaz na extração de uma ampla gama de compostos orgânicos, incluindo pigmentos que podem ser tanto polares quanto apolares. Como mostra as cores que apresentaram o mesmo  $R_f$  igual a 1 nas três marcas com o azul e amarelo, todas as marcas possuem pigmentos, polaridade ou composto com pigmentos químico similar frete à fase móvel e à fase estacionária. Devido à quinonas, como a antraquinona, que contêm grupos carbonila conjugados, também é relevante, pois apresentam forte absorção na região UV, contribuindo para as tonalidades vermelhas e amarelas nos esmaltes.

### Eluente usado como fase móvel: Hexano

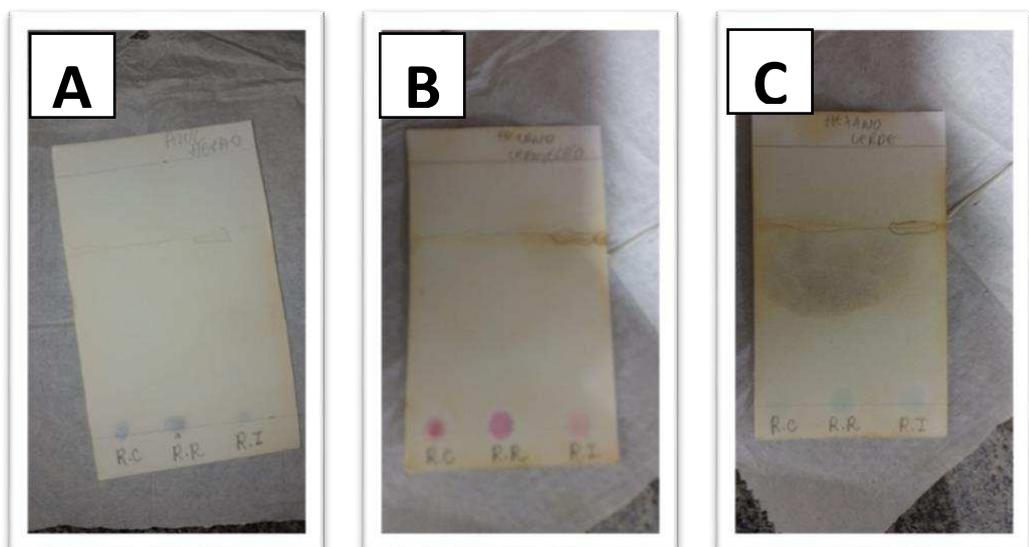
No gráfico 4 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®.

**Gráfico 4:** Diagrama de Veen com fatores de retenção (Rf) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama G) e luz UV (Diagrama H).



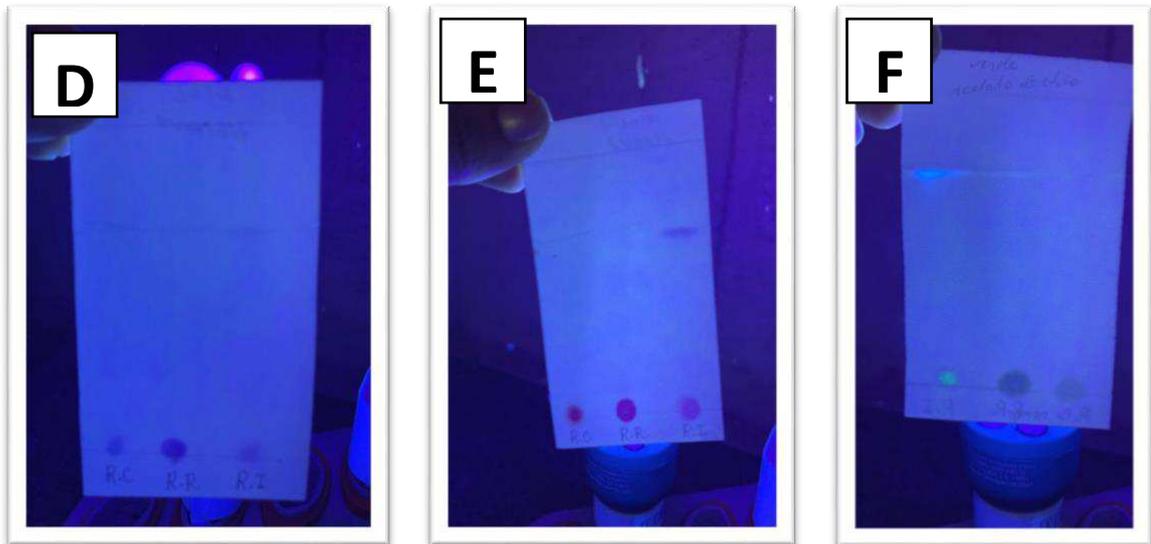
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 11:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 11A), vermelho (Figura 11B) e verde (Figura 11C), com revelação vapor de iodo, eluente Hexano.



Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 12:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 12D), vermelho (Figura 12E) e verde (Figura 12F), com revelação luz UV, eluente Hexano.



Fonte: elaborado pela autora, 2024.

➤ **Revelação à vapor de iodo, eluente hexano**

- Colorama® ∩ Risqué® ∩ Impala® nas cores verde, azul, roxo apresentou o mesmo valor de  $R_f=0$  (33,3%), compartilhando os mesmos pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presentes nas três marcas.
- Colorama® ∩ Risqué® na cor rosa apresentam (0%)  $R_f=0$  por apresenta uma afinidade maior com a fase estacionária, mais tendo um possível similaridade e pigmentos entre as duas marcas, diferente Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué® com o valor de  $R_f=0,73$ . Para a cor laranja  $R_f=0,88$ , indicando que essas duas marcas compartilham os mesmos pigmentos para esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0,96$  não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Risqué®.
- Colorama® ∩ Impala® apresentou (50%)  $R_f=1$  na cor vermelha, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmos pigmentos para esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0$  por ter não apresentar afinidade com a fase móvel não apresentando possíveis pigmentos iguais o Colorama® e Impala®.

- Na cor amarela com o valor de  $R_f=0,90$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,88$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,96$  Impala® são exclusivas (100%).

No gráfico 4 (Diagrama G) pode-se observar que as manchas apresentadas em algumas cores e marcas com valor de retenção igual zero tiveram afinidade mais com a fase estacionária e os que apresentaram fatores maior que zero interagiram com o eluente (fase móvel), isso é devido a interação dos pigmentos com o vapor, evidenciando a afinidade química específica de cada cor.

Cores como azul, verde, roxo, amarelo e vermelho apresentaram maior retenção e destacaram-se na cromatografia, com fatores de retenção mais consistentes. Esses resultados indicam a presença de pigmentos como ftalocianinas (verde e azul), conhecidos por suas estruturas macrocíclicas estáveis; antraquinonas (vermelho e roxo), caracterizadas por sistemas altamente conjugados; e pigmentos azo (amarelo), com duplas ligações favorecendo a interação com o iodo. Por outro lado, a cor laranja apresentou menor retenção e afinidade com o vapor de iodo, sugerindo a presença de corantes menos conjugados ou de polaridade específica. O hexano, sendo um solvente apolar, favoreceu a eluição de pigmentos com menor interação com a fase estacionária, destacando a importância de estruturas aromáticas e conjugadas para a detecção eficiente pelos vapores de iodo.

#### **Fator de retenção em revelação em luz UV, eluete hexano.**

- Colorama®  $\cap$  Risqué® na cor verde, rosa e azul apresentaram (0%) o valor de  $R_f=0$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas e mais afinidade com a fase estacionária, diferente Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué® com o valor de  $R_f=0,90$ . Para cor roxa que teve mais afinidade com fase estacionária com  $R_f=0$ , indicando que essas duas marcas podem compartilhar os mesmos pigmentos para esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0,93$  não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Risqué® (100%).
- Colorama®  $\cap$  Impala® apresentou (100%)  $R_f=1$  na cor vermelha, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmos pigmentos para esta cor, diferente do Colorama® que não teve interação com a fase móvel para se

deslocar com o valor  $R_f=0$  não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Impala®.

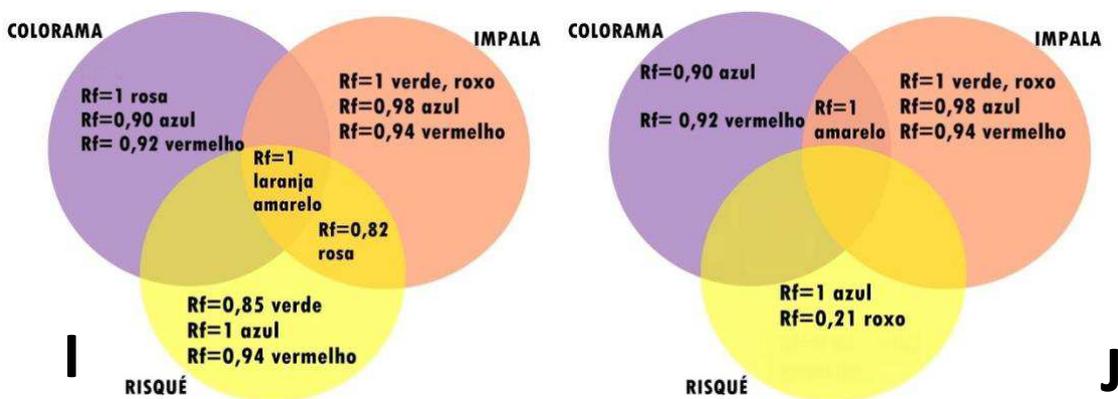
- Na cor laranja com o valor de  $R_f=0,93$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,95$  Impala® são exclusivas (100%).
- Na cor amarela com o valor de  $R_f=0,87$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,93$  Impala® são exclusivas (100%).

