



# Otimização de Tintas Aquosas: Estudo da influência de matérias primas na patologia "snail trail"

DANIELA FILIPA DA COSTA BORGES

Outubro de 2020

**Otimização de Tintas Aquosas:  
Estudo da influência de matérias primas na  
patologia *snail trail***

---

Daniela Filipa da Costa Borges

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau  
de *Mestre em Engenharia Química, ramo Energia e Biorrefinaria*

Realizada em:

Fábrica de Tintas 2000, S.A



Orientador Fábrica Tintas 2000, S.A: **Eng.<sup>a</sup> Cristina Moutinho**

Orientador ISEP: **Eng.º Gilberto Pinto**

Coorientador: **Eng.º Hendrikus Nouws**

OUTUBRO 2020



## AGRADECIMENTOS

---

Primeiramente, quero agradecer à empresa Fábrica de Tintas 2000, S.A, pela oportunidade para a realização desta dissertação que me permitiu desenvolver e enriquecer os meus conhecimentos.

O maior agradecimento para a Engenheira Cristina Moutinho, por todo o apoio, ajuda e motivação ao longo da realização deste trabalho. Foi fundamental para mim.

A todos os colaboradores da Tintas 2000, por me terem integrado tão bem, terem sido tão compreensíveis e sempre prestáveis. Um agradecimento especial a todos os meus colegas de laboratório, Chefe Engenheiro José Marques, Cidália Martins, Engenharia Catarina Duarte e Eduarda, Alda Ferro, Vitor Portilho, Engenheiro Adriano Reis, Engenharia Daniela, Isabel e Conceição.

Agradeço aos meus orientadores do ISEP, Engenheiros Gilberto Pinto e Hendrikus Nouws porque tendo em conta todo o meu percurso desde a licenciatura, fez todo o sentido, para mim, terminar esta caminhada com estes dois grandes profissionais.

Agradecimento especial aos meus amigos Tiago, Amaro, Eduardo, Cristiano, Luís e Miguel por me terem sempre ajudado nas alturas de maior dificuldade e por terem estado sempre do meu lado desde o meu primeiro dia no ISEP.

Às minhas amigas e amigos por toda a motivação e força que me deram ao longo desta caminhada.

O maior agradecimento do mundo aos meus pais e avós porque se não fossem eles, provavelmente, neste momento não estaria a escrever isto.

O agradecimento mais especial, ao meu namorado, Pedro Seabra, que esteve sempre do meu lado, que me deu sempre motivação e força nas alturas em que só tinha vontade de desistir. Agradeço-te toda a paciência, incentivo e carinho que sempre me deste. Esta conquista não é apenas minha.

Por fim, aos ausentes sempre presentes.

Um obrigado do tamanho do infinito.



## RESUMO

---

O objetivo do trabalho consistiu em reduzir o efeito *snail trail* de uma tinta de base aquosa, um problema comum neste tipo de tintas. Este problema consiste na mudança do aspeto da película aplicada, que ocorre após exposição no ambiente exterior. Foi necessário recorrer ao estudo de cada Matéria Prima (MP) para tentar eliminar ou reduzir a patologia. Através do estudo, percebeu-se que era necessário recorrer à eliminação ou alteração das MPs para reduzir o problema. O trabalho dividiu-se em duas partes: estudar a influência das matérias primas no efeito *snail trail* da formulação da tinta, percebendo qual a MP ou conjuntos de MPs que eram causadoras da patologia, e testar novas matérias primas para perceber se tinham a capacidade de eliminar ou reduzir este problema.

No teste das matérias primas foi analisada a influência das quando todas estavam presentes na formulação e também qual o comportamento de cada uma de forma isolada. Isto é, conforme a MP era introduzida no fabrico, retirava-se uma amostra para ser aplicada na folha *Leneta* para realização do teste *snail trail*. Com os primeiros ensaios detetou-se que o Regulador de Dureza da Água (RDA) e o Compatibilizante eram as principais MPs que afetavam o *snail trail*. Por essa razão, fizeram-se ensaios para testar diferentes percentagens mássicas dos dois componentes para perceber se a variação influenciava na patologia. Foram também analisados diversos parâmetros como a viscosidade, densidade, razão de contraste e força corante. Também foram avaliadas outras características como os parâmetros CIELab (sistema que permite medir a cor numericamente), mud-cracking (teste para avaliar a fissuração da tinta a espessuras diferentes) e aplicação a rolo no exterior. Com os resultados obtidos, concluiu-se que na ausência total do compatibilizante e do RDA existiam melhorias no efeito *snail trail* e que através de ajustes na formulação era possível cumprir as especificações de controlo da tinta.

O teste de novas MPs consistiu na substituição direta na formulação pela MP correspondente. Foram testadas 2 resinas acrílicas, um espessante e um dispersante e, por fim, um aditivo para redução do *snail trail*. Concluiu-se que a utilização destas MPs na formulação não é vantajoso na eliminação ou redução do efeito *snail trail*.

Tendo em conta os resultados obtidos, sugere-se a continuidade do trabalho, mas noutras tintas onde está presente a patologia, pelo que o ponto de partida para a resolução é perceber qual o resultado do *snail trail* na ausência do RDA e do compatibilizante.

**Palavras-chave:** *Snail trail*; Compatibilizante; Regulador de dureza da água; resinas acrílicas



## ABSTRACT

---

The scope of the work was the minimize the snail trail effect on aqueoes paint, a common problem that is found in this sort of paint. The snail trail effect is the change of the aspect of the film once it is exposed to external conditions. To try to solve or eliminate this problem, a study of the different the different components of the paint was carried out. One of the conclusions of the study was that some components must be taken out of the composition of the paint in order to prevent the snail trail.

The work was divided into two parts. First, the study of the influence of the composition of the paint in its snail trail effect was carried out. This would allow to understand which components had a major influence in this problem. Secondly, new techniques and components were tested in the hope of eliminating or reducing the snail trail effect.

Component testing was performed with them all together in the paint composition and isolated from each other. This means that according to the competent added in the manufacturing process, a sample was taken and tested in a Leneta chart. The first experiments demonstrated that Water Hardness Regulators (WHR) and compatibilizers has a greater effect on the snail trail than other components. Therefore, new experiments with different mass ratios of these two components were performed. Other parameters were also subject of study, such as, viscosity, density, contrast ratio, shear force. Furthermore, other parameters were also studied, such as, CIELab parameters, mud-cracking and roll application on a surface. The obtained results indicated that the absence of WHR and compatibilizers mitigated the problem of the snail trail effect and that with adaptations in the composition of the paint it is possible to fulfill its quality control requirements.

The test of new components consisted in switching two existing components for two new acrylic resins- a thickener and a dispersant and a new additive for the reduction of the snail trail effect. It was concluded that the addiction of these components did not benefit the reduction or elimination of the snail trail effect.

Taking into account the results of this work, it is recommended to continue it in other types of paint were this problem is also present. The new starting point of such new studies should be understanding what the result of the snail trail is when RDA and compatibilizers are absent.

**Keywords:** Snail trail; Compatibilizers; Water Hardness Regulator; Acrylic Resins



# ÍNDICE

---

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                      | 1  |
| 1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA .....                             | 1  |
| 1.2 COMPOSIÇÃO DAS TINTAS .....                          | 3  |
| 1.2.1 VEÍCULO FIXO E RESINAS .....                       | 4  |
| 1.2.2 ADITIVOS .....                                     | 5  |
| 1.2.3 CARGAS .....                                       | 6  |
| 1.2.4 PIGMENTOS .....                                    | 6  |
| 1.2.5 SOLVENTES .....                                    | 7  |
| 1.2 PRODUÇÃO DA TINTA .....                              | 8  |
| 2. ESTADO DE ARTE: EXSUDAÇÕES / <i>SNAIL TRAIL</i> ..... | 11 |
| 2.1 FORMAÇÃO DOS CRISTAIS .....                          | 12 |
| 2.2 AGRUPAMENTO DOS COMPOSTOS .....                      | 12 |
| 2.3 ALTERAÇÃO DA COR .....                               | 12 |
| 2.4 IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO DE FILME .....               | 12 |
| 3. CASO DE ESTUDO .....                                  | 15 |
| CONSTITUIÇÃO DA TINTA SELECIONADA .....                  | 15 |
| CARACTERIZAÇÃO DA TINTA SELECIONADA .....                | 15 |
| MASSA VOLÚMICA .....                                     | 16 |
| VISCOSIDADE DINÂMICA .....                               | 16 |
| BRANCURA E RAZÃO DE CONTRASTE .....                      | 16 |
| FORÇA CORANTE E OS PARÂMETROS CIELab .....               | 17 |
| MUD-CRACKING .....                                       | 18 |
| CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTO EM VOLUME (PVC) .....           | 18 |
| TESTE BABA DE CARACOL E ENVELHECIMENTO NATURAL .....     | 20 |
| 4. METODOLOGIAS APLICADAS .....                          | 21 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                          | 25 |
| 5.1 RESULTADOS DO ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS MPS .....     | 25 |
| a) 1ª Fase .....   | 25 |

|  |    |
|--|----|
| b) 2ª FASE.....                                  | 27 |
| c) 3ª E 4ª FASE.....                             | 28 |
| d) 5ª FASE.....                                  | 30 |
| 5.2 TESTE DE NOVAS MPS NA FORMULAÇÃO.....        | 38 |
| RESINA 1 E 2.....                                | 38 |
| ESPESSANTE 3 E DISPERSANTE 2.....                | 41 |
| ADITIVO PARA REDUÇÃO DO <i>SNAIL TRAIL</i> ..... | 43 |
| 6. CONCLUSÃO.....                                | 45 |
| 7. BIBLIOGRAFIA.....                             | 47 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. 1- Representação gráfica da constituição de uma tinta.....  | 3  |
| Figura 1. 2- Ilustração do processo de fabrico da tinta.....  | 8  |
| Figura 1. 3- Processo de dispersão. [12].....   | 9  |
| Figura 2. 1- Representação de três casos distintos de tintas com a patologia em estudo.....   | 13 |
| Figura 3. 1- Sistema Tridimensional CIELab. [17].....   | 17 |
| Figura 3. 2- Representação da aparência morfológica da tinta no PVC crítica. [20].....  | 19 |
| Figura 3. 3- Representação da aparência morfológica da tinta acima da PVC crítica.[20].....   | 19 |
| Figura 3.4 -Representação da aparência morfológica da tinta abaixo da PVC crítica.[20] .....  | 19 |
| Figura 3.5- Representação do teste da baba de caracol, a nível laboratorial.....  | 20 |
| Figura 4. 1- Fluxograma com os passos realizados ao longo do estudo.....  | 22 |
| Figura 4. 2- Fluxograma com os passos realizados ao longo do estudo. (continuação).....   | 23 |
| Figura 5. 1- Excerto do Fluxograma que representa a 1ª Fase.....  | 26 |
| Figura 5. 2- Excerto do Fluxograma que representa a 2ª Fase.....  | 27 |
| Figura 5. 3- Excerto do Fluxograma que representa a 3ª e 4ª Fase.....   | 29 |
| Figura 5. 4- Excerto do Fluxograma que representa a 5ª Fase.....  | 31 |
| Figura 5. 5- Representação dos resultados obtidos no teste <i>snail trail</i> na 5ª Fase.....   | 33 |
| Figura 5. 6- Representação exemplificativa da aplicação numa carta de contraste Leneta proveniente de um dos ensaios realizados na 5ª Fase..... | 34 |
| Figura 5. 7- Ilustração da aplicação da tinta padrão (à esquerda) <i>versus</i> tinta ensaio (à direita), aquando da aplicação no exterior..... | 35 |
| Figura 5. 8- Ilustração da aplicação da tinta padrão (à esquerda) <i>versus</i> tinta ensaio (à direita), ao fim de 2 meses.....                | 36 |
| Figura 5. 9- Teste do <i>Mud-cracking</i> da tinta padrão (à esquerda) e do ensaio (à direita).....   | 37 |
| Figura 5. 10- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com a Resina 1.....   | 39 |
| Figura 5. 11- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com a Resina 2.....   | 40 |
| Figura 5. 12- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com o Espessante 3.....   | 41 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 5. 13- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com o Dispersante 2.....                                      | 42 |
| Figura 5. 14- Ilustração da aplicação da tinta padrão (à esquerda) <i>versus</i> tinta ensaio com o aditivo (à direita), no exterior..... | 43 |

## ÍNDICE DE TABELAS

---

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. 1- Principais vantagens e desvantagens de alguns dos componentes mais utilizados. [6]..... | 5  |
| Tabela 1. 2- Principais aditivos de uma tinta e respetiva função.....                                | 6  |
| Tabela 3. 1- Características físicas da tinta em estudo.....   | 15 |
| Tabela 5. 1- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 1ª Fase.....                         | 26 |
| Tabela 5. 2- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 2ª Fase.....                         | 28 |
| Tabela 5. 3- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 3ª Fase.....                         | 29 |
| Tabela 5. 4- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 4ª Fase.....                         | 30 |
| Tabela 5. 5- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 5ª Fase.....                         | 32 |
| Tabela 5. 6- Caracterização da tinta fabricada com a Resina 1.....                                   | 38 |
| Tabela 5. 7- Caracterização da tinta fabricada com a Resina 2.....                                   | 39 |
| Tabela 5. 8- Caracterização da tinta fabricada com o Espessante 3.....                               | 41 |
| Tabela 5. 9- Caracterização da tinta fabricada com o Dispersante 2.....                              | 42 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

MP- Matéria Prima;

KU- *Krebs-Units*

RDA- Regulador de dureza da água;

TiO<sub>2</sub>- Dióxido de Titânio;

CO<sub>2</sub>- Dióxido de Carbono;

UV- Ultravioleta;

µm- Micrómetro;

rpm- Rotações por minuto;

TMFF- Temperatura mínima de formação do filme;

DL\* - Diferença de luminosidade;

Da\* - Variação vermelho-verde;

Db\* - Variação amarelo-azul;

DE – Variação de cor;

PVC- Concentração de pigmento em volume;

CPVC- Concentração máxima/crítica de pigmento em volume;

$V_{carga}$  – Volume de cargas na tinta (ml);

$V_{pigmento}$  – Volume de pigmento na tinta (ml);

$V_{ligante}$  – Volume de ligante na tinta (ml);

APEO- Etoxilatos de Alquilfenol



## 1. INTRODUÇÃO

---

Esta dissertação realizou-se no âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio de Mestrado em Engenharia Química- Energia e Biorrefinaria. Esta descreve o processo envolvido no estudo de matérias primas de uma tinta escolhida que apresenta a patologia *snail trail*, um problema definido como a mudança do aspeto do filme aplicado, que ocorre após exposição no ambiente exterior.

