



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO QUÍMICA TECNOLÓGICA BACHARELADO

Fernanda Isadora Correia Gomes

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NO  
LABORATÓRIO DE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA EMPRESA DE TINTAS**

Florianópolis - SC  
2025

Fernanda Isadora Correia Gomes

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NO  
LABORATÓRIO DE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA EMPRESA DE TINTAS**

Projeto de Estágio Supervisionado (QMC 5515) apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina desenvolvido na empresa Tintas Revestir para a obtenção do título de Bacharel em Química Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Vitali.

Supervisora: Rose Mari Gomes.

Florianópolis  
Dezembro/2025



Fernanda Isadora Correia Gomes

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NO  
LABORATÓRIO DE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA EMPRESA DE TINTAS**

Este Relatório de Estágio Supervisionado foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em química tecnológica e aprovado em sua forma final pelo Curso de Química Tecnológica.

Coordenação do curso

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Luciano Vitali

Orientador

Prof. Dr. Alexandre Luis Parize

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cristiane Luisa Jost

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2025.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família. Ao meu irmão Lucas por sempre estar ao meu lado durante as dificuldades ao longo dos anos de graduação e da minha vida. Não existe eu sem você. Ao meu pai Adilson, por nunca ter desistido de acreditar em si mesmo e em mim, e me fornecer as palavras de apoio, perseverança e a teimosia que me fazem querer crescer. À minha mãe Rosa, por sempre me receber com um prato quente e palavras, algumas de carinho e algumas de crítica, que talvez eu precisasse ouvir. À minha cachorra, Fofuxa, por ter estado comigo durante as minhas intermináveis sessões de estudo perambulando debaixo da minha escrivaninha. Agradeço também à minha tia Preta e minha dinda Rejane, por todo o apoio até hoje.

Às minhas amigas queridas Alanna, Carolina, Daniele, Larissa, Maria Eduarda e Mariana por me lembrarem que há sim diversão na vida e que eu não preciso ser tão séria com tudo. À minha chefinha querida do LABCAL Jusciele, por ter acreditado em mim no início da graduação. À Giulyana pelo suporte e compreensão durante o período de estágio na Revestir, tornando a experiência mais leve e enriquecedora.

Ao pessoal do LABECC pela ajuda, carinho e piadocas durante a minha iniciação científica, em especial à Amanda, Camila e Wilson. Ao meu professor orientador Luciano Vitali por toda a tranquilidade, conversa, paciência e compreensão durante o estágio e a iniciação.

À UFSC pelo ensino gratuito de qualidade; ao Programa de Graduação em Química e ao Departamento de Química pela oferta do curso. O conhecimento enriquece e o ser humano sempre tem algo a aprender.

## RESUMO

O presente relatório detalha as atividades desenvolvidas durante o estágio realizado no laboratório de físico-química da empresa Tintas Revestir, localizada em Palhoça, Santa Catarina. A empresa, atuante desde o ano 2000 no sul do Brasil, fabrica produtos de revestimento como tintas, texturas, complementos e especialidades voltados para a aplicação imobiliária. Dentro dessa indústria, o controle de qualidade é uma ferramenta muito importante na adequação dos produtos fabricados à satisfação dos clientes e aos parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), principal órgão responsável pela definição, classificação e determinação dos ensaios executados em tintas para construção civil no país. Durante o estágio, foram realizadas atividades laboratoriais envolvendo o controle de qualidade como checagem de temperatura e calibração de equipamentos; em produtos acabados e de seus insumos, principalmente das tintas à base de água classificadas como látex; assim como a revisão de documentos e de normas. O presente relatório trata das atividades envolvidas na determinação de pH, massa específica e viscosidade em seis amostras de formulações diferentes de um tipo de tinta à base de água. Além deste controle, foi possível ainda a participação em estudos de compatibilidade de três tipos de pigmentos nas tintas, constituindo a execução de testes denominados *rub-out* em tintas pigmentadas e ambientadas em temperaturas diferentes, sendo a principal atividade descrita no relatório. Comparou-se a adição ou não de aditivos antisedimentantes, umectantes, coalescentes e solventes na estabilização de um defeito denominado floculação. Os resultados foram avaliados por meio de medidas espectrofotométricas através do parâmetro conhecido como desdobramento do desvio absoluto de cor ( $\Delta E$ ), representando a diferença de coloração não percebida pelo olho humano. Ao final dos testes preliminares, foi apresentada a diminuição nos valores de  $\Delta E$ , no entanto, demonstrou-se a necessidade de um maior número de ensaios para alcançar uma solução final para a problemática enfrentada.