No diagrama associado ao uso do hexano como eluente, observou-se que os pigmentos revelados apresentaram fatores de retenção ( $R_f$ ) baixos. Isso ocorre porque o hexano, sendo apolar, favorece a eluição de pigmentos que compartilham características químicas similares, como grupos funcionais apolares, hidrocarbonetos alifáticos ou cadeias longas sem grupos polares significativos. Tais compostos exibem menor interação com a fase estacionária (sílica gel), movendo-se rapidamente pela placa de cromatografia. Os pigmentos inorgânicos, como óxidos metálicos, também podem estar presentes e, devido à sua baixa polaridade, são revelados sob luz UV como manchas de baixa intensidade, mas de alta definição.

### Eluente usado como fase móvel Etanol

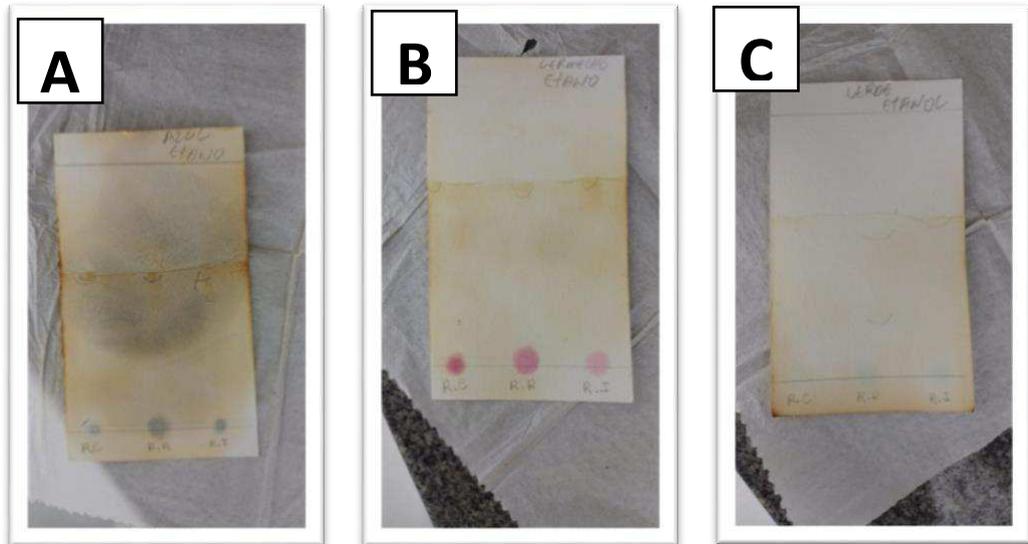
No gráfico 5 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®.

**Gráfico 5:** Diagrama de Veen com fatores de retenção ( $R_f$ ) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama I) e luz UV (Diagrama J).



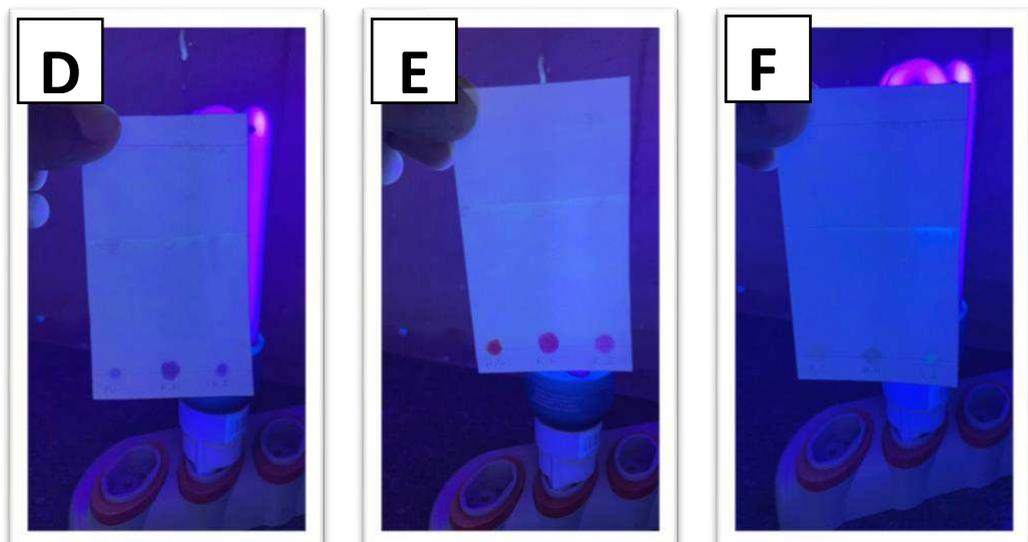
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 13:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 13A), vermelho (Figura 13B) e verde (Figura 13C), com revelação luz UV, eluente Etanol.



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

**Figura 14:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 14D), vermelho (Figura 14E) e verde (Figura 14F), com revelação luz UV, eluente Etanol.



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

➤ **Revelação à vapor de iodo, eluete etanol**

- Colorama® ∩ Risqué® ∩ Impala® nas cores laranja, amarelo apresentou o mesmo valor de  $R_f=1(33,3\%)$ , compartilhando os mesmos pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama® ∩ Impala® na cor rosa apresentam (50%)  $R_f=0,82$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas, diferente risqué que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Impala® com o valor de  $R_f=1$ .
- Colorama® ∩ Risqué® apresentou (0%)  $R_f=0$  na cor roxa tendo menos afinidade com fase móvel, indicando que essas duas marcas talvez possa compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do Impala® com o valor  $R_f=1$  (100%) exclusividade não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Risqué®.
- Na cor verde com o valor de  $R_f=0$  Risqué®, para o valor de  $R_f=0,85$  Colorama® e o valor do  $R_f=1$  Impala® são exclusivas (100%).
- Na cor azul com o valor de  $R_f=0,90$  Risqué®, para o valor de  $R_f=1$  Colorama® e o valor do  $R_f=0,98$  Impala®) são exclusivas (100%).
- Na cor vermelho com o valor de  $R_f=0,92$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,90$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,94$  Impala® são exclusivas (100%).

Na revelação a vapor de iodo pode ocorrer interação de compostos orgânicos que possui insaturações (duplas ou triplas ligações) ou grupos polares específicos que podem formar complexo com o iodo. Os pigmentos que podem interagir com essa técnica são principalmente os que possuem estruturas aromáticas sistemas conjugados como: azul apresenta pigmentos ftaloazul que podem interagir fortemente devidos á sua macrocíclica conjugada com ligações duplas; o amarelo, laranja e vermelho apresentam pigmento azo também apresentando dupla ligação interagindo com vapor de iodo. O vermelho (Figura à esquerda) antraquinonas reagem fortemente com o iodo formando manchas escuras; o roxo possui pigmentos antraquinonas derivadas altamente conjugadas formando complexo de iodo também tem o triarylmetanos tendo compostos aromáticos.

### Fator de retenção em revelação em luz UV, elute etanol.

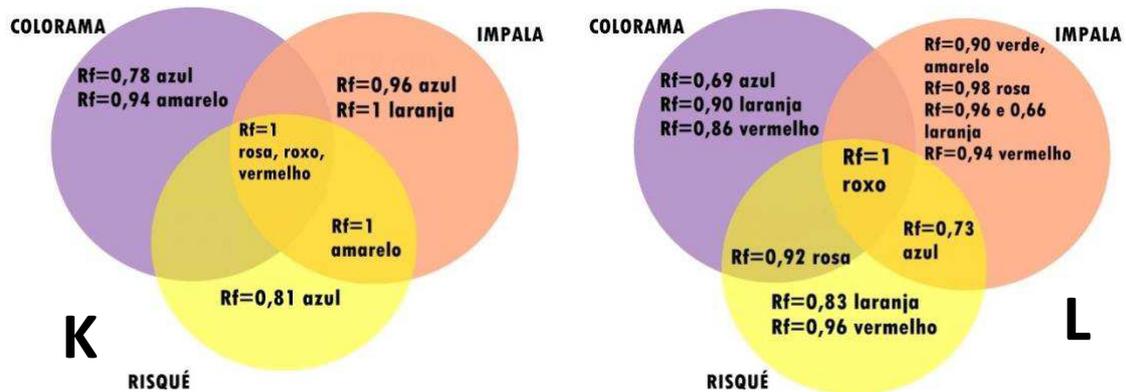
- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor verde apresentou (0%) o mesmo valor de  $R_f=0$  para todas as marcas, tendo mais afinidade com a fase estacionária, sugere uma possível similaridade e pigmentos em cada cor que estavam presente nas três marcas. Para cor laranja com o valor de  $R_f=1$  nas três marcas compartilham o mesmo pigmento e similaridade que estavam presente entre elas.
- Colorama®  $\cap$  Risqué® na cor rosa apresentam (0%)  $R_f=0$  interagil mais com fase estacionária, tendo assim um possível pigmentos entre as duas marcas, diferente Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué® com o valor de  $R_f=0,82$ .
- Colorama®  $\cap$  Impala® apresentou (50%)  $R_f=1$  na cor amarela, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do risqué com o valor  $R_f=0$  não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Impala®.
- Na cor azul com o valor de  $R_f=0,90$  Colorama®, para o valor de  $R_f=1$  Risqué® e o valor do  $R_f=1$  Impala® são exclusiva (100%).
- Na cor roxa com o valor de  $R_f=0$  Colorama®, para o valor de  $R_f= 0,90$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,98$  Impala® são exclusivas (100%) nas marcas Risqué® e Impala®.
- Na cor vermelho com o valor de  $R_f=0,92$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,90$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,94$  Impala® são exclusivas (100%).