A dissertação foi desenvolvida na Fábrica de Tintas 2000, S.A, sediada na Maia. O Grupo 2000 é constituído por 4 empresas: a Fábrica Tintas 2000, S.A, a Tintas Marilina, S.A, Ambrósio & Filha Lda e Norticor – Sociedade Comercial de Tintas Lda. No entanto, toda a produção é realizada na Fábrica de Tintas 2000, na Maia.

A realização do estágio possibilitou a aquisição de novos conhecimentos desde a constituição de uma tinta, a receção de Matérias Primas, o fabrico em pequena escala e o processo completo na unidade fabril até ao produto final.

Para além do trabalho realizado, ainda na área de *I&D*, desenvolveram-se outros trabalhos, tais como: a contratipagem de dióxido de titânio, cargas e resinas em diversas tintas e as respetivas características de controlo e qualidade, estudo da compatibilidade de uma nova gama de corantes num produto padrão e ainda o desenvolvimento de um novo produto.

Ao longo deste capítulo, é feita uma breve introdução da evolução das tintas e os conceitos base deste tipo de indústria.

### 1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA

As tintas e revestimentos são um marco na história cultural da humanidade. As primeiras evidências de pinturas remontam aos tempos da pré-história em que foram encontradas pinturas de animais e cenas de caças no interior das cavernas, pelo que se entende que os habitantes da época pintavam consoante as diversas situações do quotidiano e ainda sobre as suas crenças. [1] Apesar das tintas da pré-história não serem resistentes à intempérie, estas preservaram-se até à atualidade por terem sido aplicadas em cavernas.

Supõe-se que os primeiros desenhos nas paredes foram feitos recorrendo a um preparado de óleo a partir de gordura animal e torrões de terras coradas. A necessidade de encontrarem novas cores para se exprimirem melhor conduziu à procura de novos materiais, e à sua mistura,

para que fossem utilizados como corantes- pigmentos naturais- tais como o carvão, óxido de ferro, giz, entre outros. [1,2]

Cerca de 4.000 anos A.C., devido à evolução da construção civil, a Europa impulsionou o uso das tintas. Para isso começaram por misturar pedra calcária e água originando a cal que, posteriormente, era aplicada nas casas de barro com o objetivo de as proteger e decorar.

Nesta altura, o sudoeste asiático focava-se no desenvolvimento de lacas. Simultaneamente, na Índia estaria a ser extraído uma goma-laca a partir de um inseto. Esta seria utilizada para fazer um verniz capaz de proteger e decorar substratos de madeira.

Apesar de toda a expansão das tintas e revestimentos em todo o Mundo ter ocorrido após a Revolução Industrial nos séculos XVII e XIX, foi a partir do século XX que ocorreram os maiores desenvolvimentos técnicos e económicos na indústria das tintas. [1]

Com o passar dos anos e com o corrente avanço tecnológico, ocorreram diversas melhorias, desde a forma de aplicação, o processo de pintura, até mesmo o alargamento a novos mercados.

Relativamente à saúde humana e ao impacto ambiental, têm sido feitos cada vez mais esforços de modo a reduzir estes impactos. Existe preocupação em desenvolver produtos que surtem menos efeitos secundários no ambiente, colocando em prática medidas como a redução do teor de composto orgânicos voláteis (COV) e solventes. [2]

A constante evolução tem feito com que as formulações das tintas sejam mais enriquecidas, permitindo conferir-lhe propriedades funcionais adicionais. As tintas e revestimentos tornaram-se imprescindíveis, contribuindo para uma melhoria estética e maior durabilidade dos objetos.

## 1.2 COMPOSIÇÃO DAS TINTAS

As tintas são constituídas por diversos componentes, dependendo das propriedades requeridas, substrato a aplicar, do modo de aplicação e das restrições económico-ambientais. Na figura seguinte é esquematizada a constituição geral de uma tinta.

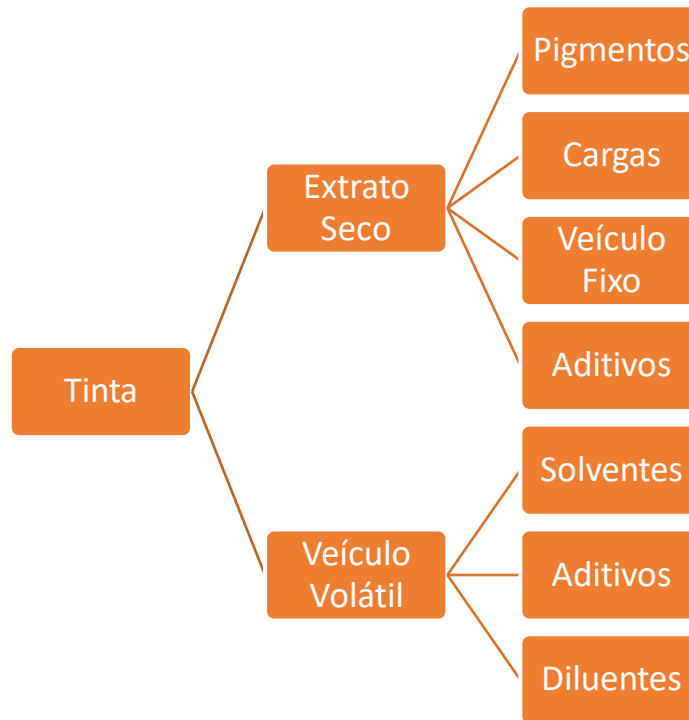


Figura 1. 1- Representação gráfica da constituição de uma tinta

Os componentes utilizados dividem-se em veículo volátil e extrato seco. O veículo volátil consiste na água, agentes coalescentes e solventes orgânicos, enquanto que o extrato seco é composto pelo veículo fixo, resinas, aditivos, pigmentos e cargas. Considera-se também que existem outras substâncias voláteis, uma vez que após a sua formação são libertadas para a atmosfera.

Todos os componentes da formulação têm um papel específico, tanto no estado líquido, como na película após a secagem. O veículo fixo, os pigmentos e solventes são os componentes com maior peso na formulação. O veículo fixo é um dos elementos mais importantes na formulação por ter influência no método de aplicação, na adesão ao substrato, resistência à intempérie, resistência físico-química da película de revestimento, entre outras características.

As tintas decorativas de base aquosa são compostas principalmente por pigmentos, cargas, veículo fixo e pelos aditivos, sendo a água o solvente principal.

### 1.2.1 VEÍCULO FIXO E RESINAS

O veículo fixo representa uma matéria prima muito importante na formulação de uma tinta e é o principal responsável na obtenção das características pretendidas. Segundo a NP EN ISO 4618:2014, o veículo fixo (ou ligante) é definido como um conjunto de tintas e vernizes que permitem a formação da película sólida. O mesmo caracteriza ainda as resinas, classificando-as como substâncias orgânicas sólidas, semi-sólidas ou líquidas, más condutoras de eletricidade, amorfas, termoplásticas e termoendurecíveis, e, geralmente, apresentam baixa solubilidade em água, mas alta em determinados dissolventes orgânicos. [1,3]

Os constituintes mais importantes do veículo fixo são a resina e os óleos, pelo que as suas características são fortemente determinadas por estes dois. [1] Estes são caracterizados por serem macromoléculas que, através de processos físicos e químicos, acabam por solidificar. [4,5]

Os veículos fixos mais comuns nesta indústria são os ligantes vinílicos, poliuretanos, acrílicos, epóxi, de silicone, de nitrocelulose e derivados. [6]

Uma forma de melhorar características como a dureza, a elasticidade, a deformação ao impacto, entre outros, é utilizar ligantes com elevada massa molecular o que, por sua vez, implica que a solução do ligante apresente maior viscosidade. Mas é necessário cumprir os requisitos da legislação e, por essa razão, tem de existir um certo equilíbrio entre os produtos formulados e o meio ambiente. Se o revestimento apresentar o desempenho requerido, espera-se que, em simultâneo, apresente baixa viscosidade com baixo teor de solvente, respeitando todos os requisitos impostos, tanto a nível da aplicação como ambiental. [4]

Nos produtos de base solvente, as resinas utilizadas podem ser epóxi, fenólicas, alquídicas e de poliuretano. São muito utilizadas em tintas decorativas de alto nível, pois têm baixa massa molecular. Isto influencia na redução da utilização de solventes, logo há pouca evaporação de solvente para o ambiente. No entanto, para que exista a formação de filme de tinta sólida são produzidas moléculas de elevada massa molecular, através de um catalisador ou fonte de calor. [3,4]

Nas dispersões aquosas, as resinas mais utilizadas são as vinílicas, acrílicas e acrílicas puras. Têm esta designação devido à sua composição. Na tabela seguinte são apresentadas as vantagens e desvantagens de alguns dos componentes mais utilizados. [6]

Tabela 1. 1- Principais vantagens e desvantagens de alguns dos componentes mais utilizados. [6]

| Vantagem  | Desvantagem   |
|---|---|
| <b>Estireno</b>   |   |
| Resistência à hidrólise<br>Resistência química e a solventes<br>Baixo custo<br>Densidade baixa<br>Boa resistência aos álcalis | Suscetibilidade à oxidação<br>Cheiro residual<br>Amarelecimento<br>Polimerização a altas pressões |
| <b>Acrílicas e Estireno-acrílicas</b>   |   |
| Estabilidade à luz (acrílicas puras)<br>Boa durabilidade no exterior<br>Boa retenção de brilho (acrílicas puras)              | Custo elevado (acrílicas puras)<br>Amarelecimento (estireno)                                      |
| <b>Vinílicas e Vinil-acrílicas</b>  |   |
| Estabilidade à luz<br>Excelente aderência<br>Baixo custo<br>Boa durabilidade no exterior<br>Resistência a óleos e gorduras    | Possibilidade de hidrolisação<br>Má resistência a solventes                                       |

### 1.2.2 ADITIVOS

Segundo a NP EN ISO 4618:2014, os aditivos consistem em substâncias incorporadas em pequenas quantidades nas tintas, vernizes, e produtos idênticos, com a finalidade de obter melhorias em determinadas características. [1]

Normalmente, os aditivos são agrupados de acordo com a sua função, dado que esta é a principal característica. No entanto, deve ser conhecida a sua composição química para evitar a existência de reações indesejáveis.

Os aditivos podem ser utilizados para diferentes finalidades, tais como: facilitar a dispersão durante a formulação e evitar a sua sedimentação durante o armazenamento, alterar propriedades da superfície do filme, entre outras características. [3]

Na tabela seguinte são apresentados os principais aditivos utilizados numa formulação e respetiva função.

*Tabela 1. 2- Principais aditivos de uma tinta e respetiva função.*

| <b>Aditivo</b>                | <b>Função</b>   |
|-------------------------------|---|
| <b>Bactericidas</b>           | Impedir a contaminação bacteriana da tinta no estado líquido              |
| <b>Fungicidas e algicidas</b> | Impedir a presença de fungos e algas na tinta depois de aplicada          |
| <b>Molhantes</b>              | Diminuir a tensão superficial entre o sólido-líquido (pigmentos-veículo); |
| <b>Espessante</b>             | Aumentar a viscosidade  |
| <b>Agentes Anti Espuma</b>    | Evitar/Eliminar espumas (ou bolhas de ar) indesejadas                     |
| <b>Dispersantes</b>           | Aumentar dispersão das partículas, aumentar a opacidade                   |

### **1.2.3 CARGAS**

De acordo com NP EN ISO 4618:2014 e a EN ISO 3262-1:1998, cargas são definidas como substâncias sob a forma de partículas finas, de baixo poder de cobertura e insolúveis nos veículos em que são utilizadas para influenciar as características físicas pretendidas. [1,7]

As cargas são muito utilizadas para alterar características como o brilho, viscosidade, resistência à abrasão, preço de custo, entre outras. [3,8] Estes componentes preenchem os espaços vazios entre as partículas dos pigmentos. A maioria das cargas são componentes minerais naturais, no entanto, algumas podem ser obtidos sinteticamente a partir de reações de precipitação. [8]

As principais cargas são constituídas por silicatos, óxidos, carbonatos e sulfatos, na qual o diâmetro da partícula varia entre 0,01 e 44 $\mu$ m. A escolha da carga é feita com base na formulação e nas características que se pretende alterar. Geralmente, é utilizada mais do que uma carga de modo a alcançar o ótimo das propriedades. [9]

### **1.2.4 PIGMENTOS**

Os componentes mais importantes para pigmentar uma tinta são os pigmentos. Os pigmentos são, geralmente, compostos por partículas muito finas e que são praticamente insolúveis no veículo. Estes são utilizados na formulação para modificar características como a intensidade da cor, brancura, opacidade e outras características relacionadas com a cor.