**Palavras-chave:** *tintas látex, controle de qualidade, aditivos.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fachada da empresa Tintas Revestir.....	10
<b>Figura 2</b> - Estrutura do monômero e polímero geral presente em resinas acrílicas..	14
<b>Figura 3</b> - Estrutura química do pigmento laranja de dinitroanilina.....	15
<b>Figura 4</b> - Estrutura molecular do surfactante lauril éter sulfato de sódio.....	17
<b>Figura 5</b> - Exemplo de agitador utilizado na fabricação de tintas látex.....	20
<b>Figura 6</b> - Fluxograma geral de fabricação de tintas à base de água.....	21
<b>Figura 7</b> - Exemplo de ficha de controle de qualidade de tintas do tipo látex.....	31
<b>Figura 8</b> - Fotos retiradas do <b>(a)</b> Viscosímetro Krebs-Stormer completo com <b>(b)</b> acessório estroboscópico com contador.....	33
<b>Figura 9</b> - Exemplo de picnômetro metálico com tampa e furo central.....	36
<b>Figura 10</b> - Exemplo de <b>(a)</b> floculação observado em laboratório e <b>(b)</b> figura mais aproximada.....	38
<b>Figura 11</b> - Teste <i>rub-out</i> .....	39
<b>Figura 12</b> - Formulário de preenchimento utilizado na produção das tintas.....	40
<b>Figura 13</b> - Espectrofotômetro utilizado na comparação de cor entre os testes <i>rub-out</i> realizados nas amostras.....	41
<b>Figura 14</b> - Espaço colorimétrico CIEL*a*b* utilizado por instrumentos na determinação de cor.....	41
<b>Figura 15</b> - Estado dos aglomerados de pigmentos durante o processo de fabricação de tintas látex.....	44

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1</b> - Exemplos de resinas e grupos funcionais que formam seus monômeros.....	13
<b>Tabela 2</b> - Resumo das formulações testadas.....	28
<b>Tabela 3</b> - Viscosidade das tintas testadas.....	34
<b>Tabela 4</b> - Valores de pH para os testes realizados.....	35
<b>Tabela 5</b> - Valores de massa específica para os testes realizados.....	37
<b>Tabela 6</b> - Comparação entre a média dos valores de $\Delta E$ para as amostras 1 e 2...	43
<b>Tabela 7</b> - Comparação entre a média dos valores de $\Delta E$ para as amostras 3 e 4..	45
<b>Tabela 8</b> - Comparação entre a média dos valores de $\Delta E$ para as amostras 5 e 6...	46

## SUMÁRIO

<b>1 JUSTIFICATIVA</b>	<b>9</b>
<b>2 APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO</b>	<b>10</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Breve história das tintas</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Definição de tinta</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Composição geral das tintas</b>	<b>12</b>
<b>3.3.1 Resinas</b>	<b>12</b>
<b>3.3.2 Pigmentos</b>	<b>14</b>
<b>3.3.3 Aditivos</b>	<b>15</b>
<b>3.3.3.1 Aditivos de cinética</b>	<b>16</b>
<b>3.3.3.2 Aditivos de reologia</b>	<b>16</b>
<b>3.3.3.3 Aditivos de processo</b>	<b>17</b>
<b>3.3.3.4 Aditivos de preservação</b>	<b>18</b>
<b>3.3.4 Solventes</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Tintas látex</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Processo de fabricação de tintas à base de água</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Controle de qualidade em tintas látex</b>	<b>21</b>
<b>3.6.1 Viscosidade</b>	<b>22</b>
<b>3.6.2 pH</b>	<b>23</b>
<b>3.6.3 Massa específica</b>	<b>23</b>
<b>4 OBJETIVOS</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Objetivos gerais</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Objetivos específicos</b>	<b>25</b>
<b>5 METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
<b>5.1 Materiais e reagentes</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Equipamentos</b>	<b>26</b>
<b>5.3 Controle de qualidade</b>	<b>26</b>
<b>5.4 Participação em testes de compatibilidade</b>	<b>28</b>
<b>5.5 Segurança no laboratório e tratamento de resíduos</b>	<b>29</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>30</b>
<b>6.1 Controle de qualidade</b>	<b>30</b>
<b>6.1.1 Viscosidade</b>	<b>32</b>
<b>6.1.2 Medição do pH</b>	<b>35</b>
<b>6.1.3 Massa específica</b>	<b>36</b>
<b>6.2 Testes de Compatibilidade</b>	<b>38</b>
<b>6.2.1 Comparação dos resultados de <math>\Delta E</math> entre as amostras</b>	<b>42</b>
<b>7 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS</b>	<b>47</b>
<b>8 CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>52</b>