O etanol, como solvente polar moderado, revela pigmentos que possuem grupos polares, como hidroxilas (-OH), carboxilas (-COOH) e amins (-NH<sub>2</sub>), que são capazes de formar ligações de hidrogênio com a fase estacionária. No diagrama com etanol como eluente, observou-se maior distinção entre pigmentos com estruturas químicas mais complexas, como compostos conjugados contendo anéis aromáticos. Essas estruturas são especialmente eficazes na absorção de radiação UV, o que explica a intensidade das manchas observadas. A presença de pigmentos orgânicos, como azo ou quinonas, é destacada pela capacidade do etanol de interagir com essas moléculas através de forças intermoleculares, como dipolo-dipolo e ligações de hidrogênio.

### Eluente usado como fase móvel: Acetonitrila

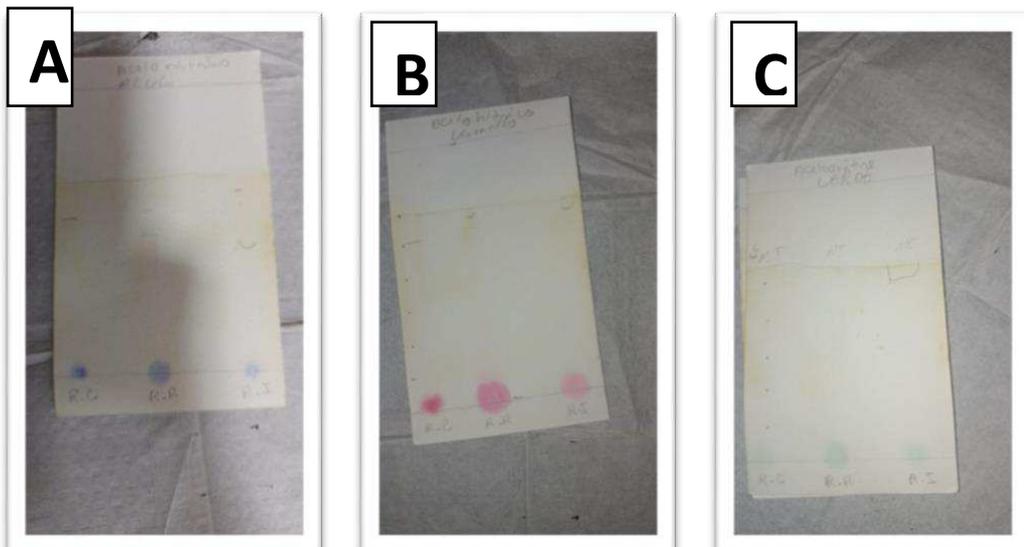
No gráfico 6 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®.

**Gráfico 6** – Diagrama de Veen com fatores de retenção (Rf) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama K) e luz UV (Diagrama L)



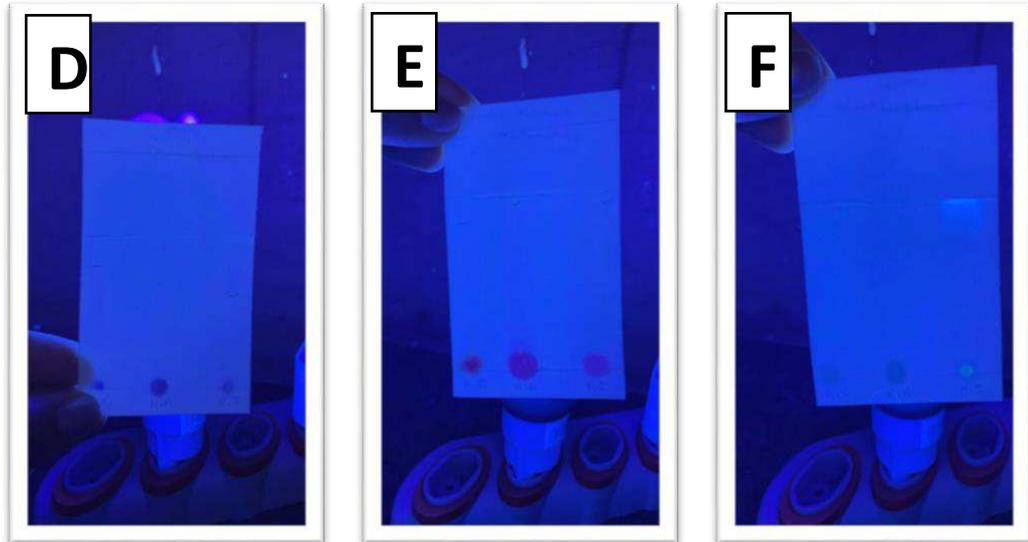
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 15:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 15A), vermelho (Figura 15B) e verde (Figura 15C), com revelação luz UV, eluente Acetonitrila.



Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 16:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 16D), vermelho (Figura 16E) e verde (Figura 16F), com revelação luz UV, eluente Acetonitrila.



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

➤ **Revelação à vapor de iodo, eluente acetonitrila.**

- Colorama® ∩ Risqué® ∩ Impala® na cor verde o mesmo valor de  $R_f=0$  (0 %) apresentando baixa solubilidade na fase móvel, tendo um indício inicial de afinidade para compartilhar os mesmos pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas. Para as cores rosa, roxo, vermelho apresentou o mesmo valor de  $R_f=1$  para todas as marcas compartilhando a mesma similaridade e pigmento que estão presentes entre as marcas.
- Colorama® ∩ Risqué® na cor laranja apresentam (0%)  $R_f=0$  alta afinidade com a fase móvel tendo assim possíveis pigmentos entre as duas marcas, diferente Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué®, com o valor de  $R_f=1$ .
- Risqué® ∩ Impala® apresentou (0%)  $R_f=0$  na cor amarela com mais afinidade com fase estacionária, indicando possíveis pigmentos e similaridade entre as duas marcas pra esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0,94$ , não apresentando pigmentos iguais ao Risqué® e Impala®.
- Na cor azul com o valor de  $R_f=0,78$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,81$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,96$  Impala® são exclusivas (100%).

De acordo com Skoog et al. (2006), a presença de substâncias coloridas pode ser visualizada de imediato com a fase estacionária já as incolores necessita de reagentes apropriados para serem detectados. Isso pode-se ser visto nas cores roxa, rosa e vermelho com fator de  $R_f=1$  sendo completamente eluídos essa similaridade entre as marcas é devido a alta solubilidade em solventes polares como a acetonitrila, o pigmento provável é o azo ou antraquinonas que são utilizados nessas cores.

#### **Fator de retenção em revelação em luz UV, eluente acetonitrila.**

- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor roxa o mesmo valor de  $R_f=1$  (33,3%), compartilhando os mesmos pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama®  $\cap$  Risqué® (50%) apresentou  $R_f=0,92$  na cor rosa, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmos pigmentos para esta cor, diferente do Impala® com o valor  $R_f=0,98$ , não apresentando pigmentos iguais ao Risqué® e Impala®. Para a cor amarela com  $R_f=0$  com alta afinidade com a fase estacionária, e possível pigmentos e similaridades onde entre o Colorama® e Risqué® diferente do Impala® com  $R_f=0,90$ .
- Risqué®  $\cap$  Impala® apresentou (50%)  $R_f=0,73$  na cor azul, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmos pigmentos para esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0,69$ , não apresentando pigmentos iguais ao Risqué® e Impala®.
- Na cor laranja com (100%) o valor de  $R_f=0,90$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,83$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,96$  e  $0,66$  Impala® são exclusivas. Na marca Impala® correu duas manchas dando assim dois fatores de retenção.
- Na cor vermelho apresenta (50%) com o valor de  $R_f=0,86$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,96$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,94$  Impala® são exclusivas.

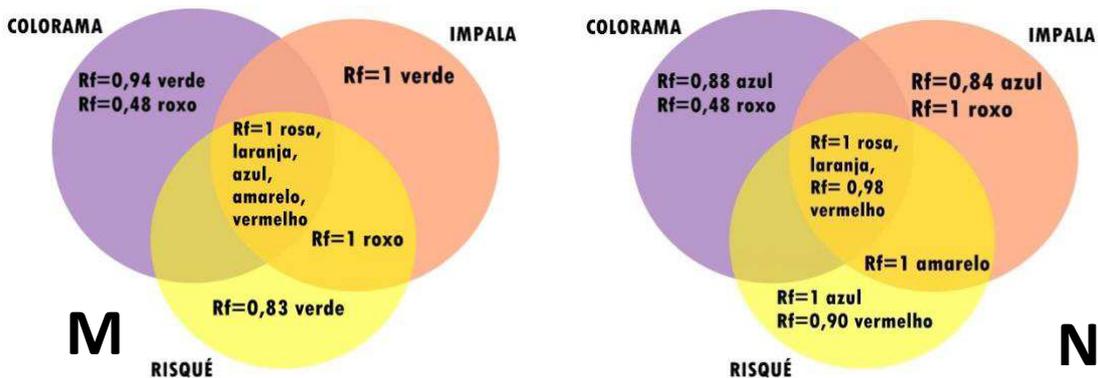
De acordo com o (Gráfico 6), acetonitrila um solvente altamente polar e com baixo ponto de ebulição, favorece a separação de pigmentos contendo grupos funcionais polares e moderadamente apolares. No (Diagrama K) onde foi usada, a interação diferencial dos pigmentos com a fase estacionária resultou em  $R_f$  variados,

indicando uma ampla gama de polaridades entre os compostos. Os pigmentos revelados sob luz UV incluem corantes sintéticos com sistemas conjugados, como ftalocianinas e corantes azo, que absorvem fortemente a radiação UV devido às suas estruturas aromáticas conjugadas. Além disso, pigmentos orgânicos contendo heteroátomos (oxigênio e nitrogênio) são compatíveis com a polaridade da acetonitrila, o que contribui para sua eficiente eluição.