O pigmento mais importante e mais utilizado na indústria das tintas é o Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub>). Aquando da sua utilização na formulação, a composição química e cristalina do pigmento deve ser conhecida, porque a estrutura química influencia a cor do pigmento. Este pigmento confere opacidade à tinta quando incorporado na fórmula, assim, é capaz de combinar os seguintes efeitos: absorver e difratar a luz visível que nela incide. [1]

Para que exista total aproveitamento da utilização de TiO<sub>2</sub>, no final do fabrico da tinta, o pigmento tem de estar totalmente disperso. Este é um fator determinante na escolha do pigmento mais indicado para a formulação a fazer. [1,3]

### 1.2.5 SOLVENTES

Os solventes fazem parte das MPs utilizadas na formulação de uma tinta. São habitualmente adicionados no final da formulação para ajuste da viscosidade, o que facilita na aplicação do produto, e conseqüentemente melhora as características do produto. [6]

Considerando-se o tipo de solvente a utilizar, as tintas podem ser classificadas em tintas de base aquosa (água) ou de base solvente (solventes orgânicos). Devido à composição química, os solventes mais utilizados dividem-se em:

- Solventes oxigenados;
- Hidrocarbonetos aromáticos;
- Hidrocarbonetos alifáticos.

Os solventes oxigenados são compostos por carbono, hidrogénio e átomos de oxigénio. Os mais utilizados são os éteres (acetato de éter metílico do propilenoglicol (PMA), éter metílico do propilenoglicol (PM)), álcoois (etanol, metanol, isobutanol), ésteres (acetato de etilo, acetato de butilo) e cetonas (acetona, metil etil cetona, metil isobutil cetona).

Os hidrocarbonetos alifáticos são obtidos a partir da destilação do petróleo. Os produtos mais “leves” obtêm-se quando a temperatura da destilação está entre os 50 e 160°C, e os mais “pesados” entre 140 a 220°C. Os produtos mais utilizados são o “*White Spirit*” e heptano. Os hidrocarbonetos aromáticos apenas diferem dos alifáticos por ter um anel benzénico na sua constituição. Os produtos mais utilizados são o toluol e o xilol que têm poder solvente mais elevado.

## 1.2 PRODUÇÃO DA TINTA

O processo de produção da tinta normalmente é feito em 6 etapas. Estas encontram-se representadas na figura seguinte.

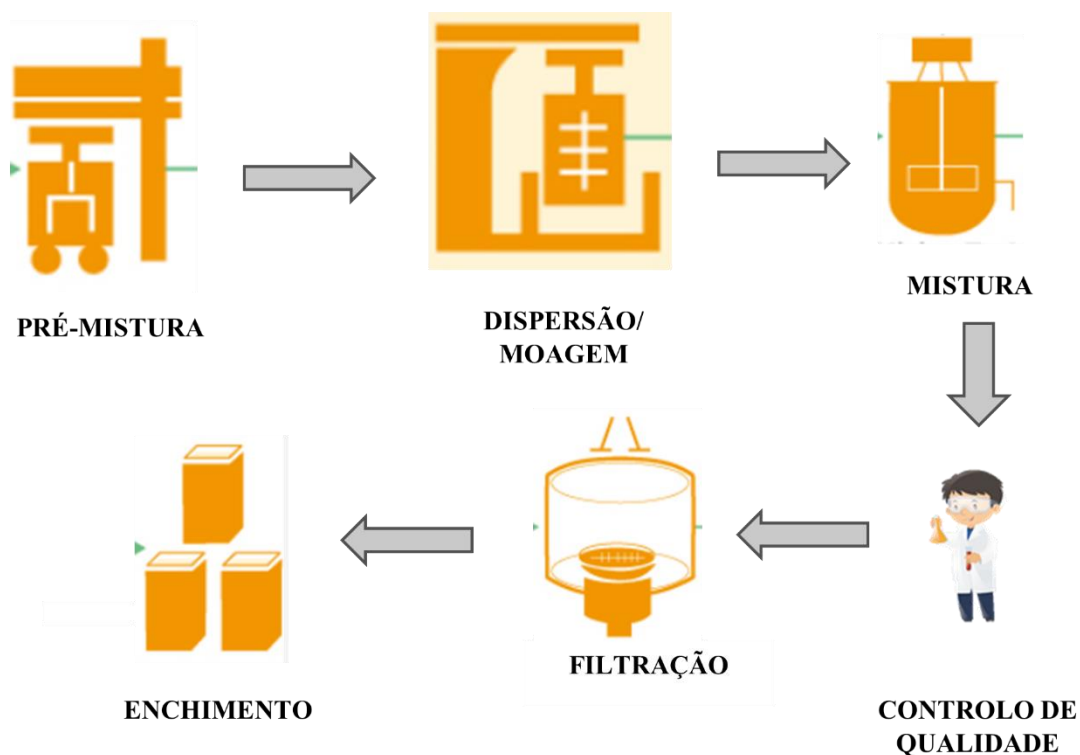


Figura 1. 2- Ilustração do processo de fabrico da tinta.

Na primeira etapa, pré-mistura, são adicionados aditivos e solventes à resina. Posteriormente, são adicionados os pigmentos e cargas, criando-se assim a chamada “pasta de moagem”.

A etapa de dispersão/moagem é das mais importantes ao longo do processo pois é neste ponto que os pigmentos serão dispersados. Esta passará por 3 fases: desintegração, dispersão e molhagem. Os pigmentos são fornecidos sob a forma de pó com tamanho de partículas entre 0,5-3  $\mu\text{m}$  mas, devido à aglomeração entre as partículas primárias, o tamanho da partícula pode atingir até 40  $\mu\text{m}$ . Assim, ocorre a fase de desintegração, em que as partículas primárias são desfeitas para que atinga o diâmetro de partícula conveniente ao processo. Seguidamente, a fase da dispersão consiste na divisão das partículas em pequenos agregados, que em condições normais se manteriam colados devido a forças de atração superficial. No interior desses agregados existe ar. Com a agitação, pretende-se que todo o ar existente saia do interior dos agregados para que as partículas sejam envolvidas pelo veículo, originando a 3ª fase- a molhagem (Figura 1.3). [12]

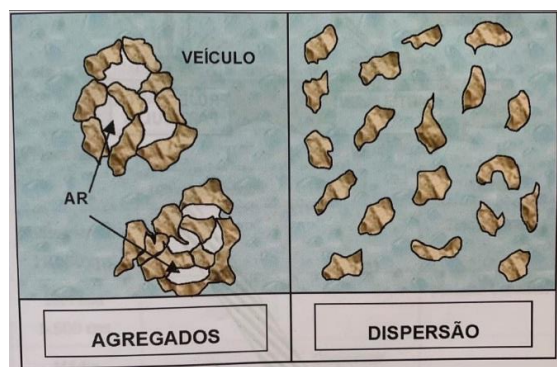


Figura 1. 3- Processo de dispersão. [12]

Na etapa da mistura são adicionadas, com agitação, as restantes MPs para a obtenção do produto final, como a resina, aditivos e solvente, para ajuste da viscosidade.

Todos os produtos fabricados têm de ser controlados, isto é, após a conclusão do fabrico é retirada uma amostra do produto que será submetida ao controlo dos parâmetros pré-definidos como a viscosidade, densidade, brancura, razão de contraste, brilho. Estes parâmetros podem variar conforme o tipo de produto a controlar. Todos os valores obtidos são comparados com os valores do padrão do respetivo produto. Se os valores forem conformes, o produto é aprovado e segue para a fase seguinte; caso não sejam, este tem de ser corrigido de modo a cumprir as especificações.

Após a aprovação do produto, este é filtrado para remover partículas de maior dimensão provenientes dos equipamentos e tubagens onde ocorre o fabrico. Simultaneamente, é feito o enchimento nos recipientes destinados ao produto. Finalizado o processo, o produto está pronto para ser distribuído.



## 2. ESTADO DE ARTE: EXSUDAÇÕES / *SNAIL TRAIL*

---

A tinta, quando aplicada, para além da estética aprimorada que confere ao substrato, deve também corresponder a determinadas propriedades requeridas. Algumas propriedades são a opacidade, poder de cobertura, a resistência aos fungos, humidade, manchas, sujamento, fissuras, entre outros. Quando o substrato a limpar não é preparado de forma apropriada para a aplicação, isto é, quando a tinta não é aplicada seguindo as orientações técnicas, ou ainda quando é aplicada em condições de pressão e temperatura desaconselhadas, podem surgir diversos problemas na película. Um deles é o efeito *snail trail*.

Este problema é normalmente definido como a mudança do aspeto do filme aplicado que ocorre nas primeiras horas, dias ou semanas depois de exposto ao ambiente exterior. É caracterizado pela alteração da cor, dispersão de luz ou diferenças no brilho em faixas verticais, que podem ser mais brilhantes e até pegajosas. Tal acontece quando o substrato está sujeito a determinadas condições, normalmente temperaturas baixas e/ou elevada humidade no ar.

Considera-se que a principal causa do *snail trail* é a formulação da tinta, devido à presença de matérias primas solúveis em água que, com o tempo, acabam por migrar para a superfície livre. Algumas destas matérias primas são os surfactantes, espessantes, molhantes, dispersantes. Por esse motivo, *snail trail* também pode ser denominado de lixiviação. As condições atmosféricas, nomeadamente a humidade relativa do ar, devido a chuva fraca ou “orvalhadas”, influenciam o comportamento da tinta logo após a pintura, acabando por extrair as matérias primas solúveis na água, formando as faixas brilhantes ou escorridos. Tal acontece porque cada substância tem um comportamento próprio e, por vezes, imprevisível. O tempo de secagem da tinta é um fator muito importante, pois depende das condições de aplicação, temperatura, humidade, forma de aplicação, podendo ter influência no aparecimento dos escorridos. Se a película demorar bastante tempo a coalescer por completo, isto é, a secar, existe maior probabilidade de ocorrer o efeito *snail trail*. [13, 14]

Ao definir *snail trail* é comum usar-se o termo “migração”. Nesta patologia, o que é crítico não é apenas a migração de componentes solúveis na água. É necessário ter em conta todas as mudanças visuais, tais como a formação de cristais, alteração da cor e ainda a acumulação de materiais orgânicos em determinados locais da aplicação.

## 2.1 FORMAÇÃO DOS CRISTAIS

Os cristais podem ter diferentes morfologias e, geralmente, o enxofre e o sódio são os seus principais constituintes. Grande parte dos cristais são fruto da migração de compostos solúveis em água para a superfície, sejam orgânicos ou inorgânicos. Estes podem atingir dimensões capazes de conseguirem dispersar a luz e assim serem identificáveis em fundos com tonalidades mais escuras. [13,14]

A formação de sais depende essencialmente dos tipos de iões presentes e da sua solubilidade. Enquanto o tamanho dos cristais influencia a sua deteção, as condições de temperatura e humidade durante a secagem afetarão a velocidade de precipitação. Alguns sais podem ser removidos através da lavagem; no entanto, outros podem reagir com o CO<sub>2</sub>, originando carbonatos menos solúveis. [13,14]

## 2.2 AGRUPAMENTO DOS COMPOSTOS

Os surfactantes e outros materiais solúveis na água podem formar uma película contínua na superfície da tinta difícil de detetar. Caso a água reaja nesta camada, pode causar a concentração de material solúvel dentro das próprias gotículas de água. Conforme esta evapora, cria um fluxo de água e solutos ao longo da aplicação, resultando assim na mudança de brilho ou até mesmo ser pegajosa ao toque. [13, 14]

## 2.3 ALTERAÇÃO DA COR

A alteração da cor está relacionada com a migração específica de componentes lixiviados com influência na coloração da tinta. Devido à natureza química dos componentes, estes podem ser capazes de alterar a cor da superfície, ou então apresentar alteração da cor devido à oxidação/redução por UV dos compostos migrados. [13, 14]

## 2.4 IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO DE FILME

A mobilidade dos solutos pode ser influenciada pela compatibilidade, afinidade e interações entre os polímeros presentes na formulação. Outro fator é o tempo de secagem, caso sejam muito curtos, o que tem influência na formação de filme, podem originar o aparecimento do efeito *snail trail*. A formação do filme é um processo físico que acontece através da coalescência, isto é, não envolve reação química. À coalescência do filme existe uma Temperatura Mínima de Formação do Filme (TMFF) associada, esta é característica de cada polímero e relaciona-se diretamente com a temperatura de transição vítrea. Assim, deve garantir-se que a secagem do filme ocorre a temperaturas iguais ou superiores à TMFF, para que a coalescência ocorra corretamente. [6]

Os solutos provenientes da lixiviação, geralmente, estão localizados nos espaços intersticiais ou na interface do filme da tinta. Os componentes solúveis na água são fáceis de serem detetados; no entanto, depende dos “caminhos” deixados durante a coalescência do filme. [13,14]

Na figura abaixo encontram-se representados três casos distintos de tintas aplicadas em paredes onde é visível o efeito *snail trail*.

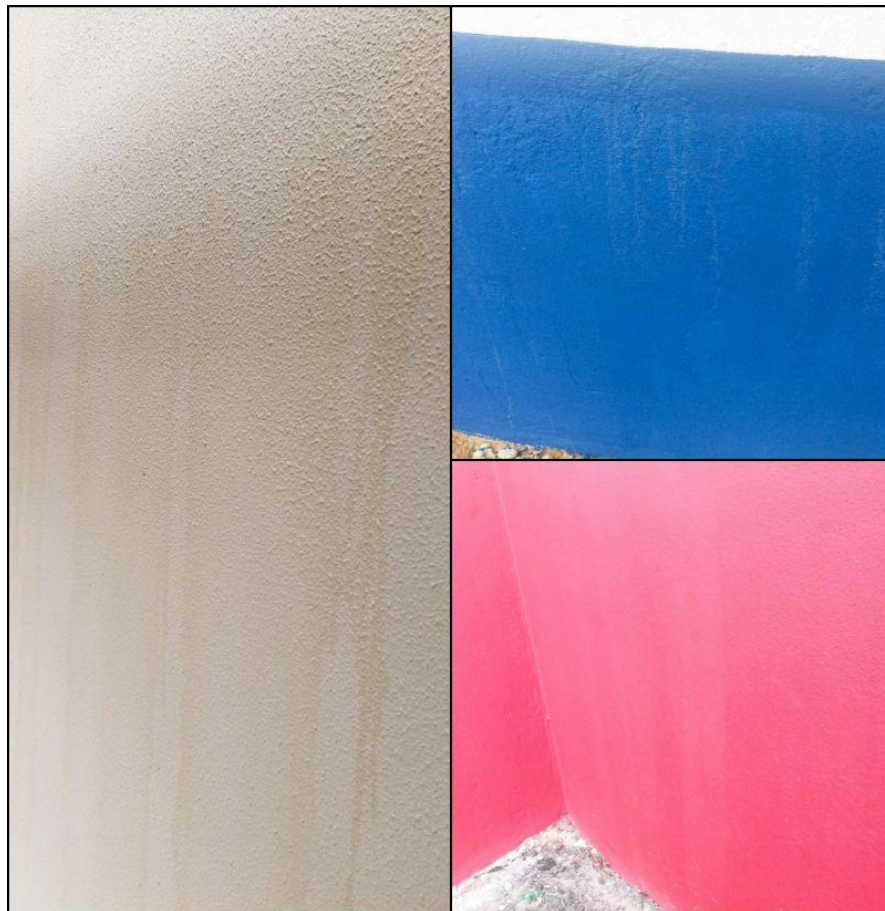


Figura 2.1- Representação de três casos distintos de tintas com a patologia em estudo.