## 1 JUSTIFICATIVA

O estágio supervisionado é uma etapa muito importante no curso de graduação em química tecnológica, pois insere o estudante no mercado de trabalho, possibilitando a aplicação dos conhecimentos adquiridos durante os estudos de uma forma prática e crítica. A realização do relatório final, trabalho obrigatório para adquirir o título de químico, contribui para a divulgação e interesse das empresas em investir em um profissional qualificado.

A Tintas Revestir é uma empresa com 25 anos de mercado, atuando em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. A produção se especializa no ramo das tintas imobiliárias, fabricando também texturas, complementos e especialidades. A empresa possui dois laboratórios, o de tintometria e o de físico-química, onde foi realizado o estágio.

O contato dos estudantes com o ramo das tintas é breve durante a graduação, sendo um assunto raramente levantado. Trabalhar neste tipo de indústria requer muito estudo e compreensão do ponto de vista químico devido à complexidade dos sistemas estudados.

As atividades exercidas durante o estágio foram relacionadas ao controle de qualidade, questão muito importante e valorizada em laboratórios. Este controle foi realizado na checagem de fatores como temperatura, aferição e calibração dos instrumentos utilizados, assim como na revisão de procedimentos operacionais padrão (POPs) de acordo com as normatizações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Também foram realizados principalmente ensaios nos produtos produzidos, com determinação de pH, viscosidade, massa específica, cobertura úmida e seca, cor e secagem, por exemplo.

Outra função atribuída foi a testagem de insumos para certificação de compra, operação realizada na substituição de componentes nas formulações e/ou alteração nos lotes dos produtos, envolvendo diversas análises de acordo com o tipo de insumo. Dentro da experiência, ainda foi possível participar de testes de compatibilidade na tentativa de solucionar problemas de floculação aparentes em um tipo de tinta látex, sendo o assunto principal deste relatório. Por fim, foi designado o cuidado da estação de tratamento de efluentes (ETE), garantindo o controle de parâmetros como pH e cloro residual livre, por exemplo.

## 2 APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

A Tintas Revestir é uma fábrica de tintas fundada no início do ano 2000 em Florianópolis, sendo transferida em 2001 para o município vizinho, Palhoça. A empresa cresceu, adquirindo um parque fabril próprio, demonstrado pela Figura 1, onde está estabelecido até hoje. A empresa iniciou no ramo produzindo texturas e complementos, possuindo atualmente o portfólio completo de produtos de linha imobiliária e especialidades, principalmente em tintas protetivas para fachadas, atendendo o litoral de Santa Catarina e o Sul do Rio Grande do Sul.

**Figura 1** - Fachada da empresa Tintas Revestir.



Fonte: Fotografada pela autora (2025).<sup>1</sup>

A empresa conta com 20 funcionários distribuídos em diversos setores como contabilidade, administração, pesagem, separação, transporte de produtos, abastecimento das máquinas, tintometria, análise, controle de qualidade e desenvolvimento de produtos, envase, armazenamento e expedição, como demonstrado pelo fluxograma presente no Anexo I. As instalações incluem diferentes setores para cada uma das atividades acima e dois laboratórios: de tintometria e o de físico-química, onde o estágio foi desenvolvido.