**Eluente com fase móvel: Acetato de etila mais Álcool metílico (binária) proporção 1:1**

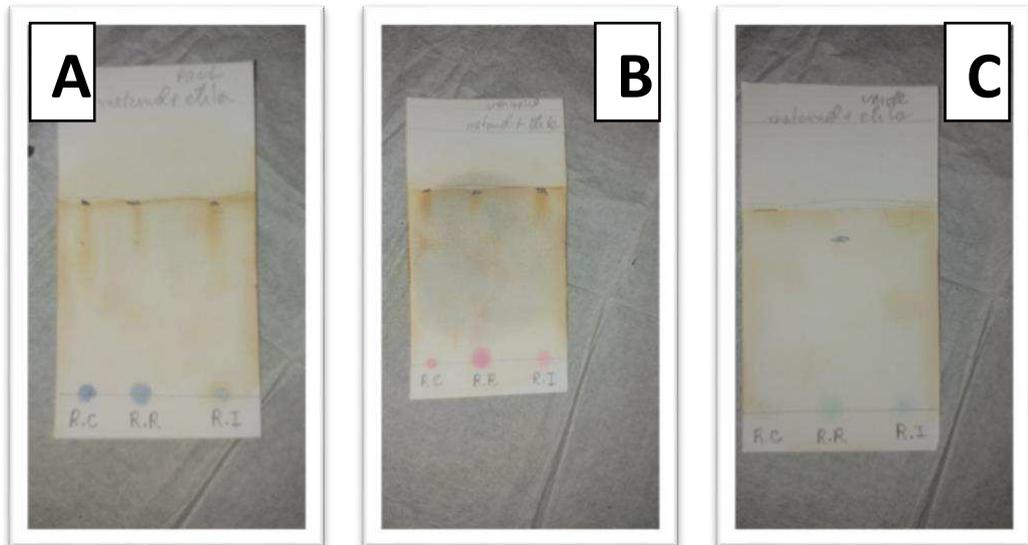
No gráfico 7 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®.

**Gráfico 7:** Diagrama de Veen de marca por fator de retenção em revelação em vapor de iodo (Diagrama M) e UV (Diagrama N).



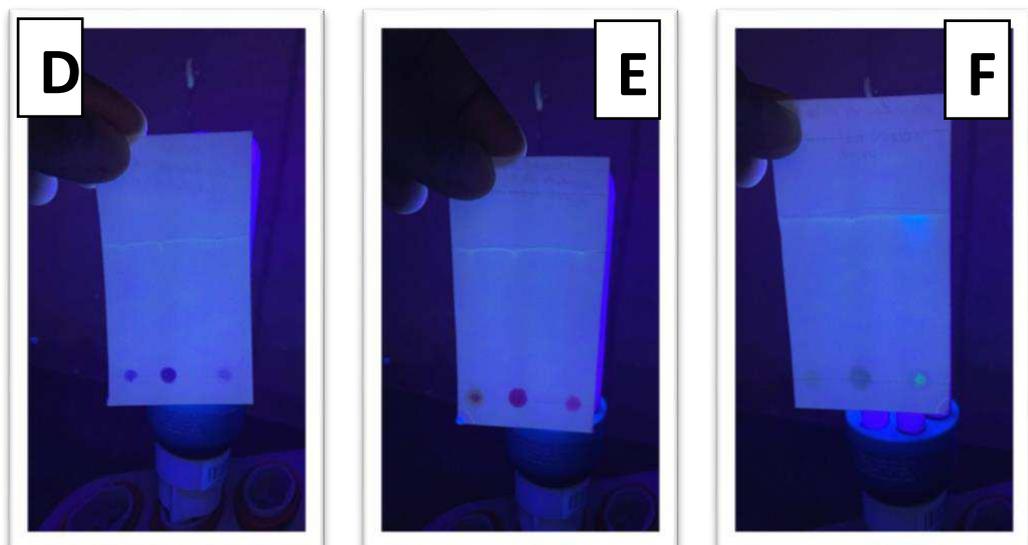
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 17:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 17A), vermelho (Figura 17B) e verde (Figura 17F), com revelação luz UV, eluente Acetato de etila mais Álcool metílico (binária), proporção 1:1



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

**Figura 18:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura 18D), vermelho (Figura 18E) e verde (Figura 18F), com revelação luz UV, eluente Acetato de etila mais Álcool metílico (binária), proporção 1:1



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

➤ **Revelação à vapor de iodo, Acetato de etila mais Álcool metílico (binário), prporção 1:1**

- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor rosa, azul, laranja, amarelo e vermelho apresenta (33,3%) o mesmo valor de  $R_f=1$ , compartilhando os mesmo pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Risqué®  $\cap$  Impala® na cor roxa apresentam (50%)  $R_f=1$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas, diferente Colorama® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué®, com o valor de  $R_f=0,48$ .
- Na cor verde apresenta (100%) com o valor de ( $R_f=0,94$  Colorama®), para o valor de ( $R_f=0,83$  Risqué®) e o valor do ( $R_f=1$  Impala®) são exclusivas.

Quanto à visualização dos pigmentos com revelação a vapor de iodo nas cores rosa, azul, laranja, amarelo e vermelho o sistema de eluição apresentou melhor resolução, essas cores apresentam pigmentos antraquinonas, azo e ftalocianinas, devido à sua baixa polaridade e alta solubilidade na mistura de metanol e acetato de etila. A similaridade entre as marcas reflete o uso de pigmentos padrão amplamente aplicados na indústria cosmética para garantir consistência de cores e desempenho em esmaltes de unhas.

**Fator de retenção em revelação em luz UV, Acetato de etila mais Álcool metílico (binário), prporção 1:1**

- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor rosa e laranja apresenta (33,3%) o mesmo valor de  $R_f=1$ , compartilhando os mesmo pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor vermelho apresenta (33,3%) o mesmo valor de  $R_f=0,98$ , compartilhando os mesmo pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama®  $\cap$  Risqué® na cor verde apresentam (0%)  $R_f=0$  baixa solubilidade com fase móvel, tendo possíveis pigmentos entre as duas marcas, diferente

Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué®, com o valor de  $R_f=0,98$ .

- Risqué®  $\cap$  Impala® para cor amarela apresentam (50%)  $R_f=0,97$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas, diferente Colorama® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e Risqué®, com o valor de  $R_f=0$ .
- Na cor azul apresenta (50%) com o valor de ( $R_f=0,88$  Colorama®), para o valor de ( $R_f=1$  Risqué®) e o valor do ( $R_f=0,84$  Impala®) são exclusivas.
- Na cor roxa apresenta (50%) com o valor de ( $R_f=0,48$  Colorama®), para o valor de ( $R_f=0,90$  Risqué®) e o valor do ( $R_f=1$  Impala®) são exclusivas.

A análise cromatográfica com o eluente binário composto por acetato de etila e metanol evidenciou diferenças importantes no comportamento dos pigmentos das diversas cores de esmaltes. Para os pigmentos azul, roxo, amarelo e vermelho, o fator de retenção ( $R_f$ ) igual a 1 indica que esses compostos foram completamente eluídos pela fase móvel. Isso sugere que esses pigmentos possuem baixa polaridade ou elevada solubilidade na mistura de solventes utilizada. Essa característica está alinhada ao uso de compostos com estruturas menos polares, como anéis aromáticos conjugados ou pigmentos orgânicos estabilizados, que interagem preferencialmente com a fase móvel. Além disso, a similaridade nos valores de  $R_f$  para essas cores entre as diferentes marcas sugere a presença de pigmentos quimicamente semelhantes em sua formulação.

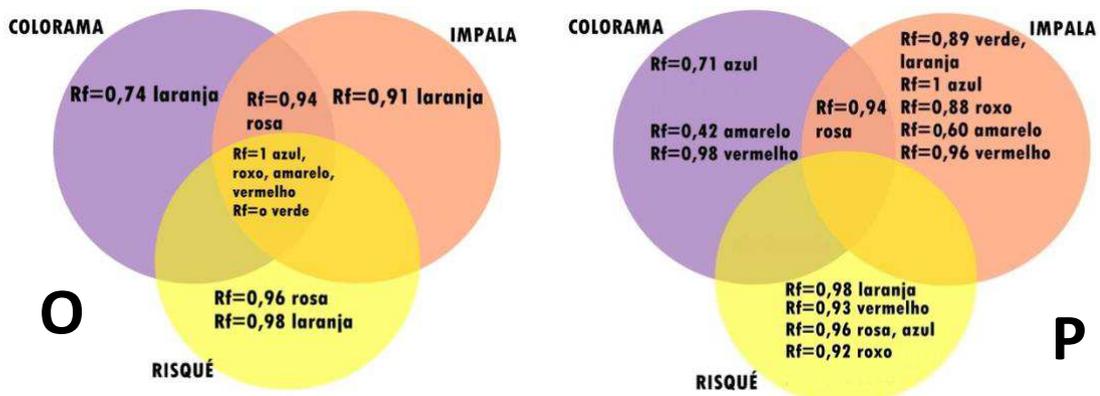
Em contraste, o pigmento verde apresentou um comportamento distinto, com  $R_f$  igual a 0, refletindo uma forte interação com a fase estacionária de sílica gel. Esse resultado aponta para uma alta polaridade ou uma estrutura molecular mais complexa, como pigmentos à base de ftalocianinas metálicas, que possuem maior afinidade pela superfície polar da sílica gel. Já o pigmento laranja mostrou valores de  $R_f$  variados entre as marcas, o que indica diferenças nas formulações, possivelmente devido ao uso de pigmentos com polaridades e interações específicas distintas com aditivos. O pigmento rosa, exclusivo da marca Risqué® e apresentando fluorescência sob luz UV, sugere a presença de corantes especializados, como derivados de fluoresceína, que contribuem para características únicas e maior vivacidade da cor. Esses resultados reforçam como a composição química de cada marca influencia diretamente o comportamento cromatográfico dos

pigmentos, evidenciando variações de polaridade e interações químicas específicas entre os compostos.