### 3. CASO DE ESTUDO

---

A patologia *snail trail* foi identificada em alguns produtos, pelo que é urgente a sua resolução de modo a que a tinta possa ser comercializada e os clientes se sintam satisfeitos, sem correr o risco de surgirem reclamações devido a este problema. Assim, dos produtos identificados com a patologia, selecionou-se um único produto na qual iria incidir o estudo e tentativa de resolução. Se no final do estudo os resultados obtidos fossem positivos, tendo em contas as conclusões finais, tentar-se-ia implementar as alterações necessárias nos produtos referenciados, de acordo com os constituintes presentes na formulação de cada um.

#### CONSTITUIÇÃO DA TINTA SELECIONADA

Por motivos de confidencialidade, a constituição total da tinta não pode ser divulgada. O estudo irá incidir na influência de algumas MPs, nomeadamente o espessante celulósico, regulador de dureza da água, compatibilizante, pigmento opacificante e antiespumas. Estas são as MPs mais importante para o estudo realizado.

#### CARACTERIZAÇÃO DA TINTA SELECIONADA

A tinta selecionada é uma tinta aquosa 100% acrílica, indicada para pintura de fachadas, de fácil aplicação, bom poder de cobertura, acabamento mate e de excelente relação preço/qualidade. Esta tinta apresenta as seguintes características físicas:

*Tabela 3. 1- Características físicas da tinta em estudo.*

| Característica                    | Especificação            |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Massa Volúmica (kg/l)  20°C ± 1°C | 1,41 ± 0,05              |
| Viscosidade (KU)  20°C ± 1°C      | 110 ± 5                  |
| Brancura (%)                      | 86 ± 2                   |
| Razão de contraste (%)            | 95 ± 2                   |
| Força corante (%)                 | 100 ± 2                  |
| Teor de Sólidos                   | 38%, em volume           |
| COV                               | Contém no máximo 30 g/l. |
| Mud-cracking                      | > 900 µm                 |

Ao longo do estudo, todas estas características têm de ser determinadas e feitos os ajustes necessários para que cumpram a especificação definida. De seguida, descrevem-se os métodos utilizados e as condições experimentais em cada parâmetro da caracterização da tinta.

### **MASSA VOLÚMICA**

A massa volúmica determina-se com um picnómetro de aço inóx de 100 ml, fabricado num material de acabamento liso resistente à corrosão, com uma tampa justa apropriada e com um orifício no centro para excluir toda a tinta excedente e as bolhas de ar presentes. A determinação é feita quando a tinta está estabilizada à temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . O picnómetro é pesado e é feita a tara da balança. A tinta é introduzida no picnómetro, de modo a que não se formem bolhas de ar pois têm influência no valor da massa volúmica. É colocada a tampa, retirado o excedente e pesado de novo, e obtém-se o valor da massa volúmica.

### **VISCOSIDADE DINÂMICA**

Cada produto tem um tipo de reologia característico, como tal, a seleção do método de determinação da viscosidade depende da reologia do produto. Existem diversos tipos de viscosímetros tais como *Brookfield*, *Krebs-Stormer*, em taças de escoamento *Din*, *Ford*, entre outros, pelo que a viscosidade da tinta pode ser determinada de diversas formas. Os viscosímetros *Krebs-Stormer* ou viscosímetros rotativos são utilizados em produtos que apresentam comportamento tixotrópico, ou seja, que entram em escoamento quando no seu seio são exercidas forças de corte superiores. Quando os produtos têm comportamento *newtoniano* a viscosidade é determinada contabilizando o tempo de escoamento de uma determinada quantidade de tinta, através de um orifício cujo diâmetro é conhecido.

Devido à reologia da tinta em estudo, a viscosidade foi determinada recorrendo a um viscosímetro de *Krebs-Stormer* (BRAIVE). Para efetuar a medição, o recipiente com a amostra é colocado na plataforma do viscosímetro, centrado e elevado até que o nível da tinta coincida na ranhura de referência marcada na haste. Por tentativas, adiciona-se a um pêndulo a massa necessária para que a haste gire com frequência de 200 rpm. O valor da massa é convertido para unidade de *Krebs* (KU).

### **BRANCURA E RAZÃO DE CONTRASTE**

Define-se a brancura como a quantidade de luz refletida pela tinta quando comparada com um padrão definido como branco absoluto, neste caso a tinta padrão. [15] A razão de contraste ou poder de cobertura consiste no quociente entre a luz refletida na zona preta e na zona branca de uma carta de contraste. [16]

Estes parâmetros são avaliados através da aplicação de uma amostra de tinta numa carta de contraste com um aplicador com espessura conhecida. Após a secagem da tinta a  $30^{\circ}\text{C}$  na estufa, procede-se à leitura de refletância de ambas as zonas, utilizando o espectrofotómetro.

## FORÇA CORANTE E OS PARÂMETROS CIELab

A intensidade da cor de uma tinta é determinada através da medição da força corante, é assim a capacidade que o pigmento tem para transmitir cor. Para efetuar a sua determinação é adicionada a 180 ml do produto uma quantidade definida de um pigmento de concentração padrão. A amostra corada é agitada durante 3 minutos, retira-se uma amostra, e é agitada mais 7 minutos. Ambas as amostras são aplicadas numa carta de contraste. Nesta fase é analisada a molhagem e flutuação de cor. São feitos suaves movimentos circulares envolvendo a tinta, para perceber se existe desenvolvimento do pigmento. Em caso positivo, a área esfregada fica com uma tonalidade diferente da restante tinta aplicada. A aplicação na carta de contraste e a leitura no espectrofotómetro é semelhante à determinação da brancura e razão de contraste. Difere no sentido de que quando se trata de cor é necessário ter em conta os parâmetros CIELab. Caso os valores de Força Corante sejam superiores a 100 implicam que se tenha de aumentar o  $\text{TiO}_2$  na formulação. Se forem inferiores a 100 permite que se reduza o  $\text{TiO}_2$ , que é um dos elementos mais dispendiosos de uma formulação. [16-18]

A percepção da cor depende do observador, da luz incidente e do objeto, por esse motivo, tornou-se necessário padronizar a interpretação desta característica tão importante. Desenvolveram-se diversos sistemas de especificação de cor com o passar dos anos, com recurso aos espectrofotómetros, para que fosse possível quantificar a cor com precisão. Atualmente, o CIELab recorre a um sistema de coordenadas tridimensionais para definir a cor (Figura 3.1). [17,18]

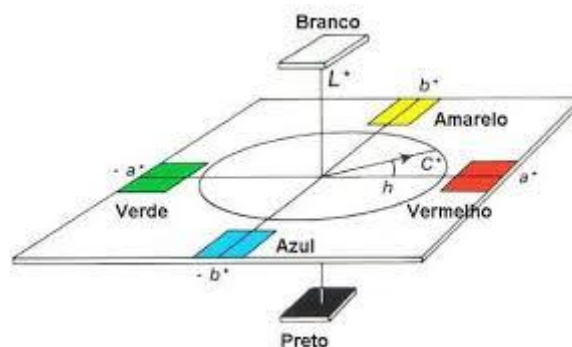


Figura 3. 1 - Sistema Tridimensional CIELab. [17]

Neste sistema as cores são descritas por luminosidade ( $L^*$ ), coordenada  $a^*$  (variação de vermelho a verde) e coordenada  $b^*$  (variação de amarelo a azul) ou pelo uso de coordenadas cilíndricas de luminosidade ( $L^*$ ), cromância ( $C^*$ ) e tonalidade ( $h^\circ$ ). [17]

Quando a carta de contraste é analisada pelo espectrofotómetro, esta é comparada com os valores padrão, a diferença de cor entre os dois estímulos é quantificada pelo sistema L\*, a\* e b\*, em que a distância entre as duas posições é dada pela seguinte equação: [17]

$$DE=(DL^{*2}+Da^{*2}+Db^{*2})^{1/2} \quad (3.1)$$

### **MUD-CRACKING**

Pretende-se avaliar a resistência à fissuração em função da aplicação da tinta com elevadas espessuras. Num bloco metálico tipo MEIER com aumento gradual de espessura é aplicado um filme de tinta com a rasoira. Deixa-se a película secar durante 48h e determina-se a espessura a que aparecem fissuras e na zona em que estas aparecem, fissuras resultantes do rebentamento de bolhas de ar que possam estar presentes são desprezadas.

Para além destes parâmetros, existem outros parâmetros que devem ser tidos em conta para este trabalho, como o PVC, envelhecimento natural e teste da baba de caracol feito no laboratório e em condições reais.

### **CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTO EM VOLUME (PVC)**

O PVC é o quociente entre o volume de pigmento e cargas e o volume de ligante, cargas e pigmentos, isto é:

$$PVC (\%) = \frac{\Sigma V_{\text{pigmento}} + \Sigma V_{\text{cargas}}}{\Sigma V_{\text{pigmento}} + \Sigma V_{\text{cargas}} + \Sigma V_{\text{ligante}}} \times 100 \quad (3.2)$$

O PVC depende fortemente das cargas utilizadas e entende-se que quanto maior for a quantidade de ligante, menor será o valor de PVC, supondo que se mantém o conjunto de cargas. O valor de PVC tem influência no brilho, opacidade, permeabilidade ao vapor de água, entre outros. Para entender melhor a sua influência deve ter-se em causa as seguintes situações: tinta no PVC crítico, tinta acima do PVC crítico e tinta abaixo do PVC crítico. O PVC crítico é a concentração máxima/crítica de pigmentos e cargas que o volume de ligante consegue agregar, sem existir descontinuidade do filme. [20]

Na Figura 3.2 apresenta-se a aparência morfológica da tinta no PVC crítico. Nesta fase, o volume de pigmento e de cargas é bastante elevado, pelo que as partículas entram em contacto com o ligante, existe apenas uma ligeira separação devido a uma fina cama de adsorvido à superfície das partículas. Neste caso, o valor de PVC coincide com o valor do PVC crítico, em que os espaços intersticiais entre as partículas estão ocupados apenas pela quantidade de ligante mínimo. É uma zona de grande instabilidade, podendo apresentar efeitos adversos quanto à tensão na película e na retenção da cor.

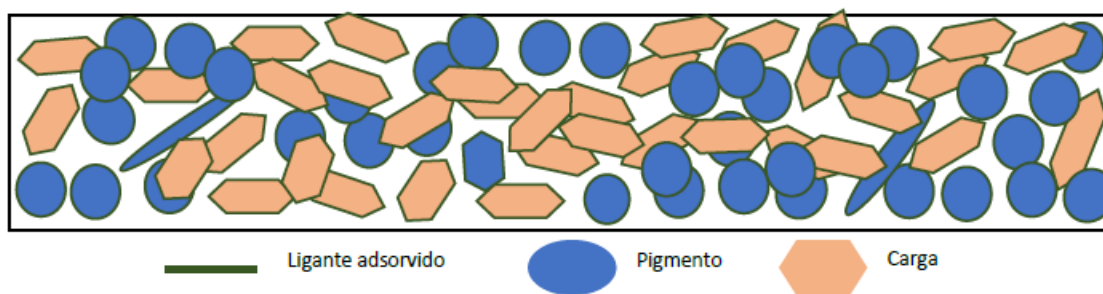


Figura 3.2- Representação da aparência morfológica da tinta no PVC crítico. [20]

Quando os valores de  $PVC > PVC$  crítico (Figura 3.3), conclui-se a inexistência de volume de ligante suficiente para preencher os espaços intersticiais entre as partículas de pigmento, pelo que estes espaços podem ser ocupados por ar. Em termos práticos, isto traduz-se num aumento da opacidade da tinta e da permeabilidade ao vapor água, diminuindo o risco de empolamento, passando a tinta a ser mate e porosa.

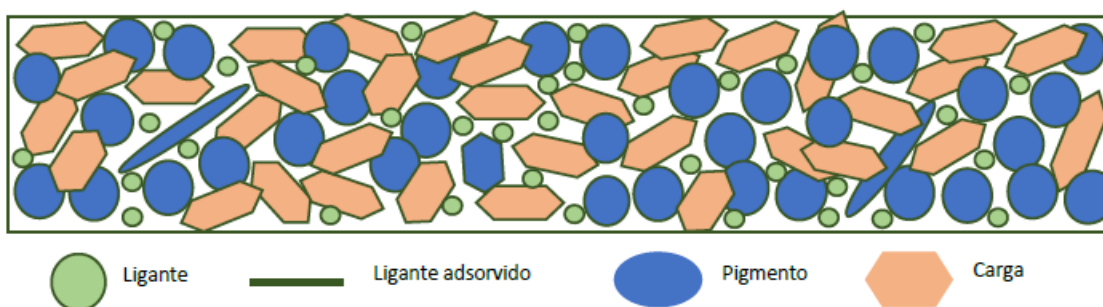


Figura 3. 3- Representação da aparência morfológica da tinta acima da PVC crítica.[20]

Quando  $PVC < PVC$  crítico (Figura 3.4) indica que os espaços intersticiais entre as partículas se encontram preenchidos com ligante. Assim, a tinta apresentará uma superfície com mais brilho e com menor permeabilidade ao vapor de água.