O ambiente conta com todos os equipamentos e vidrarias necessários para as análises, incluindo equipamentos simples como balanças semi-analíticas, dispersor, viscosímetros e pHmetro; assim como equipamentos específicos, como espectrofotômetro modelo Delta Vista™. O laboratório de físico-química tem como objetivo manter o padrão dos produtos antes do envase e da entrega ao cliente, testar os novos lotes de insumos e analisar substituições destes nas fórmulas dos produtos em relação ao preço e melhor desempenho.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Breve história das tintas

As primeiras evidências do uso de tintas são datadas da pré-história, comprovadas através das pinturas rupestres encontradas em cavernas, onde os indivíduos geralmente descreviam seus hábitos como a caça, pesca, guerra e relações entre si. O material tem composição exata de difícil definição, porém alguns compostos podem ser citados: a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) de cor vermelha, a goethita [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ] de cor amarela e a caulinita [ $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ] de cor branca; muitas vezes a mistura desses materiais era feita, obtendo-se cores intermediárias.<sup>2</sup> O veículo utilizado é de difícil estudo, mas acredita-se que vinha das seivas e resinas de árvores, assim como de ceras, óleos e gordura animal.<sup>3</sup>

As tintas sofreram modificações conforme o desenvolvimento das antigas civilizações, os egípcios e os chineses por exemplo, eram centrados nas artes decorativas, como pinturas em paredes, templos, palácios, sarcófagos e em papiros. Essas grandes civilizações foram as principais responsáveis pelo surgimento e interesse nos pigmentos; tanto orgânicos, vindos de plantas, como sintéticos, onde pode-se citar o Azul do Egito sendo composto de óxido de cálcio, alumina, sílica, soda e óxidos de cobre; e o Azul de Han, com composição parecida, acrescentando-se os sais de Bário.<sup>3</sup>

No Renascimento, o interesse principal era no uso de óleos vegetais para a produção de vernizes e tintas, obtendo-se certas vantagens, como a estabilidade química em mudanças de umidade. A partir da revolução industrial no Século XIX, o uso de resinas a base de copal e âmbar foi sendo incorporado na fabricação de tintas e as primeiras fábricas de vernizes foram estabelecidas em diversos países, onde a formulação era considerada sigilosa e passada de geração a geração.<sup>3,4</sup>

A partir da revolução industrial e com o início do século XX, os insumos fósseis de carbono, como carvão mineral, petróleo e gás natural foram cada vez mais utilizados, impulsionados pelo baixo preço. Este fator resultou em novos materiais com propriedades superiores, onde o desenvolvimento acompanhou o avanço da tecnologia com a inserção de estudos nas áreas da química, física e engenharia na produção de tintas, resultando no surgimento de normas que as

definem e padronizam, garantindo a qualidade da grande indústria presente atualmente.<sup>3</sup>

### **3.2 Definição de tinta**

Segundo definido pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) uma tinta é uma composição química formada por uma dispersão de pigmentos em uma solução ou emulsão de um ou mais polímeros que, ao ser aplicada na forma de uma película fina sobre uma superfície, adere a ela, transformando-se em um revestimento, com a finalidade de proteger, colorir e embelezar a superfície.<sup>5</sup>

Portanto, o órgão que fiscaliza e estabelece os parâmetros necessários para que uma composição seja considerada uma tinta é a ABNT. A organização dispõe de centenas de documentos relacionados à fabricação dos materiais que abrange desde a classificação de acordo com a função das tintas, vernizes, texturas, complementos, etc; até os requisitos pré-estabelecidos para a classificação correta do material.

A empresa Tintas Revestir segue as recomendações da ABNT para ensaios físico-químicos tanto nos materiais produzidos, como nas análises dos insumos que podem ser estudados e substituídos nas fórmulas de cada produto.