**Eluente usado como fase móvel: Hexano, Álcool metílico mais Acetato de etila (ternária), proporção 5:3:2.**

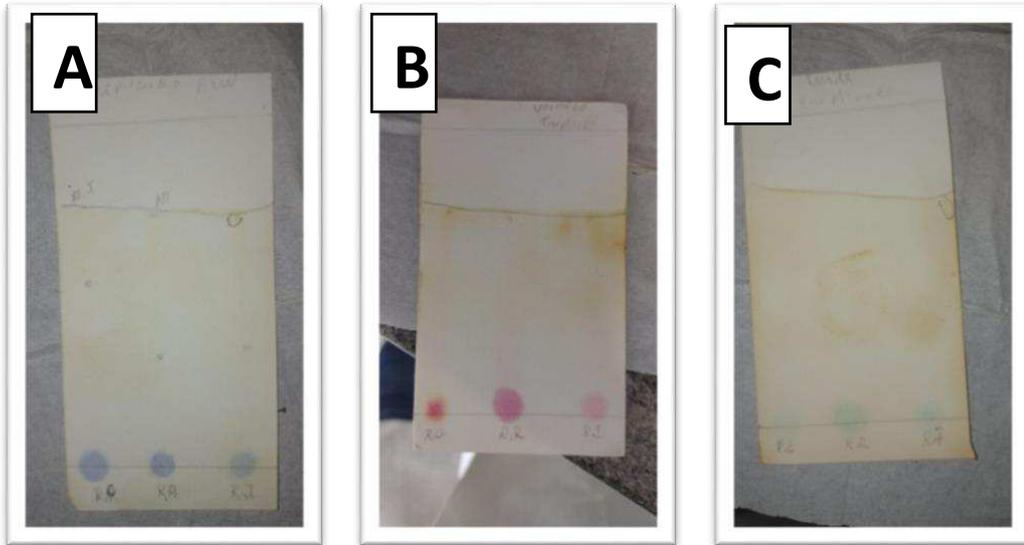
No gráfico 8 são apresentados Diagrama de Veen com valor de Fatores de Retenção para as marcas Colorama®, Risqué® e Impala®.

**Gráfico 8:** Diagrama de Veen com fatores de retenção (Rf) e pigmentos entre marcas revelação a vapor de iodo (Diagrama O) e luz UV (Diagrama P).



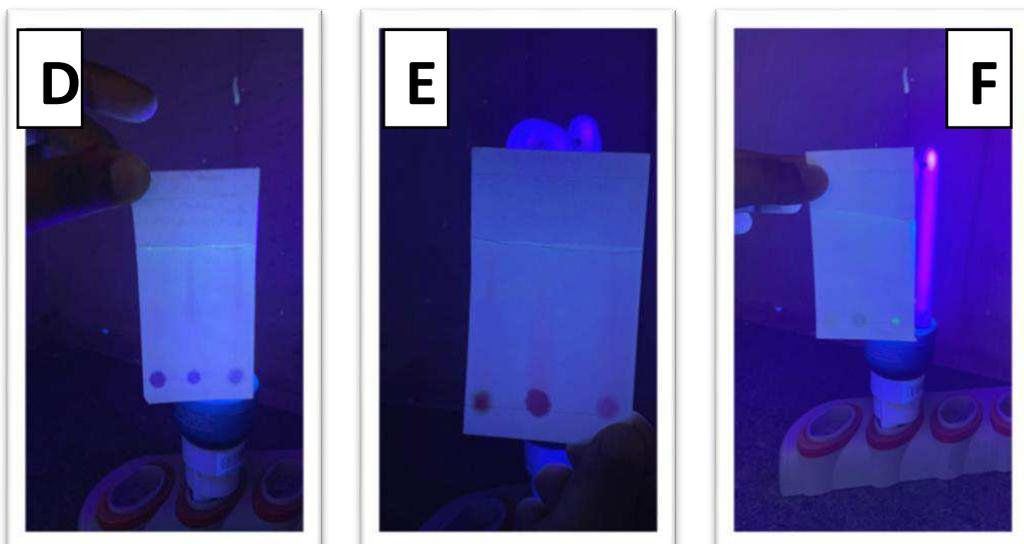
Fonte: elaborado pela autora, 2024.

**Figura 12:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura A), vermelho (Figura B) e verde (Figura C), com revelação luz vapor de iodo, eluente Hexano, Acetato de etila mais Álcool metílico (ternário), proporção 5:3:2



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

**Figura 12:** Pigmentos separados em todas as marcas e nas cores azul (Figura D), vermelho (Figura E) e verde (Figura F), com revelação luz UV, eluente Hexano, Acetato de etila mais Álcool metílico (ternária), proporção 5:3:2



**Fonte:** elaborado pela autora, 2024.

➤ **Revelação à vapor de iodo, eluente hexano, acetato de etila mais álcool metílico**

- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  na cor verde apresenta o mesmo valor de  $R_f=0$  (33,3%), compartilhando os mesmo pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama®  $\cap$  Risqué®  $\cap$  Impala® na cor azul, roxo, amarelo e vermelho apresenta o mesmo valor de  $R_f=1$ (33,3%), compartilhando os mesmo pigmentos e similaridade em cada cor que estavam presente nas três marcas.
- Colorama®  $\cap$  Impala® apresentou (50%)  $R_f=0,94$  na cor rosa, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0,96$  não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Impala®.
- Na cor laranja com o valor de ( $R_f=0,74$  Colorama®), para o valor de ( $R_f=0,98$  Risqué®) e o valor do ( $R_f=0,91$  Impala®) são exclusivas tendo (100%).

Para revelação a vapor de iodo, quero destacar a cor verde que foi similar nas três marcas que é a estrutura do grupo funcional presente é o ftalocianina de cobre formado por anéis isoindóis, compostos de nitrogênios ligados a átomos de carbono em um sistema aromático. Tendo uma forte retenção com a fase estacionária, o pigmento verde baseados em ftalocianinas possui grupos polares, que interagem fortemente com a sílica gel, causando baixa mobilidade. A interação com a fase móvel com a presença de hexano (apolar) favorece a eluição de porções menos polares da molécula o Metanol (polar moderado) solubiliza grupos polares na estrutura da ftalocianina para acetato de etila funciona como um intermediário, equilibrando a interação entre as fases móvel e estacionária (sílica gel).

➤ **Fator de retenção em revelação em luz UV, eluente hexano, acetato de etila mais álcool metílico**

- Colorama®  $\cap$  Risqué® na cor verde apresentam (50%)  $R_f=0$  tendo assim os mesmos pigmentos entre as duas marcas, diferente Impala® que seus pigmentos não estavam presentes nas marcas Colorama® e risque, com o valor de  $R_f=0,98$ .

- Colorama®  $\cap$  Impala® apresentou (50%)  $R_f=0,94$  na cor rosa, indicando que essas duas marcas compartilham os mesmo pigmentos pra esta cor, diferente do Colorama® com o valor  $R_f=0,96$  não apresentando pigmentos iguais o Colorama® e Impala®.
- Na cor azul com o valor de  $R_f=0,71$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,96$  Risqué® e o valor do  $R_f=1$  Impala® são exclusivas.
- Na cor roxa com o valor de  $R_f=0$  Colorama® com alta afinidade com a fase estacionária, para o valor de  $R_f=0,92$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,88$  Impala® são exclusivas.
- Na cor laranja com o valor de  $R_f=0,93$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,98$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,89$  Impala® são exclusivas.
- Na cor amarela com o valor de  $R_f=0,42$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,60$  Impala® são exclusivas.
- Na cor vermelho com o valor de  $R_f=0,98$  Colorama®, para o valor de  $R_f=0,93$  Risqué® e o valor do  $R_f=0,96$  Impala® são exclusivas.

Os resultados obtidos na análise dos esmaltes de unhas por meio da cromatografia em camada delgada (CCD) revelaram variações significativas na composição dos pigmentos entre as diferentes marcas. A escolha dos solventes utilizados na eluição, como acetato de etila, álcool metílico, acetona e hexano, foi crucial para a separação dos componentes, uma vez que a polaridade de cada solvente influencia diretamente a mobilidade dos pigmentos na fase estacionária.

No caso do hexano, que é um solvente apolar, observou-se que ele resultou nos menores valores de fatores de retenção ( $R_f$ ). Isso indica que os pigmentos analisados apresentaram maior mobilidade na presença do hexano, sugerindo que muitos deles são apolares ou têm uma interação fraca com a fase estacionária (sílica gel). Por outro lado, solventes como acetato de etila e acetona, que possuem polaridades moderadas, demonstraram uma maior capacidade de interação com pigmentos polares, resultando em valores de  $R_f$  mais altos. Essa relação é corroborada pela literatura, que afirma que "a polaridade do solvente é um fator determinante na separação de compostos em cromatografia" (Miller, 2010). A acetona, em particular, é reconhecida por sua capacidade de dissolver uma ampla

gama de compostos, o que a torna uma escolha eficaz para a separação de pigmentos em esmaltes (Sherma & Fried, 2003).

Além disso, a revelação dos pigmentos em vapor de iodo apresentou fatores de retenção diferentes em comparação com a revelação sob luz UV. A revelação em vapor de iodo é uma técnica que permite a visualização de compostos que interagem quimicamente com o iodo, formando complexos que podem alterar a polaridade e, conseqüentemente, a mobilidade dos pigmentos na placa de cromatografia. Isso pode resultar em uma alteração nos fatores de retenção, uma vez que a interação com o iodo pode aumentar a adsorção dos pigmentos na fase estacionária, levando a valores de  $R_f$  mais baixos. Por outro lado, a luz UV revela compostos que absorvem radiação UV, permitindo a visualização de pigmentos que podem não interagir com o iodo, resultando em diferentes padrões de separação (Collins et al., 1997).