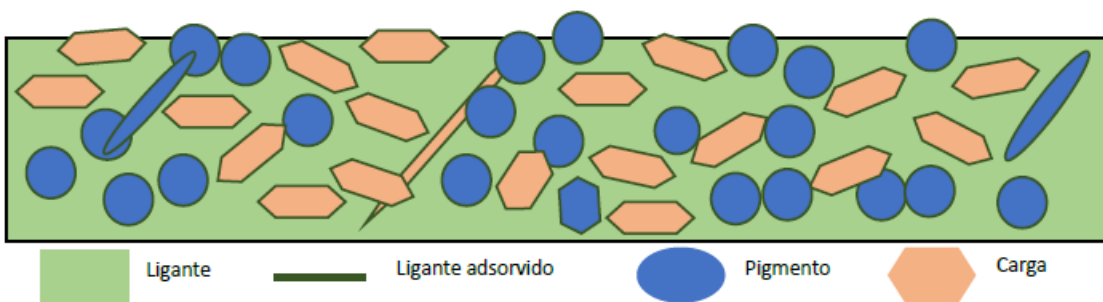


Figura 3. 4-Representação da aparência morfológica da tinta abaixo do PVC crítico.[20]

### TESTE BABA DE CARACOL E ENVELHECIMENTO NATURAL

O teste da baba de caracol tem como objetivo a avaliação da resistência ao manchamento em forma de *snail trail* provocado pela condensação e exposição à água. Este pode ser feito a nível laboratorial ou em condições reais. A nível laboratorial, consiste na aplicação da tinta numa folha negra *Leneta* com uma dada espessura. Após a secagem do filme, coloca-se sobre a folha algumas gotas de água até se formar uma bolha de água consistente e deixa-se em repouso durante 10 minutos, aproximadamente. Findo este tempo, a folha negra é colocada na vertical de modo a que toda a água escorra e após a secagem analisam-se os escorridos obtidos. Este é um teste com alguma incerteza nos resultados uma vez que não reproduz da melhor forma a realidade das situações. Por esse motivo, a tinta deve ser corada e aplicada no exterior em comparação com a tinta padrão. Assim, está sujeita às condições normais de temperatura e humidade. Com esta aplicação, é possível ao longo do tempo avaliar o aparecimento de escorridos e manchamentos provocados pela intempérie, e ainda a degradação da tinta e da cor, devido ao envelhecimento natural.



*Figura 3.56- Representação do teste da baba de caracol, a nível laboratorial*

#### 4. METODOLOGIAS APLICADAS

---

Ao longo do trabalho foi efetuado um estudo com o objetivo de determinar que MP ou conjuntos de MPs seriam causadoras da patologia *snail trail*. Paralelamente, desenvolveu-se outro trabalho. Este consistiu no teste de novas MPs requeridas aos fornecedores que poderiam ser uma mais valia na tentativa de eliminação ou redução do efeito *snail trail*.

As novas MPs substituíram na formulação as MPs correspondentes. Quanto à reformulação da tinta, foi necessário ponderar quais as MPs a alterar, substituir na MPs correspondente, e conforme os resultados obtidos efetuar os ajustes necessários para que a tinta cumprisse os requisitos.

Relativamente ao estudo principal, nas figuras seguintes encontra-se representada toda a linha de pensamento seguida ao longo do trabalho, para permitir melhor compreensão. No capítulo seguinte os passos efetuados são explicados detalhadamente.

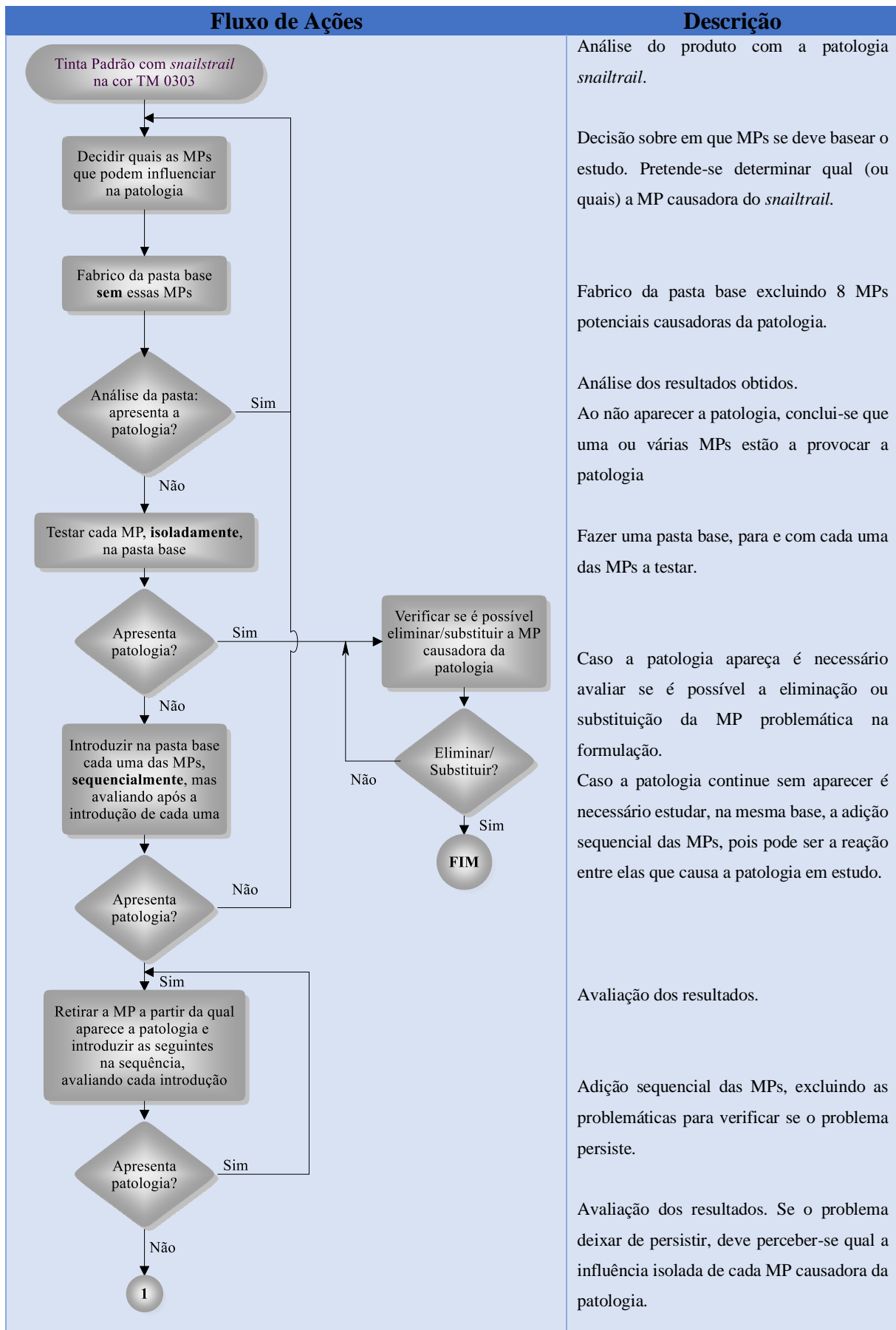


Figura 4. 1- Fluxograma com os passos realizados ao longo do estudo.

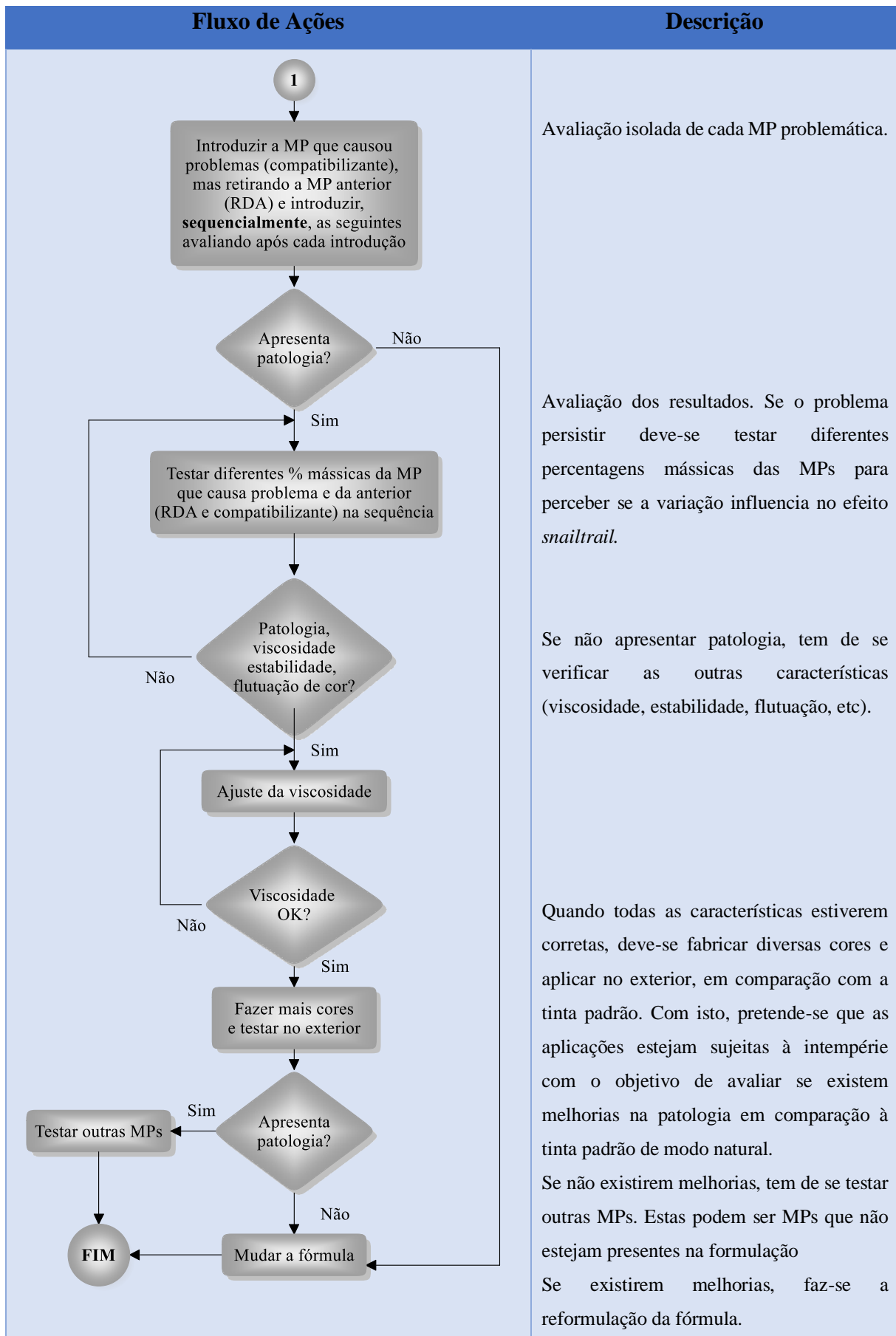


Figura 4. 2-Fluxograma com os passos realizados ao longo do estudo. (Continuação)



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

Neste capítulo são apresentados os principais resultados do trabalho. Os resultados da influência das MPs encontram-se no subcapítulo 5.1. Os resultados relativos ao teste de novas MPs e à reformulação da tinta em estudo estão descritos nos subcapítulos 5.2 e 5.3, respetivamente.

### 5.1 RESULTADOS DO ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS MPS

Após análise da formulação, definiram-se quais as MPs suscetíveis de serem analisadas. Assim, o trabalho foi dividido em 5 fases. Para cada fase de trabalho foram elaboradas várias fórmulas tendo como referência a fórmula da tinta selecionada, existindo apenas variação nas MPs a estudar. Deve-se ter em conta que ao longo do trabalho apenas é cedida a formulação relativamente às MPs em estudo, os restantes constituintes não estão descritos por motivos de confidencialidade. Todas as quantidades presentes nos ensaios encontram-se em percentagem mássica (%m/m) e têm por base os limites da sua presença na formulação de uma tinta.

Após a realização de todos os ensaios as tintas foram afinadas numa cor baunilha, para melhor perceção da patologia *snail trail*. Isto deve-se ao facto do efeito *snail trail* ser mais perceptível quando a tinta apresenta coloração. Foi traçada uma Folha Leneta em cada um dos ensaios para que se realize o teste da avaliação do efeito *snail trail*.

#### a) 1ª Fase

Nesta 1ª Fase, prepararam-se 9 ensaios, com o objetivo de avaliar o efeito de cada uma das MPs, isoladamente. Se a patologia for detetável, é necessário avaliar a possibilidade de eliminação ou substituição da MP problemática na formulação, tal como explica a figura seguinte.

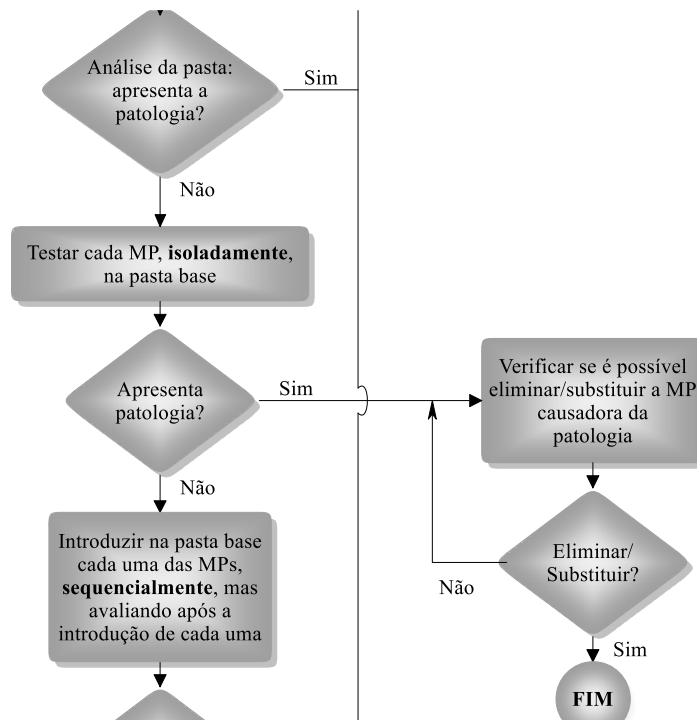


Figura 5. 1- Excerto do Fluxograma que representa a 1ª Fase.

Na tabela seguinte é apresentada a formulação representativa de cada um dos ensaios, quais as MPs a estudar nesta fase e a quantidade utilizada.

Tabela 5. 1- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 1ª Fase

| MP (%)                       | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.8  | 1.9  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Espessante 1</b>          | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,48 | 0,18 | 0,18 |
| <b>Antiespuma 1</b>          | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| <b>Dispersante 1</b>         | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  |
| <b>RDA</b>                   |      |      |      |      |      | 0,5  |      |      |      |
| <b>Compatibilizante</b>      |      | 0,3  |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Pigmento Opacificante</b> |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |
| <b>Coalescente</b>           |      |      | 0,8  |      |      |      |      |      |      |
| <b>Antiespuma 2</b>          |      |      |      |      | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,2  |
| <b>Espessante 2</b>          |      |      |      | 0,4  |      |      |      |      |      |

Como se pode observar, o dispersante 1, parte do espessante 1 e o antiespuma 1 são MPs fixas necessárias na formulação. O Ensaio 1.1, não apresentando patologia, funcionou como padrão.

Após o fabrico de cada ensaio e a realização do teste para avaliação do efeito *snail trail*, constatou-se que nenhuma MP provocou a patologia. Face a estes resultados, sucedeu-se a 2ª Fase em que se misturam as MPs para perceber se devido à reação entre elas o problema surge.

#### b) 2ª FASE

Para entender qual o comportamento das MPs quando estão presentes em simultâneo na formulação, realizaram-se 6 ensaios. Esta fase encontra-se representada na Figura 5.2.

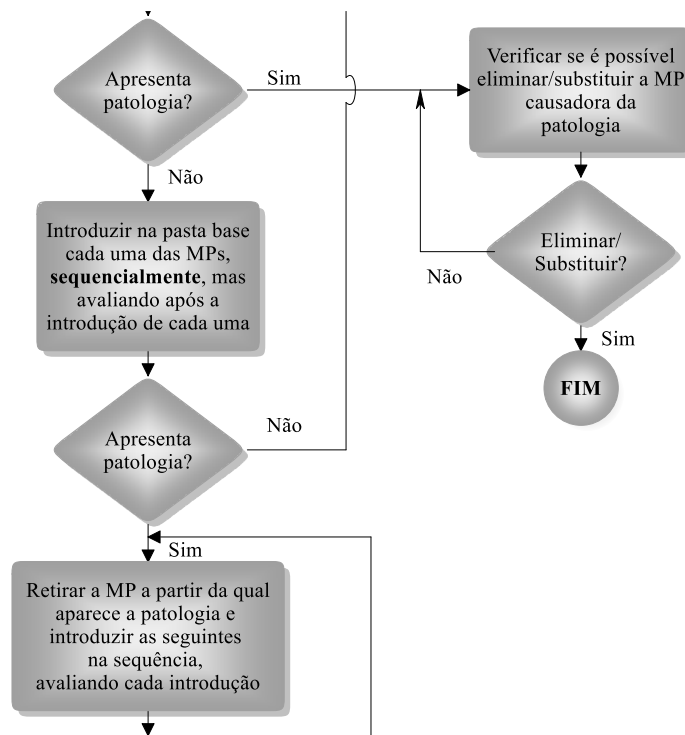


Figura 5. 2- Excerto do Fluxograma que representa a 2ª Fase.

Para a realização dos ensaios considerou-se que o antiespuma 2 passaria a ser uma MPs fixa, uma vez que não tem influência na sequência dos resultados obtidos em 1.5 até 1.9. Esta é necessária para garantir que a tinta cumpre as condições mínimas para a realização do estudo, neste caso auxiliar na eliminação da espuma formada durante o fabrico do ensaio, que mais tarde pode causar problemas na interpretação dos resultados obtidos.

Tabela 5. 2- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 2ª Fase.

| MP (%)                       | 2.1  | 2.2  | 2.3  | 2.4  | 2.5  | 2.6  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Espessante 1</b>          | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| <b>Antiespuma 1</b>          | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| <b>Dispersante 1</b>         | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  |
| <b>RDA</b>                   |      | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  |
| <b>Compatibilizante</b>      |      |      | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  |
| <b>Pigmento Opacificante</b> |      |      |      |      |      | 4    |
| <b>Coalescente</b>           |      |      |      | 0,8  | 0,8  | 0,8  |
| <b>Antiespuma 2</b>          | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| <b>Espessante 2</b>          |      |      |      |      | 0,4  | 0,4  |

Tal como na fase anterior, procedeu-se à pigmentação da tinta, aplicação na folha Leneta e realização do teste para avaliar o efeito *snail trail*.

Avaliados os resultados obtidos, constatou-se que o ensaio 2.1 e 2.2 não apresentaram qualquer marca de escorridos, contrariamente ao que acontece nos ensaios seguintes. A partir da adição do compatibilizante o problema em estudo surge. Tal pode acontecer devido à reação entre o RDA e o compatibilizante, ou então deve-se apenas à presença do compatibilizante na fórmula. Para descartar uma das hipóteses é necessário realizar a 3ª e 4ª Fase do trabalho. A 3ª Fase consiste em efetuar os mesmos ensaios sequenciais na ausência do compatibilizante, a 4ª Fase consiste na mesma ideia, mas na ausência do RDA.

### c) 3ª E 4ª FASE

Tal como foi explicado anteriormente, nestas 2 fases procedeu-se à realização dos ensaios sequenciais, numa fase sem compatibilizante e noutra fase sem RDA. A Figura 5.3 traduz o que acontece nestas fases, apesar de apenas estar mencionado o RDA, entenda-se que acontece exatamente o mesmo processo com o compatibilizante.



Figura 5. 3- Excerto do Fluxograma que representa a 3ª e 4ª Fase.

Na Tabela 5.3 são descritas as formulações utilizadas na 3ª Fase.

Tabela 5. 3- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 3ª Fase

| MP (%)                       | 3.1  | 3.2  | 3.3  |
|------------------------------|------|------|------|
| <b>Espessante 1</b>          | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| <b>Antiespuma 1</b>          | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| <b>Dispersante 1</b>         | 0,9  | 0,9  | 0,9  |
| <b>RDA</b>                   | 0,5  | 0,5  | 0,5  |
| <b>Compatibilizante</b>      |      |      |      |
| <b>Pigmento Opacificante</b> |      |      | 4    |
| <b>Coalescente</b>           | 0,8  | 0,8  | 0,8  |
| <b>Antiespuma 2</b>          | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| <b>Espessante 2</b>          |      | 0,4  | 0,4  |

Após a realização dos ensaios e do teste de avaliação do efeito *snail trail*, constatou-se que nenhum dos ensaios apresenta marca de escorridos, considerando-se assim que o compatibilizante seria a MP causadora da patologia.

Desta forma, será expectável que na 4ª Fase o problema volte a surgir devido à presença do compatibilizante na fórmula. No entanto, esta fase serve para clarificar se o problema existe apenas devido à MP estar presente na formulação ou se é devido à sua reação com o RDA.

A formulação utilizada é semelhante à utilizada anteriormente, encontrando-se na tabela seguinte.

Tabela 5. 4- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 4ª Fase.

| MP (%)                       | 4.1  | 4.2  | 4.3  | 4.4  |
|------------------------------|------|------|------|------|
| <b>Espessante 1</b>          | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| <b>Antiespuma 1</b>          | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| <b>Dispersante 1</b>         | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,9  |
| <b>RDA</b>                   |      |      |      |      |
| <b>Compatibilizante</b>      | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  |
| <b>Pigmento Opacificante</b> |      |      |      | 4    |
| <b>Coalescente</b>           |      | 0,8  | 0,8  | 0,8  |
| <b>Antiespuma 2</b>          | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| <b>Espessante 2</b>          |      |      | 0,4  | 0,4  |

Efetuada o teste para avaliação do efeito *snail trail*, detetou-se que a patologia surge novamente, mas num grau inferior ao da 2ª Fase.

Tendo em conta os resultados, conclui-se que o compatibilizante será a MP que causa a patologia. No entanto, esta é indispensável à formulação pois influencia na flutuação dos pigmentos/compatibilidade.

Com todas estas fases de trabalho realizadas foi possível concluir que a presença das duas MPs (compatibilizante e RDA) gera o problema de “baba de caracol”; por isso, é importante efetuar ensaios em que ambos estejam presentes na formulação, mas em quantidades diferentes devido à necessidade de ambas as MPs na formulação - 5ª Fase.

#### d) 5ª FASE

Como foi referido, existe a necessidade de se realizarem novos ensaios em que ambas as MPs estão presentes na formulação. No entanto, varia-se a percentagem mássica de cada uma. Na figura seguinte encontram-se representados todos os passos necessários para a realização desta fase.

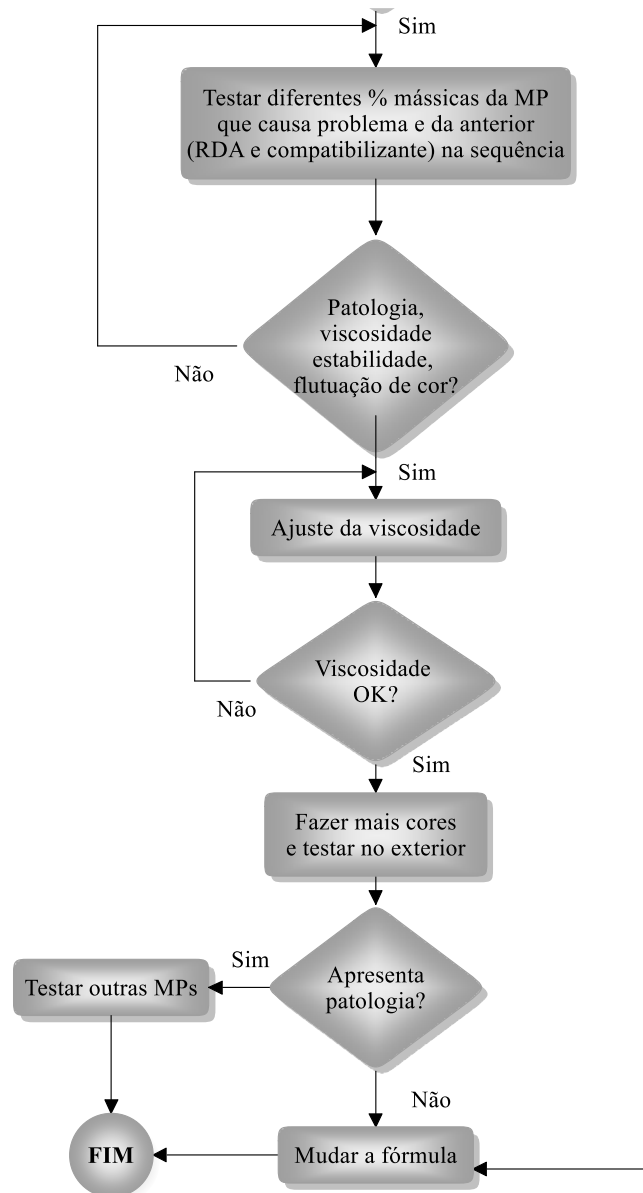


Figura 5. 4- Excerto do Fluxograma que representa a 5ª Fase.

Realizaram-se 5 ensaios onde a quantidade das duas MPs varia, como se pode observar na Tabela 5.5.

Tabela 5. 5- Formulação utilizada para cada ensaio realizado na 5ª Fase

| MP (%)                  | 5.1  | 5.2        | 5.3         | 5.4        | 5.5        |
|-------------------------|------|------------|-------------|------------|------------|
| <b>Espessante 1</b>     | 0,48 | 0,48       | 0,48        | 0,48       | 0,48       |
| <b>Antiespuma 1</b>     | 0,2  | 0,2        | 0,2         | 0,2        | 0,2        |
| <b>Dispersante 1</b>    | 0,9  | 0,9        | 0,9         | 0,9        | 0,9        |
| <b>RDA</b>              |      |            | <b>0,5</b>  |            | <b>0,2</b> |
| <b>Compatibilizante</b> |      | <b>0,1</b> | <b>0,15</b> | <b>0,2</b> | <b>0,2</b> |
| <b>Pigmento</b>         |      |            |             |            |            |
| <b>Opacificante</b>     | 4    | 4          | 4           | 4          | 4          |
| <b>Coalescente</b>      | 0,8  | 0,8        | 0,8         | 0,8        | 0,8        |
| <b>Antiespuma 2</b>     | 0,1  | 0,1        | 0,1         | 0,1        | 0,1        |
| <b>Espessante 2</b>     | 0,4  | 0,4        | 0,4         | 0,4        | 0,4        |

Estas MPs influenciam a estabilidade das tintas em armazenamento. Depois de realizado cada ensaio, retira-se uma amostra de cada um para fazer a avaliação da estabilidade da tinta fabricada, pois podem existir alterações devido à variação da quantidade das duas MPs. O teste da estabilidade consiste na colocação de uma amostra de tinta numa estufa a 50°C durante 30 dias, aproximadamente. Ao fim deste tempo, a amostra é retirada e verificado se existem alterações na viscosidade superiores a 20% do valor inicial, se existe sinérese, sedimentação, gelificação ou outra alteração significativa.