Essas diferenças na revelação e na interação dos solventes com os pigmentos ressaltam a complexidade da análise cromatográfica e a importância de escolher adequadamente tanto os solventes quanto os métodos de revelação. Os resultados obtidos neste estudo não apenas confirmam as teorias existentes sobre a polaridade e a separação de compostos, mas também destacam a relevância da cromatografia em camada delgada como uma ferramenta eficaz para a análise de produtos cosméticos.

Foi possível compreender as semelhanças e diferenças nos pigmentos dos esmaltes de unhas das marcas Colorama®, Risqué® e Impala®, utilizando a cromatografia em camada delgada (CCD). A análise revelou que 33,33% das cores (azul, amarelo, roxo e vermelho) compartilham pigmentos semelhantes entre as três marcas, evidenciado pelo mesmo fator de retenção  $R_f = 1$ . No entanto, o pigmento verde apresentou comportamento distinto, sendo exclusivo a uma das marcas  $R_f = 0$  que teve alta afinidade com a fase móvel e baixa afinidade com a fase estacionária, enquanto laranja variou em todas as marcas, refletindo diferenças na formulação de pigmentos. A revelação com vapor de iodo e luz UV destacou as estruturas químicas dos pigmentos, especialmente aqueles com sistemas conjugados e interações características com os eluentes, reforçando a complexidade das formulações industriais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento deste trabalho, foi possível aprimorar uma análise que contextualiza os conteúdos de cromatografia, polaridade e interações químicas dos pigmentos presentes nos esmaltes de unhas. A análise comparativa entre os diferentes solventes utilizados, como acetona, acetato de etila, álcool metílico, acetonitrila, etanol, hexano e as combinações, revelou que a escolha do solvente é crucial para a eficiência da eluição dos pigmentos. Os solventes oxigenados, como o acetato de etila, demonstraram uma afinidade química mais equilibrada com as amostras, resultando em uma separação mais eficaz dos pigmentos. Em contrapartida, o hexano, por sua natureza química apolar, apresentou um comportamento distinto, favorecendo a eluição de pigmentos apolares, mas dificultando a visualização de pigmentos mais polares devido à diferença de polaridade observada.

Entre as amostras analisadas neste trabalho, os esmaltes das diferentes marcas analisadas mostraram variações significativas em seus fatores de retenção ( $R_f$ ), evidenciando a diversidade na formulação química dos produtos. A cromatografia em camada delgada (CCD) mostrou-se, uma teoria de conjuntos para a separação e identificação dos pigmentos, permitindo uma análise qualitativa e quantitativa que enriquece o entendimento sobre a composição dos esmaltes. Na metodologia apresentada neste trabalho pode-se revelar uma ferramenta didática valiosa para o ensino de Química, onde pode contribuir para debate dos conceitos de polaridade e interações intermoleculares.

## REFERÊNCIAS

- ABRAS (2013) Mercado de esmaltes no país cresceu 12,6% no ano passado, com a movimentação de R\$ 575 mi Belo Horizonte 2013. Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping/geral/37883/mercado-de-esmaltes-no-pais-cresceu-126-no-ano-passado-com-a-movimentacao-de-r-575-mi> Acesso em: 29 Nov.2024.
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil. São Paulo, 2013.
- AGNOL, Lucas Dall. et al. UV-curable waterborne polyurethane coatings: A state-of-the-art and recent advances review. **Progress in Organic Coatings**. V.154, n.106156, 2021.
- ANGGRAENI, Ratna Fransiska; AMINAH, Siti. Pengaruh E-WOM e Inovasi Produk terhadap Keputusan Pembelian Produk Revlon di Kabupaten Jombang. Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah , v. 2, pág. 1861-1869, 2024.
- AQUINO NETO, F.R. e NUNES, D.S.S. Cromatografia: princípios básicos e técnicas afins. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- BARROS, Guilherme Ponciano de et al. **Semi-síntese metílico a partir do óleo de mamona** (Ricinus communis) para a substituição da tosilaida-formaldeído na formulação de esmaltes de unha. 2022.
- BRANCO, R. P. O. et al **Química forense: sob olhares eletrônicos**. Campinas: Millennium, 2006.
- BUTLER, Hilda. **Cosmetics through the ages**. In: **Poucher's perfumes, cosmetics and soaps**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. p. 13-63.
- CÂMARA TÉCNICA DE COSMÉTICOS (CATEC). Resolução RDC n211. 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: < <http://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/fotos/assets/uploads/regulatorios/f3fb0-Rdc-211.pdf>> Acesso em: 28 Mar 2017.
- CHAUDHRI, S. K.; JAIN, N. K. **History of cosmetics**. **Asian Journal of Pharmaceutics** (AJP), v. 3, n. 3, 2009.
- COLLINS, C. H. Princípios básicos de cromatografia. In: COLLINS, C. H. et al. Fundamentos de cromatografia. Campinas: UNICAMP, 2006b. Cap. 1, p. 18–45.
- COLLINS, H. Carol, BRAGA, L. Gilberto, BONATO, S. Pierina. **Introdução a métodos cromatográficos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1997. p. 11-56.
- COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L. e BONATO, P.S. Fundamentos de cromatografia. Campinas: Ed. UNICAMP, 2006.
- COSTA E SILVA, José Carlos; SILVA, José Carlos. Cromatografia de camada delgada: fundamentos e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2016

CUCCIOBRASIL (2022) Saiba tudo sobre química dos esmaltes Minas Geais 2022. Disponível em: <https://www.cuccio brasil.com.br/saiba-tudo-sobre-a-quimica-dos-esmaltes/> Acesso em 27.Nov. 2024.

DEGANI, Ana Luiza et al. **Cromatografia: um breve ensaio**. Química Nova na Escola, v.7, p.21-25, maio 1998.

DENZIN, N. K; LINCOLN, I.O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ENGEL, R. G. et al. Química orgânica experimental: técnicas de escala pequena. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 1010 p.

FERREIRA, L. F. B.; SARAIVA, L. M.; PEDROSO, N. Cromatografia em Camada Delgada. Seminários. 2014. CEMPEQC - Centro de Monitoramento e Pesquisa da Qualidade de Combustíveis, Biocombustíveis, Petróleo e Derivados.IQ/UNESP. Disponível:<[http://www.cempeqc.iq.unesp.br/Jose\\_Eduardo/Cromatografia%20em%20Camada%20Delgada.pdf](http://www.cempeqc.iq.unesp.br/Jose_Eduardo/Cromatografia%20em%20Camada%20Delgada.pdf)>. Acesso: 27.novembro.2024.

GARCES, S. L. et al. **Esmaltes De Unhas Como Temática Para O Ensino De Ciências Da Natureza**. Revista Debates Em Ensino De Química, v.3, n.2, p.167–187, 2017.

GIBAJA S. (1998). Pigmentos Naturales Quinónicos. Centro de producción Editorial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pp. 14-188.

GUEDES; LUNKES DA COSTA; MENDES. **Introdução ao meio ambiente e gestão ambiental**. Rio Grande do Sul: Campus Feliz, 2020.

ILBEIGI, VAHIDEH et al. “Laser Desorption-Ion Mobility Spectrometry as a Useful Tool for Imaging of Thin Layer Chromatography Surface.” Journal of Chromatography A 1459: 145–51, 2016.

MIRANDA, Mayker Lazaro. Cálculo do Rf dos compostos A e b 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Calculo-do-Rf-de-dois-compostos-A-e-B\\_fig11\\_363148734](https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Calculo-do-Rf-de-dois-compostos-A-e-B_fig11_363148734) Acesso em 27.nov.2024.

MIYAKE, M. H. et al. **Interferência da coloração de esmaltes de unha e do tempo na oximetria de pulso em voluntários sadios**. Jornal de Pneumologia, v. 29, n. 6, p. 386–390, nov. 2016.

MROCZEK, Tomasz et al. 2006. “Investigation of Symphytum Cordatum Alkaloids by Liquid-Liquid Partitioning, Thin-Layer Chromatography and Liquid Chromatography-Ion-Trap Mass Spectrometry.” Analytica Chimica Acta 566(2): 157–66.

MUNCHEN, S. Cosméticos: uma possibilidade de abordagem para o ensino de Química. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MURTHY, P. S. (2006). Molecular Handshake: Recognition through Weak Noncovalent Interactions. *Journal of Chemical Education*. 83(7), 1010-1013.

OLIVEIRA, Antonio, M. da S. Construção de um espalhador de fase estacionária de cromatografia em camada delgada: uma alternativa de redução de custos para o ensino de química. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Arapiraca, 2022 Disponível em: <https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/4011>. Acesso em: 02 dez.2024.

OLIVEROS, J. VENNY - An interactive tool for comparing lists with Venn Diagrams. 2007. Disponível em: <<http://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/index.html>>. Acesso em: 27/10/2024.

PEREIRA, Eliana Rosa. **Identificação de funções orgânicas, nas aulas de Química** do ensino médio, por análises dos princípios ativos dos produtos naturais de uso doméstico. 2019.

PINHEIRO, Amanda Negreiros. A Química dos Pigmentos? Universidade de Campinas, 2010. Disponível em: <https://gpquae.iqm.unicamp.br/textos/T10.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2024.

PRADELA-FILHO, L.A. et al. Nail polish and carbon powder: an attractive mixture to prepare paper-based electrodes. *Electrochimica acta*, v. 258, p. 786-792, 2017.

PRUNIÉRAS, M. Manual de cosmetologia dermatológica. São Paulo, n. 2, Organização Andrei Editora LTDA, 1994.