Realizado o teste do efeito *snail trail* e analisados os resultados, verificou-se que nenhum teste apresenta escorridos que sejam considerados significativos quando realizados na cor baunilha.

De modo a ter maior fiabilidade nos resultados, os resultados foram novamente reproduzidos e afinados numa cor tijolo, mais escura. Esta é a cor de controlo do parâmetro Força Corante.

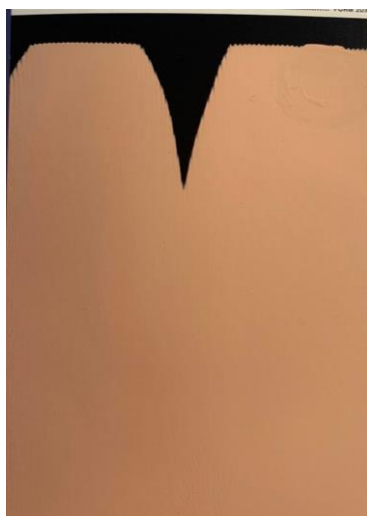
Assim, realizou-se o teste para avaliar o efeito *snail trail*. Seria esperado que, tal como na cor baunilha, na folha *Leneta* de cada ensaio não ocorressem escorridos significativos. Os resultados obtidos encontram-se representados na figura seguinte.



Figura 5. 5- Representação dos resultados obtidos no teste *snail trail* na 5ª Fase.

Contrariamente ao espectável, apenas no ensaio 5.1 é possível desprezar os escorridos obtidos. Todos os restantes ensaios apresentam escorridos e manchas notórias, tal como se observa. No entanto, são os ensaios 5.2 e 5.4 que apresentam piores resultados, o que pode ser justificado pela ausência do RDA.

Para complementar o estudo nesta cor de controlo, aplicou-se também cada ensaio numa carta de contraste para avaliar tanto a flutuação da cor como a força corante. Na Figura 5.6 observa-se a representação exemplificativa da aplicação na carta de contraste *Leneta* de um dos ensaios realizados.



*Figura 5. 6- Representação exemplificativa da aplicação numa carta de contraste Leneta proveniente de um dos ensaios realizados na 5ª Fase.*

Em nenhuma das cartas aplicadas se verificou flutuação da cor (ou má molhagem). Foi efetuada a leitura dos valores colorimétricos que, recorrendo ao sistema CIELab foram comparados com os valores colorimétricos padrão. Em geral, todos os valores cumprem a especificação, exceto nos ensaios 5.2 e 5.4, que têm como Força Corante os seguintes valores 95,87% e 105,74%, respetivamente, quando a especificação é de  $100 \pm 2\%$ . Esta variação deve-se à ausência do RDA na fórmula.

Tendo em conta que na ausência do compatibilizante e do RDA o teste de escorridos apresenta um resultado favorável, decidiu-se que esta passará a ser a nossa fórmula base para a realização dos restantes ensaios para avaliar se o efeito *snail trail* foi eliminado ou reduzido. Apesar de ambas as MPs serem indispensáveis, foi possível fazer ajustes na formulação, nomeadamente na viscosidade, que permitiram que a tinta cumprisse todas as especificações.

No Capítulo 3 explicou-se que os resultados obtidos no teste da baba de caracol a nível laboratorial tem muitas incertezas associadas, pois a tinta não é aplicada num substrato que se assemelhe aos substratos habituais de aplicação, não está sujeita às condições normais de temperatura e humidade, nem às condições normais de aplicação. Por essa razão, a tinta foi afinada em 4 cores. Posteriormente, foi aplicada no exterior em comparação com a tinta padrão, uma vez que ao longo do tempo pretende-se avaliar se existe alguma alteração significativa na tinta do ensaio relativamente à tinta padrão. Na Figura 5.7 encontra-se representada a aplicação no exterior da tinta padrão *versus* tinta ensaio.



Figura 5. 7- Ilustração da aplicação da tinta padrão (à esquerda) versus tinta ensaio (à direita), quando da aplicação no exterior.

Para sujeitar a tinta aplicada às piores condições possíveis, ao fim de 1h de secagem a tinta foi salpicada com água, para simular condensação sobre a mesma. A tinta padrão apresenta escorridos significativos e facilmente detetáveis a olho nú, enquanto na tinta-ensaio os escorridos ou são nulos ou então mais difíceis de detetar. Ao fim de 2 meses, constatou-se que ao nível da degradação, a cor é semelhante nas duas tintas. No entanto, quanto ao objetivo do estudo, continuavam a existir diferenças significativas entre as tintas. Na figura seguinte é apresentada uma ilustração da aplicação da tinta padrão *versus* tinta ensaio ao fim de 2 meses.

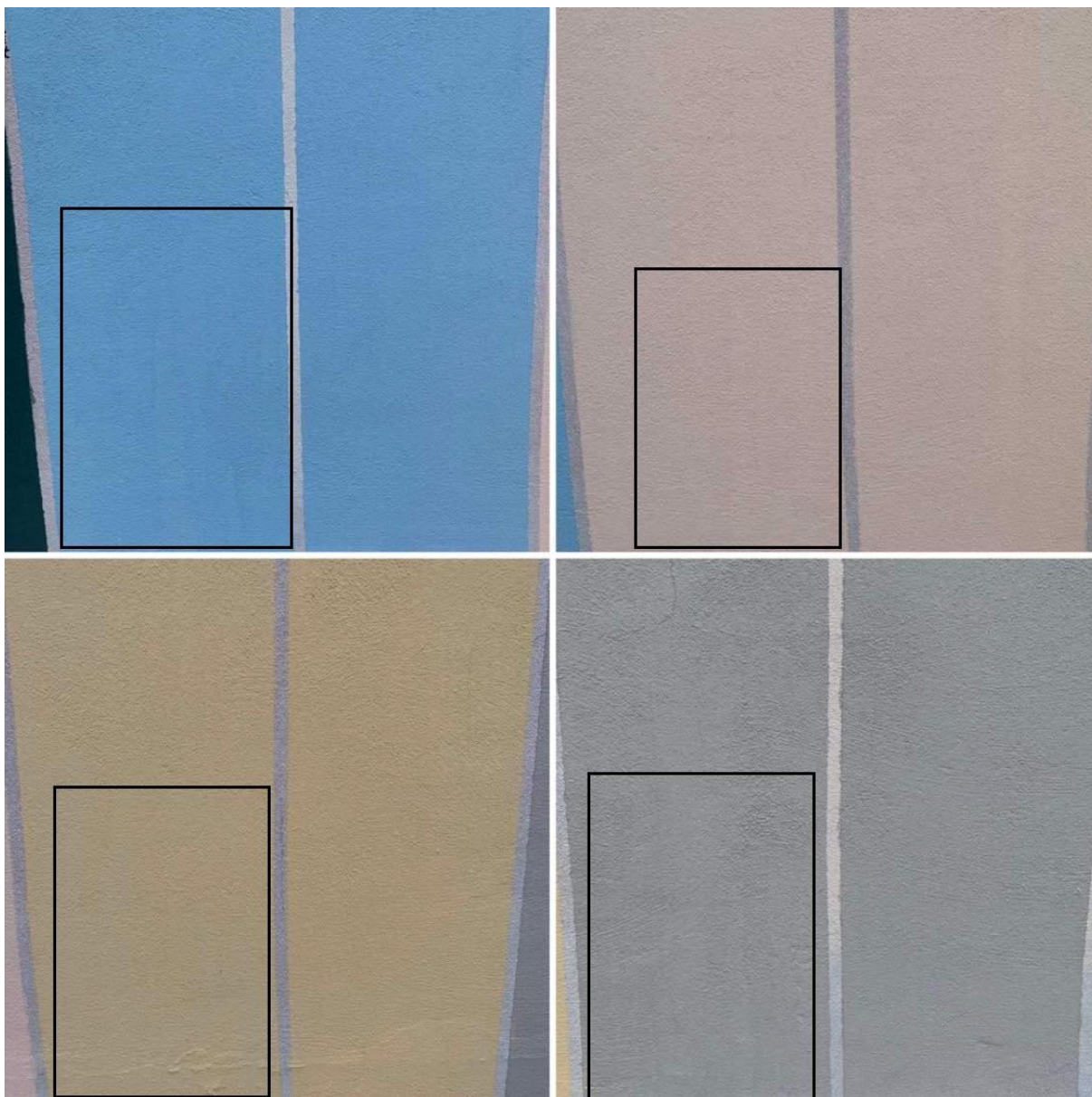
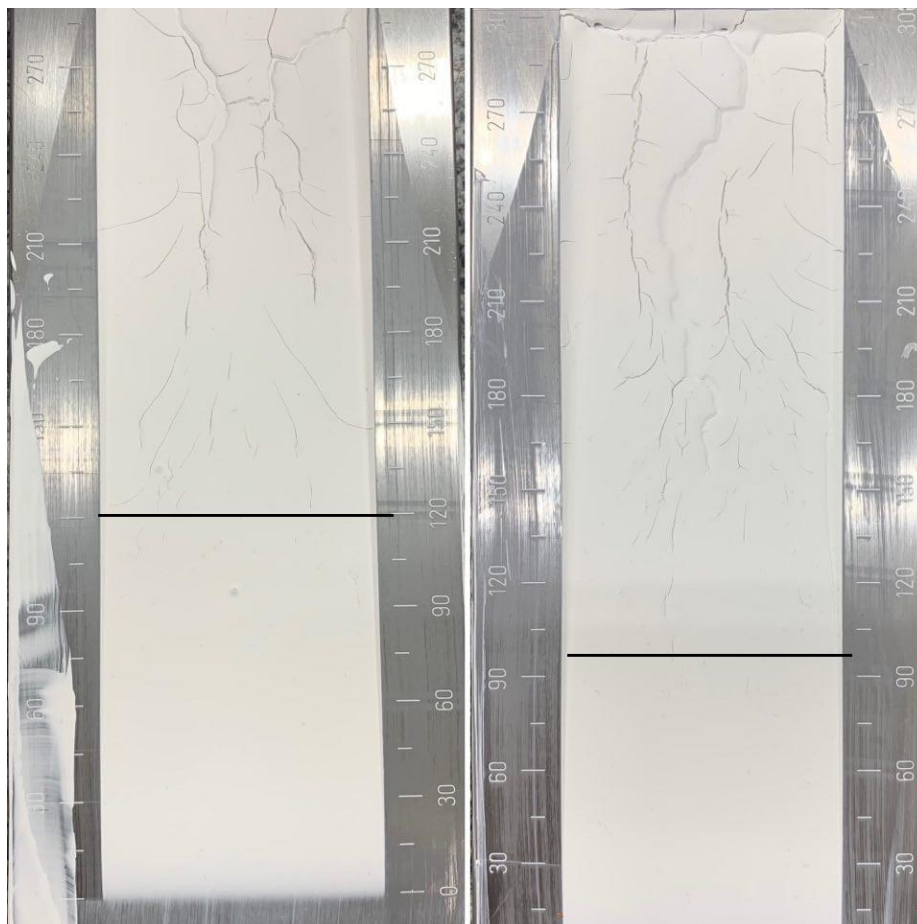


Figura 5. 8- Ilustração da aplicação da tinta padrão (à esquerda) versus tinta ensaio (à direita), ao fim de 2 meses.

Analisando a Figura 5.8, é facilmente detetável nas zonas marcadas o efeito *snail trail* na tinta padrão provenientes da condensação forçada, exposição natural à intempérie, enquanto que na tinta ensaio estes são praticamente nulos. Este teste tem de ser acompanhado e avaliado, pelo menos durante um ano, para entender a evolução das tintas. Caso as alterações visuais e físicas se mantenham, esta fórmula será uma possível solução para resolução do efeito *snail trail*.

Fez-se também o teste do *Mud-cracking* da tinta padrão em comparação com o ensaio para garantir que o ensaio que cumpria a especificação, Figura 5.9.



*Figura 5. 9- Teste do Mud-cracking da tinta padrão (à esquerda) e do ensaio (à direita).*

Na análise da figura constata-se que o tinta padrão começa a fissura a partir dos 1200 $\mu$ m, enquanto o ensaio fissura a partir dos 900  $\mu$ m. Apesar do ensaio fissurar a uma espessura inferior ao padrão, cumpre os requisitos de controlo.

## 5.2 TESTE DE NOVAS MPS NA FORMULAÇÃO

Após diversas pesquisas online e por sugestão dos fornecedores de MPs, foram efetuados novos ensaios com MPs de interesse para a resolução do efeito *snail trail*. Estes consistem na troca direta das MPs pela MP correspondente na formulação. Assim, testaram-se duas resinas acrílicas puras (Resina 1 e 2), um modificador reológico acrílico (Espessante 3), um dispersante (Dispersante 2) e ainda um aditivo para combater o efeito *snail trail*. Por motivos de confidencialidade, a formulação dos ensaios não será descrita.

### RESINA 1 E 2

A Resina 1 é uma dispersão aquosa acrílica pura, isenta de APEO e sem formaldeído. Esta resina confere ao produto boa resistência à esfrega húmida, à intempérie, resistência aos raios ultravioleta e à água e, por fim, boa adesão.

Após a realização do ensaio, foram avaliadas as características da tinta.

Tabela 5. 6- Caracterização da tinta fabricada com a Resina 1.

| Característica                    | Especificação | Valor  |
|-----------------------------------|---------------|--------|
| Massa Volúmica (kg/l)  20°C ± 1°C | 1,41 ± 0,05   | 1,43   |
| Viscosidade (KU)  20°C ± 1°C      | 110 ± 5       | 104    |
| Brancura (%)                      | 86 ± 2        | 87,66  |
| Razão de contraste (%)            | 95 ± 2        | 95,87  |
| Força corante (%)                 | 100 ± 2       | 103,03 |

Analisados os resultados, conclui-se que a massa volúmica, brancura e razão de contraste encontram-se dentro dos valores da especificação. O valor obtido para a força corante é superior ao limite de aprovação.

Na Figura 5.10 apresentam-se os resultados obtidos do teste de escorridos.