REIS, T. M. et al. **Esmalte de unhas**: uma temática para construção do conhecimento químico de funções orgânicas, v.12, p189. 2019. Disponível em :< <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/703/671>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SILVA, T. et. al. Produção de Esmaltes Comuns de Unhas. 2011. Disponível em: <http://www.uniube.br/eventos/entec/2011/arquivos/quimica5.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

SILVA, Lorena Garces; BIERHALZ, Crisna Daniela Krause. Esmaltes de Unhas como temática para o Ensino de Ciências da Natureza. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 3, n. 2, p. 167-187, 2017.

SIQUEIRA, G. L. Por dentro de seu esmalte. In: CONSELHO Regional de Química. Paraíba: Informativo CRQ V, 2012. Disponível em: <http://www.crq19.org.br/index.php?categoria=vernocia&id=51>. Acesso em: 28 nov.2024.

SKOOG, D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. – Princípios de Química Analítica, Thomson Learning Ltda., (8ª ed. americana), São Paulo, 2006.

# APÊNDICES

### Apêndice I- Tabelas de fatores de retenção Acetato de etila

Esmaltes e cores	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Estado de Fase Móvel		Solventes usados na corrida  10mL  acetato de etila
	Revelação UV	Revelação Iodo		Fator retenção calculado (DM/DF)		
				Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama Verde	0 cm	6 cm	6 cm	0 cm	1 cm	acetato de etila
Risqué Verde	0 cm	0 cm	6 cm	0 cm	0 cm	
Impala Verde	5,8 cm	6	6 cm	0,96 cm	1 cm	
Colorama rosa salmon	0 cm	5,3 cm	5,3 cm	0 cm	1 cm	acetato de etila
Risqué rosa salmon	0 cm	5,3 cm	5,3 cm	0 cm	1cm	
Impala rosa salmon	5,3 cm	5,3 cm	5,3 cm	1 cm	1cm	
Colorama azul	1,3 cm	6 cm	6 cm	0,21 cm	1 cm	acetato de etila
Risqué azul	0 cm	6 cm	6 cm	0 cm	1 cm	
Impala azul	0 cm	6 cm	6 cm	0 cm	1 cm	
Colorama roxo	4,2 cm	6 cm	6 cm	0,70cm	1 cm	acetato de etila
Risqué roxo	0 cm	6 cm	6 cm	0 cm	1 cm	
Impala roxo	6,4 cm	6 cm	6 cm	0,96 cm	1 cm	
Colorama laranja	0 cm	5,2 cm	6,8 cm	0 cm	0,76 cm	acetato de etila
Risqué laranja	0 cm	5,3 cm	6,8 cm	0 cm	0,77 cm	
Impala laranja	5,2 cm	6,2 cm	6,8 cm	0,76 cm	0,91 cm	
Colorama amarelo	0 cm	4,7 cm	6,5cm	0 cm	0,72 cm	acetato de etila
Risqué amarelo	0 cm	5 cm	6,5cm	0cm	0,76 cm	
Impala amarelo	0 cm	5 cm	6,5cm	0 cm	0,76 cm	
Colorama vermelho	0 cm	5,5 cm	5,5 cm	0 cm	1 cm	acetato de etila
Risqué vermelho	0 cm	5,5 cm	5,5 cm	0 cm	1 cm	
Impala vermelho	0 cm	5,5 cm	5,5 cm	0 cm	1 cm	

## Apêndice II- Tabelas de fatores de retenção Álcool metílico

Esmaltes e cores	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Fator retenção calculado (DM/DF)		Solventes usados na corrida  10mL
	Revelação UV	Revelação Iodo		Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama Verde	4,8 cm	5,5 cm	5,5 cm	0,87 cm	1 cm	álcool metílico
Risqué Verde	5 cm	4,5 cm	5,5 cm	0,90 cm	0,81 cm	
Impala Verde	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	
Colorama rosa salmon	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	álcool metílico
Risqué rosa salmon	4,9 cm	5 cm	5 cm	0,98 cm	1 cm	
Impala rosa salmon	4,9 cm	5 cm	5 cm	0,98 cm	1 cm	
Colorama azul	5,5 cm	6 cm	6 cm	0,91 cm	1 cm	álcool metílico
Risqué azul	4,6 cm	6 cm	6 cm	0,76 cm	1 cm	
Impala azul	6 cm	6 cm	6 cm	1 cm	1 cm	
Colorama roxo	5,3 cm	6 cm	6 cm	0,88 cm	1 cm	álcool metílico
Risqué roxo	1,6 cm	6 cm	6 cm	0,26 cm	1 cm	
Impala roxo	5,5 cm	6 cm	6 cm	0,91 cm	1 cm	
Colorama laranja	4 cm	5,2 cm	6,8 cm	0 cm	0,76 cm	álcool metílico
Risqué laranja	3 cm	5,3 cm	6,8 cm	0 cm	0,77 cm	
Impala laranja	4 cm e 3 cm	6,2 cm	6,8 cm	0,96 cm	0,91 cm	
OBS: NO IMLA LARANJA PARECEU UMA TONALIDADE ROSA NO FIM DA CORRIDA, FICOU LARANJA NOVAMENTE, NO METANOL TENDO DOIS FATORES DE RETENÇÃO.						
Colorama amarelo	5,5 cm	5,8 cm	5,8 cm	0,94 cm	1 cm	álcool metílico
Risqué amarelo	5,2 cm	5,8 cm	5,8 cm	0,89 cm	1 cm	
Impala amarelo	5,5 cm	5,8 cm	5,8 cm	0,94 cm	1 cm	
Colorama vermelho	4,5 cm	5,1 cm	5,1 cm	0,88 cm	1 cm	álcool metílico
Risqué vermelho	2,9 cm	5,1 cm	5,1 cm	0,56 cm	1 cm	
Impala vermelho	3 cm	5,1 cm	5,1 cm	0,58 cm	1 cm	

### Apêndice III- Tabelas de fatores de retenção com eluete Acetona

Esmaltes e cores	Estado de Fase Móvel					Solventes usados na corrida 10mL  Acetona
	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Fator retenção calculado (DM/DF)		
	Revelação UV	Revelação Iodo		Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama Verde	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1cm	1 cm	Acetona
Risqué Verde	4,6 cm	5,5 cm	5,5 cm	0,83 cm	1 cm	
Impala Verde	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	
Colorama rosa salmon	6 cm	6 cm	6 cm	1 cm	1 cm	Acetona
Risqué rosa salmon	5,7 cm	5,7 cm	6 cm	0,95 cm	0,95 cm	
Impala rosa salmon	5,7 cm	5,7 cm	6 cm	0,95 cm	0,95 cm	
Colorama azul	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	Acetona
Risqué azul	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	
Impala azul	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	
Colorama roxo	6,5 cm	6,5 cm	6,5 cm	1 cm	1 cm	Acetona
Risqué roxo	6 cm	6,5 cm	6,5 cm	0,92 cm	1 cm	
Impala roxo	6 cm	6,5 cm	6,5 cm	0,92 cm	1 cm	
Colorama laranja	7 cm	7,2 cm	7,2 cm	0,97 cm	1 cm	Acetona
Risqué laranja	7 cm	7,2 cm	7,2 cm	0,97 cm	1 cm	
Impala laranja	5,6 cm	7,2 cm	7,2 cm	0,77 cm	1 cm	
Colorama amarelo	7,6 cm	7,6 cm	7,6 cm	1 cm	1 cm	Acetona
Risqué amarelo	7,6 cm	7,6 cm	7,6 cm	1 cm	1 cm	
Impala amarelo	7,6 cm	7,6 cm	7,6 cm	1 cm	1 cm	
Colorama vermelho	5,5 cm	5 cm	5,5 cm	1 cm	0,90 cm	Acetona
Risqué vermelho	4,8 cm	4,8 cm	5,5 cm	0,80 cm	0,87 cm	
Impala vermelho	5,2 cm	5,2 cm	5,5 cm	0,95 cm	0,94 cm	

A

#### Apêndice IV- Tabelas de fatores de retenção com eluete Hexano

Esmaltes e cores	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Fator retenção calculado (DM/DF)		Solventes usados na corrida 10mL  Hexano
	Revelação UV	Revelação Iodo		Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama Verde	0 cm	0 cm	5,4 cm	0 cm	0 cm	Hexano
Risqué Verde	0 cm	0 cm	5,4 cm	0 cm	0 cm	
Impala Verde	5,2 cm	0 cm	5,4 cm	0,90 cm	0 cm	
Colorama rosa salmon	0 cm	0 cm	6,1 cm	0 cm	0 cm	Hexano
Risqué rosa salmon	0 cm	0 cm	6,1 cm	0 cm	0 cm	
Impala rosa salmon	5,8 cm	4,5 cm	6,1 cm	0,90 cm	0,73 cm	
Colorama azul	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	Hexano
Risqué azul	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	
Impala azul	5,2 cm	0 cm	5,5 cm	0,90 cm	0 cm	
Colorama roxo	0 cm	0 cm	5,2 cm	0 cm	0 cm	Hexano
Risqué roxo	0 cm	0 cm	5,2 cm	0 cm	0 cm	
Impala roxo	4,8 cm	0 cm	5,2 cm	0,93 cm	0 cm	
Colorama laranja	5,8 cm	5,5 cm	6,2 cm	0,93 cm	0,88 cm	Hexano
Risqué laranja	0 cm	5,5 cm	6,2 cm	0 cm	0,88 cm	
Impala laranja	5,9 cm	6 cm	6,2 cm	0,95 cm	0,96 cm	
Colorama amarelo	5,4 cm	5,6 cm	6,2 cm	0,87 cm	0,90 cm	Hexano
Risqué amarelo	0 cm	5,5 cm	6,2 cm	0 cm	0,88 cm	
Impala amarelo	5,8 cm	6 cm	6,2 cm	0,93 cm	0,96 cm	
Colorama vermelho	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	Hexano
Risqué vermelho	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	
Impala vermelho	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	

### Apêndice V- Tabelas de fatores de retenção com eluete Etanol

Esmaltes e cores	Estado de Fase Móvel					Solventes usados na corrida 10mL
	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Fator retenção calculado (DM/DF)		
	Revelação UV	Revelação Iodo		Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama Verde	0 cm	0 cm	4,9 cm	0 cm	0 cm	Etanol
Risque Verde	0 cm	4,2 cm	4,9 cm	0 cm	0,85 cm	
Impala Verde	0 cm	4,9 cm	4,9 cm	0 cm	1 cm	
Colorama rosa salmão	0 cm	4,1 cm	5 cm	0 cm	0,82 cm	Etanol
Risque rosa salmão	0 cm	5 cm	5 cm	0 cm	1 cm	
Impala rosa salmão	4,1 cm	4,1 cm	5 cm	0,82 cm	0,82 cm	
Colorama azul	4,6 cm	4,6 cm	5,1 cm	0,90 cm	0,90 cm	Etanol
Risque azul	5,1 cm	5,1 cm	5,1 cm	1 cm	1 cm	
Impala azul	5 cm	5 cm	5,1 cm	0,98 cm	0,98 cm	
Colorama roxo	0 cm	5,2 cm	5,2 cm	0 cm	0 cm	Etanol
Risque roxo	1,1 cm	0 cm	5,2 cm	0,21 cm	0 cm	
Impala roxo	5,2 cm	5,2 cm	5,2 cm	1 ml	1 cm	
Colorama laranja	5,1 cm	5,1 cm	5,1 cm	1 cm	1 cm	Etanol
Risque laranja	5,1 cm	5,1 cm	5,1 cm	1 cm	1 cm	
Impala laranja	5,1 cm	5,1 cm	5,1 cm	1 cm	1 cm	
Colorama amarelo	4,8 cm	4,8 cm	4,8 cm	1 cm	1 cm	Etanol
Risque amarelo	0 cm	4,8 cm	4,8 cm	0 cm	1 cm	
Impala amarelo	4,8 cm	4,8 cm	4,8 cm	1 cm	1 cm	
Colorama vermelho	5,1 cm	5,1 cm	5,5 cm	0,92 cm	0,92 cm	Etanol
Risque vermelho	5 cm	5 cm	5,5 cm	0,90 cm	0,90 cm	Etanol
Impala vermelho	5,2 cm	5,2 cm	5,5 cm	0,94 cm	0,94 cm	Etanol

**Apêndice VI- Tabelas de fatores de retenção com eluete Acetonitrila**

Esmaltes e cores	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Fator retenção calculado (DM/DF)		Solventes usados na corrida  10mL  Acetonitrila
	Revelação UV	Revelação Iodo		Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama verde	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	Acetonitrila
Risque verde	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	
Impala verde	5 cm	0 cm	5,5 cm	0,90 cm	0 cm	
Colorama rosa salmon	5 cm	5,4 cm	5,4 cm	0,92 cm	1 cm	Acetonitrila
Risque rosa salmon	5 cm	5,4cm	5,4cm	0,92 cm	1 cm	
Impala rosa salmon	5,3 cm	5,4 cm	5,4 cm	0,98 cm	1 cm	
Colorama azul	3,6 cm	4,1 cm	5,2 cm	0,69 cm	0,78 cm	Acetonitrila
Risque azul	3,8cm	4,3 cm	5,2 cm	0,73 cm	0,81 cm	
Impala azul	3,6 cm	5 cm	5,2 cm	0,73 cm	0,96 cm	
Colorama roxo	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	Acetonitrila
Risque roxo	5,5 cm	5,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	
Impala roxo	5,5cm	5,5cm	5,5cm	1 cm	1 cm	
Colorama laranja	5,4 cm	0 cm	6 cm	0,90 cm	0 cm	Acetonitrila
Risque laranja	5 cm	0 cm	6 cm	0,83 cm	0 cm	
Impala laranja	5,8 cm e 4 cm	6 cm	6 cm	0,96 cm e 0,66 cm	1 cm	
<b>OBS: NO IMLA LARANJA PARECEU UMA TONALIDADE ROSA NO FIM DA CORRIDA FICOU LARANJA NOVAMENTE. NO ACETONITRILA TENDO DOIS FATORES DE RETENÇÃO.</b>						
Colorama amarelo	0 cm	5 cm	5,3 cm	0 cm	0,94 cm	Acetonitrila
Risque amarelo	0 cm	5,3 cm	5,3 cm	0 cm	1 cm	
Impala amarelo	4,8 cm	5,3 cm	5,3 cm	0,90 cm	1 cm	
Colorama vermelho	5 cm	5,8 cm	5,8 cm	0,86 cm	1 cm	Acetonitrila
Risque vermelho	5,6 cm	5,8 cm	5,8 cm	0,96 cm	1 cm	
Impala vermelho	5,5 cm	5,8 cm	5,8 cm	0,94 cm	1 cm	

**Apêndice VII-** Tabelas de fatores de retenção com eluete Acetato de etila mais Álcool metílico (binário)

Esmaltes e cores	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Estado de Fase Móvel		Solventes usados na corrida  Proporção 5:5
	Revelação UV	Revelação Iodo		Fator retenção calculado (DM/DF)		
				Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama verde	0 cm	5,2 cm	5,5 cm	0 cm	0,94 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque verde	0 cm	4,6 cm	5,5 cm	0 cm	0,83 cm	
Impala verde	5,4 cm	5,5 cm	5,5 cm	0,98 cm	1 cm	
Colorama rosa salmon	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque rosa salmon	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	
Impala rosa salmon	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	
Colorama azul	4,4 cm	5 cm	5 cm	0,88 cm	1 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque azul	5 cm	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm	
Impala azul	4,2 cm	5 cm	5 cm	0,84 cm	1 cm	
Colorama roxo	2,5 cm	2,5 cm	5,2 cm	0,48 cm	0,48 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque roxo	4,7 cm	5,2 cm	5,2 cm	0,90cm	1 cm	
Impala roxo	5,2 cm	5,2 cm	5,2 cm	1 cm	1 cm	
Colorama laranja	4,5 cm	4,5 cm	4,5 cm	1 cm	1 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque laranja	4,5 cm	4,5 cm	4,5 cm	1 cm	1 cm	
Impala laranja	4,5 cm	4,5 cm	4,5 cm	1 cm	1 cm	
Colorama amarelo	0 cm	4,4 cm	4,4 cm	0 cm	1 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque amarelo	4,3 cm	4,4 cm	4,4 cm	0,97 cm	1 cm	
Impala amarelo	4,3 cm	4,4 cm	4,4 cm	0,97 cm	1 cm	
Colorama vermelho	5,5 cm	5,6 cm	5,6 cm	0,98 cm	1 cm	acetato de etila + álcool metílico
Risque vermelho	5,5 cm	5,6 cm	5,6 cm	0,98 cm	1 cm	
Impala vermelho	5,5 cm	5,6 cm	5,6 cm	0,98 cm	1 cm	

**Apêndice VIII-** Tabelas de fatores de retenção com eluete Hexano, Álcool metílico mais Acetato de etila (ternária)

Esmaltes e cores	Estado de Fase Móvel					Solventes usados na corrida  Proporção 5:3:2
	Distância percorrida pelas manchas (DM) em cm.		Distância percorrida pela fase móvel (DFM) em cm.	Fator retenção calculado (DM/DF)		
	Revelação UV	Revelação Iodo		Revelação UV	Revelação Iodo	
Colorama verde	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué verde	0 cm	0 cm	5,5 cm	0 cm	0 cm	
Impala verde	4,9 cm	0 cm	5,5 cm	0,89 cm	0 cm	
Colorama rosa salmon	5,5 cm	5,5 cm	5,8 cm	0,94 cm	0,94 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué rosa salmon	5,6 cm	5,6 cm	5,8 cm	0,96 cm	0,96 cm	
Impala rosa salmon	5,5 cm	5,5 cm	5,8 cm	0,94 cm	0,94 cm	
Colorama azul	4,2 cm	5,9 cm	5,9 cm	0,71 cm	1 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué azul	5,7 cm	5,9 cm	5,9 cm	0,96 cm	1 cm	
Impala azul	5,9 cm	5,9 cm	5,9 cm	1 cm	1 cm	
Colorama roxo	0 cm	5,4 cm	5,4 cm	0 cm	1 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué roxo	5 cm	5,4 cm	5,4 cm	0,92 cm	1 cm	
Impala roxo	5,2 cm	5,4 cm	5,4 cm	0,88 cm	1 cm	
Colorama laranja	5,4 cm	4,3 cm	5,8 cm	0,93 cm	0,74 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué laranja	5,7 cm	5,7 cm	5,8 cm	0,98 cm	0,98 cm	
Impala laranja	5,2 cm	5,3 cm	5,8 cm	0,89 cm	0,91 cm	
Colorama amarelo	2,3 cm	5,5 cm	5,5 cm	0,42 cm	1 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué amarelo	0 cm	5,5 cm	5,5 cm	0 cm	1 cm	
Impala amarelo	3,3 cm	5,5 cm	5,5 cm	0,60 cm	1 cm	
Colorama vermelho	5,6 cm	5,7 cm	5,7 cm	0,98 cm	1 cm	Hexano + álcool metílico + acetato de etila
Risqué vermelho	5,4 cm	5,7 cm	5,7 cm	0,93 cm	1 cm	
Impala vermelho	5,5 cm	5,7 cm	5,7 cm	0,96 cm	1 cm	