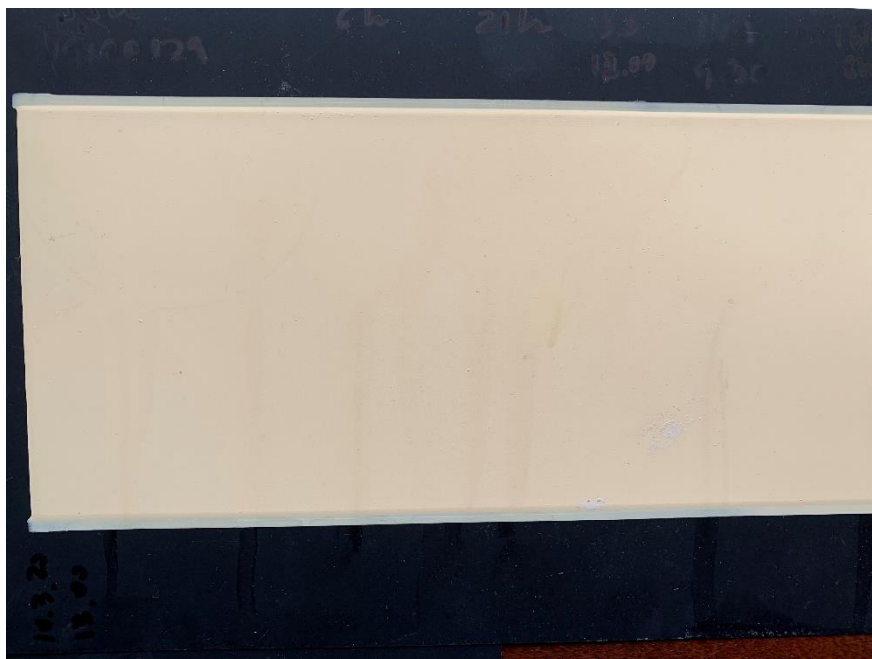


Figura 5. 10- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com a Resina 1.

Analisada a folha *Leneta*, verificou-se que a marca dos escorridos é persistente. Conclui-se que a Resina 1 não oferece mais valias à formulação, porque não ajuda na eliminação do *snail trail* e não cumpre as especificações do produto, sendo necessário fazer ajustes na fórmula, o que poderia refletir-se no custo final do produto. O procedimento para os testes da Resina 2 foi o mesmo da Resina 1.

A Resina 2 é uma dispersão aquosa à base de copolímeros acrílicos puros de partícula fina e livre de formaldeído e de APEO. Esta resina é adequada para tintas de alta qualidade para o exterior porque confere elevada resistência aos raios ultravioleta, à água e álcalis, à sujidade e durabilidade do produto. Os resultados da caracterização encontram-se na Tabela 5.7.

Tabela 5. 7- Caracterização da tinta fabricada com a Resina 2.

| Característica                    | Especificação | Valor |
|-----------------------------------|---------------|-------|
| Massa Volúmica (kg/l)  20°C ± 1°C | 1,41 ± 0,05   | 1,43  |
| Viscosidade (KU)  20°C ± 1°C      | 110 ± 5       | 98    |
| Brancura (%)                      | 86 ± 2        | 87,18 |
| Razão de contraste (%)            | 95 ± 2        | 95,64 |
| Força corante (%)                 | 100 ± 2       | 97,14 |

Contrariamente aos resultados obtidos na Resina 1, a força corante da Resina 2 é inferior ao limite da especificação. No caso de esta alteração reduzir o efeito *snail trail*, seria de

interesse o ajuste da fórmula, uma vez que reduzindo a quantidade de  $\text{TiO}_2$ , o custo da tinta poderia baixar. No entanto, os valores de brancura e razão de contraste tinham de se manter inalterados e viscosidade também teria de ser ajustada.

Na Figura 5.9 apresentam-se os resultados obtidos do teste de escorridos.



Figura 5. 11- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com a Resina 2.

À semelhança da Resina 1, a Resina 2 não oferece mais valias à formulação, pois como se pode observar na Figura 5.10 os escorridos são facilmente detetáveis e não existe melhorias, logo não ajuda na eliminação do *snail trail*.

Conclui-se que estas resinas não são soluções viáveis para a resolução da patologia.

### ESPESSANTE 3 E DISPERSANTE 2

O espessante a testar é um espessante acrílico com baixa taxa de cisalhamento e baixa absorção de água. Realizado o fabrico, fez-se a caracterização da tinta onde se constatou que a massa volúmica, brancura e razão de contraste encontram-se dentro dos valores da especificação, no entanto a força corante e a viscosidade são superiores ao limite de aprovação, Tabela 5.8.

Tabela 5. 8- Caracterização da tinta fabricada com o Espessante 3

| Característica                    | Especificação | Valor  |
|-----------------------------------|---------------|--------|
| Massa Volúmica (kg/l)  20°C ± 1°C | 1,41 ± 0,05   | 1,42   |
| Viscosidade (KU)  20°C ± 1°C      | 110 ± 5       | 124    |
| Brancura (%)                      | 86 ± 2        | 86,82  |
| Razão de contraste (%)            | 95 ± 2        | 94,99  |
| Força corante (%)                 | 100 ± 2       | 103,80 |

Quanto ao teste da baba de caracol, os escorridos são detetáveis a olho nú, como se observa na Figura 5.11, pelo que se conclui que esta MP não promove a redução do efeito *snail trail*.



Figura 5. 12- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com o Espessante 3.

O Dispersante 2 é um copolímero à base de ácido carboxílico e sais de amónio. Tem carácter hidrofóbico o que favorece a redução dos *snail trails* e absorção de água. À semelhança

da caracterização da tinta com o Espessante 3, também neste ensaio a Força Corante está fora dos limites da especificação.

Tabela 5. 9- Caracterização da tinta fabricada com o Dispersante 2.

| Característica                    | Especificação | Valor  |
|-----------------------------------|---------------|--------|
| Massa Volúmica (kg/l)  20°C ± 1°C | 1,41 ± 0,05   | 1,42   |
| Viscosidade (KU)  20°C ± 1°C      | 110 ± 5       | 105    |
| Brancura (%)                      | 86 ± 2        | 86,17  |
| Razão de contraste (%)            | 95 ± 2        | 95,45  |
| Força corante (%)                 | 100 ± 2       | 105,95 |

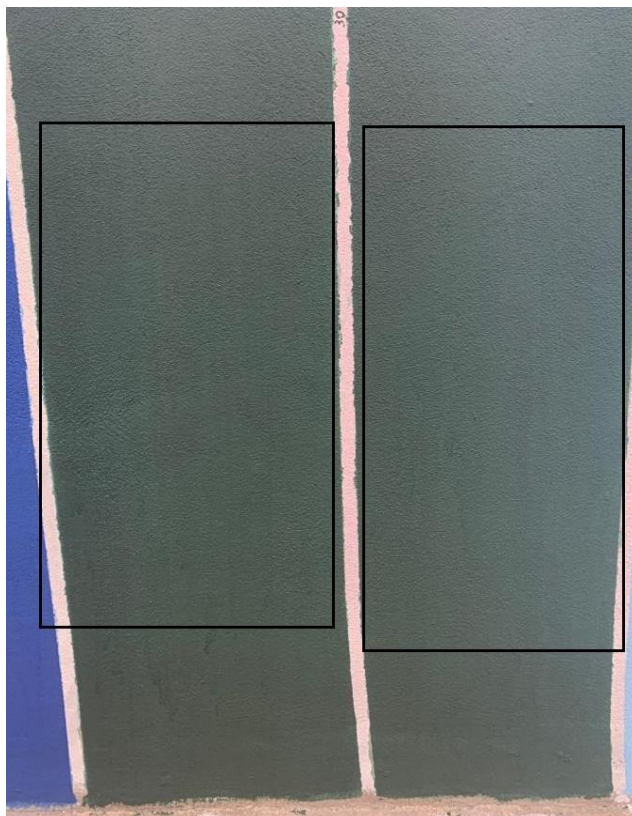
Relativamente ao teste da baba, o resultado obtido encontra-se representado na Figura 5.12 e constata-se que existe uma ligeira melhoria dos escorridos obtidos, no entanto não é uma melhoria significativa que justifique a adição desta MP na formulação e seria necessário aumentar o teor de TiO<sub>2</sub>.



Figura 5. 13- Representação dos resultados obtidos dos escorridos no ensaio com o Dispersante 2.

### **ADITIVO PARA REDUÇÃO DO SNAIL TRAIL**

Este aditivo é composto por silicato de cálcio precipitado, fornecido sob a forma sólida, cujas partículas finas funcionam como uma “esponja”, ou seja, absorve e retém os componentes solúveis em água. Neste ensaio foi feito o fabrico da tinta com a MP, afinado e aplicado imediatamente no exterior. Os resultados da aplicação ao fim de 2 meses encontram-se na figura seguinte.



*Figura 5. 14- Ilustração da aplicação da tinta padrão (à esquerda) versus tinta ensaio com o aditivo (à direita), no exterior.*

Nas áreas marcadas na figura são detetáveis as marcas de escorridos. O ensaio relativamente ao padrão não apresenta qualquer melhoria, pelo que esta MP não é útil na formulação.



## 6. CONCLUSÃO

---

Finalizado o trabalho que foi constituído por diversas etapas, podem-se retirar diversas conclusões e aplicá-las noutros produtos.

Sendo que o objetivo principal era eliminar ou reduzir as exsudações nas tintas, conclui-se que é possível minimizar a patologia, sem afetar a qualidade do produto.

Sem qualquer ideia do modo em como as MPs presentes na formulação favoreciam o aparecimento da baba de caracol, procedeu-se ao estudo da influência das mesmas. O intuito foi perceber se o que afetava o *snail trail* era uma única a MP ou o conjunto de MPs. Concluiu-se que existiam 2 MPs que causavam a patologia na tinta, o regulador de dureza da água e o compatibilizante. Foram efetuados testes para perceber se caso as MPs estivessem presentes na formulação, mas com percentagens mássicas diferentes se as exsudações eram reduzidas ou eliminadas. Constatou-se que apenas existiam melhorias significativas quando ambas as MPs não estavam presentes. Devido a esta conclusão, todos os parâmetros de controlo foram analisados e comparados com os valores padrão, com vista no futuro a formulação ser aprovada para futuros fabricos industriais. Em geral, todos os valores obtidos foram semelhantes, sendo necessários apenas ajustes na viscosidade e na força corante.

A tinta padrão e o ensaio foram aplicados no exterior para analisar os resultados com o passar do tempo e constatou-se que a tinta ensaio apresentou melhores consideráveis.

Quanto ao teste de novas MPs, todas as que foram testadas apresentaram piores resultado relativamente ao padrão, tanto na viscosidade como na força corante. Assim, descartou-se a possibilidade de introdução na fórmula da tinta.

Tendo em conta os resultados obtidos, sugere-se a continuidade do trabalho, mas noutras tintas onde está presente a patologia, pelo que o ponto de partida para a resolução é perceber qual o resultado do *snail trail* na ausência do RDA e do compatibilizante.



## 7. BIBLIOGRAFIA

---

- [1] J. L. Nogueira, *Noções Básicas de Tintas e Vernizes Volume I*, ARCP. 2008.
- [2] “APT - Associação Portuguesa de Tintas.”. Disponível em:  
<http://www.aptintas.pt/index.aspx>. [Visitado: 12/dezembro/2019].
- [3] A. Goldschmidt and H.-J. Streitberger, *BASF Handbook on Basics of Coating Technology*, 2a. Vincentz Network, 2007.
- [4] D. Stoye and W. Freitag, *Paints, coatings and solvents*, 2a. WILEY-VCH, 1998.
- [5] T. Brock, M. Groteklaes, and P. Mischke, *European Coatings Handbook*. Vincentz, 2000.
- [6] J. L. Nogueira, *Noções Básicas de Tintas e Vernizes Volume II*, ARCP. 2008.
- [7] European Committee for Standardization, “*Extenders for paints – Specifications and methods of test Part 1: Introduction and general test methods (ISO 3262-1 : 1997)*,” 1998.
- [8] M. Schwartz and R. Baumstark, *Waterbased Acrylates for Decorative Coatings*. Vincentz, 2001.
- [9] Lambourne, R. e Strivens, T. A., *Paint and Surface Coatings*. 2ª edição, Woodhead Publishing Ltd, 1999.
- [10] Vaz, C. (2017), *Implementação de Métodos de Controlo de Qualidade em Tintas*. Dissertação de Mestrado em Química Analítica. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- [11] *Can I use interior paint for exterior surfaces?*. Disponível em :  
<https://home.howstuffworks.com/home-improvement/home-diy/painting/interior-paint-exterior1.htm> [Visitado; 17/julho/2020]
- [12] J. L. Nogueira, *Noções Básicas de Tintas e Vernizes Volume III*, ARCP. 2008.
- [13] Materialstoday, *Progress in Organic Coatings*, ELSEVIER, 2017
- [14] *Colloids and Surfaces A: Physicochem*, ELSEVIER, 2011
- [15] Tintas & Pintura, “*Brancura*” Disponível em:  
<https://produtos.tintasepintura.pt/termo/brancura/> [visitado: 09/agosto/2020]
- [16] Alua, P. (2012), *Optimização da opacidade de tintas aquosas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Universidade Técnica de Lisboa.
- [17] Ficheiro PDF descarregado da internet: *Fundamentos da Colorimetria*. Disponível em [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9324/9324\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9324/9324_3.PDF). [Versão PDF do documento descarregada em: 09/agosto/2020]
- [18] Felizardo, T (2017). *Redução do Teor de Dióxido de Titânio em Tintas de Base Aquosa*. Tese de Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

- [19] Hansen, E., Walston, S. e Bishop, M. (1996). “*Matte Paint*”. Disponível em: <https://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn18/wn18-2/wn18-207.html> [Acedido a 12 julho de 2020]
- [20] Resiquímica. “Tintas Plásticas para Construção Civil”, Resiquímica, 2001.