### **3.3 Composição geral das tintas**

A tinta é uma preparação, havendo uma mistura de vários insumos na sua produção, por isso, a combinação dos elementos sólidos e voláteis define as propriedades de resistência e de aspecto, assim como o tipo de aplicação e custo do produto final. Portanto, uma tinta é constituída de dezenas de compostos, onde estes podem ser separados em quatro principais partes: as resinas, os pigmentos, os aditivos e os solventes.<sup>6</sup>

#### **3.3.1 Resinas**

Apesar da história já conhecer materiais poliméricos vindos de fonte natural como piche, leite, ovo, goma e ceras na composição de tintas; além do desenvolvimento destas e de vernizes pelos chineses nos séculos XII e XIII, foi a

partir do início do século XX que ocorreu a difusão tecnológica para as tintas, permitindo a associação de matérias-primas de origem vegetal e carboquímicos, o que levou ao interesse em novos materiais poliméricos.<sup>4</sup>

O polímero sintético produzido por Leo Baekeland em 1912 a partir da reação entre fenol e formaldeído, gerando a resina fenólica conhecida como baquelite, constituiu o primeiro exemplo de material realmente importante na indústria de tintas. Hoje, a diversidade de aplicação de materiais poliméricos neste ramo é grande, onde a resina é a principal responsável pela formação do filme de uma tinta e pela maioria das características físicas e químicas, determinando brilho, secagem, durabilidade, dureza, resistência, flexibilidade e aderência por exemplo.<sup>4,6</sup>

Há uma grande diversidade de tipos de resina, onde estas são classificadas pelos seus monômeros, uma molécula única que pode sofrer polimerização para a formação de uma macromolécula. A Tabela 1 apresenta exemplos de resinas e como elas são classificadas a partir dos grupos funcionais que formam os seus monômeros.<sup>4</sup>

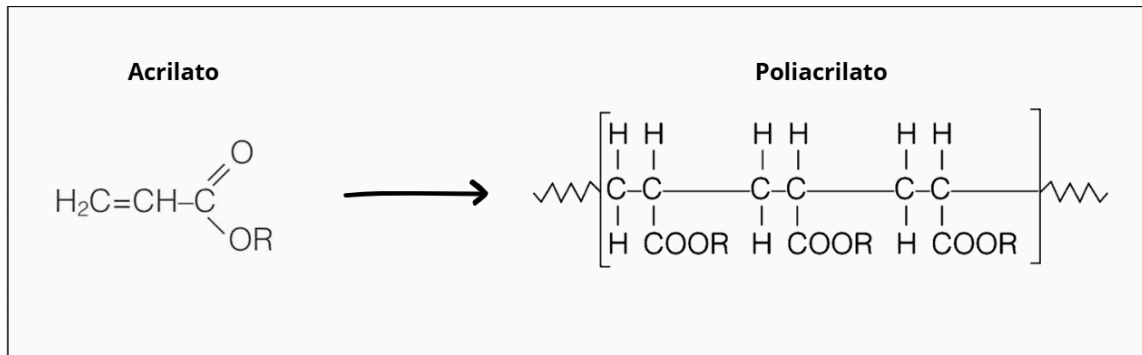
**Tabela 1** - Exemplos de resinas e grupos funcionais que formam seus monômeros.

<b>Tipo de Resina</b>	<b>Grupos funcionais</b>
Acrílicas	Acrilatos, metacrilatos
Epóxi	Grupos epóxi, aminas, ácidos carboxílicos
Fenólicas	Fenóis e aldeídos
Alquídicas	Ácidos graxos, polióis e poliácidos
Poliésteres	Poliácidos e polióis
Vinílicas	Acetato e cloreto de vinila, acrilatos

Fonte: Adaptado de Vaz<sup>7</sup> (2025).

Geralmente utiliza-se mais de um tipo de resina na formulação de uma tinta, a fim de se atingir as características desejadas pelo fabricante, como elasticidade e resistência, por exemplo. As resinas acrílicas são geralmente as mais empregadas na fabricação de tintas látex, por conta do desempenho superior, sendo compostas por cadeias poliméricas denominadas poliacrilatos, como demonstrado pela Figura 2.<sup>4</sup>

**Figura 2** - Estrutura do monômero e polímero geral presente em resinas acrílicas.



Fonte: Adaptado de Fazenda, *et al* (2025).<sup>4</sup>

### 3.3.2 Pigmentos

Os pigmentos podem ser divididos em duas categorias de acordo com a origem: inorgânicos, divididos entre verdadeiros e cargas, e orgânicos. Em geral, o pigmento inorgânico mais utilizado na fabricação de tintas é o dióxido de titânio, sendo classificado como pigmento verdadeiro. Existem também os pigmentos coloridos como óxidos de ferro, cromatos de chumbo e zinco, no entanto, como a base da tinta é feita na coloração branca antes da adição de cor, os pigmentos de dióxido de titânio são realmente os mais utilizados.<sup>4</sup>

O dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) é um sólido cristalino, incolor, estável, anfótero e polimorfo, apresentando três formas cristalinas fundamentais: rutilo tetragonal, prisma tetragonal (anatase) e bruquita ortorrômbica. Os cristais de rutilo apresentam uma estrutura mais compacta do que a forma anatase, o que proporciona uma diferença em relação ao índice de refração, maior estabilidade e alta densidade. Por este motivo, a utilização do dióxido de titânio rutilo é maior na indústria de tintas, elevando a opacidade, branqueamento e a estabilidade do produto final. A forma anatase é utilizada em aplicações específicas, pois age como branqueador óptico.<sup>4</sup>

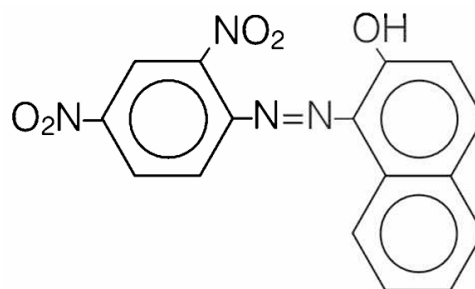
Dentro dos pigmentos inorgânicos ainda existe a classificação de cargas ou *extenders*, estes são definidos como aditivos minerais, naturais ou sintéticos, que antigamente tinham função de baratear o custo das matérias-primas da fabricação de tintas. Atualmente, com o avanço da tecnologia, as cargas têm funções variadas além de diluente do dióxido de titânio, como ajuste de cor e brilho, melhoria na opacidade, limpeza, dureza do filme, resistência ao impacto, dentre outros. Alguns exemplos de *extenders* são minérios como o carbonato de cálcio precipitado (CCP),

agalmatolito, dolomita, caulim e sílica; onde cada um tem sua importância na formulação.<sup>4</sup>

Já os pigmentos orgânicos têm maior poder de tingimento em relação aos inorgânicos e podem ser definidos como substâncias orgânicas corantes insolúveis no meio em que estão sendo utilizadas, não possuindo características ou funções anticorrosivas, apresentando-se como pequenos cristais. Todos os pigmentos orgânicos apresentam grupos cromóforos responsáveis pela absorção da luz UV ou visível, e conseqüentemente pela cor apresentada, e grupamentos auxocromos, sendo classificados como substituintes que quando ligados aos grupos cromóforos, alteram o comprimento de onda máximo ( $\lambda_{máx}$ ) e a intensidade de absorção de radiação da molécula.<sup>4,8</sup>

Os pigmentos geralmente se apresentam como dispersões líquidas, podendo conter umectantes e dispersantes utilizados na estabilização da suspensão do pigmento, o que facilita a fabricação das tintas. A quantidade de pigmentos orgânicos é extensa, tornando a classificação difícil, sendo assim, esta é feita baseada nas estruturas genéricas e propriedades químicas. Um exemplo de pigmento utilizado é o composto 1-((2,4-dinitrofenil)azo)-2-naftalenol, mais conhecido como laranja de dinitroanilina, demonstrado pela Figura 3, que pode ser classificado como monoazóico, devido à presença do grupo azóico (R-N=N-R1).

**Figura 3** - Estrutura química do pigmento laranja de dinitroanilina.



Fonte: Fazenda, *et al* (2009).<sup>4</sup>

### 3.3.3 Aditivos

Os aditivos englobam uma grande variedade de componentes geralmente empregados em baixa concentração com funções específicas na formulação de tintas e revestimentos, sendo que a adição destes raramente excede 5% do total da

fórmula desenvolvida.<sup>6</sup> Os aditivos podem ser classificados segundo *Fazenda et al*<sup>4</sup> em quatro principais grupos: aditivos de cinética, reologia, processo e preservação, sendo que dentro dessas categorias há subdivisões conforme as funções específicas.

### **3.3.3.1 Aditivos de cinética**

Aditivos de cinética incluem secantes, catalisadores e antipeles. Os secantes têm como principal objetivos promover ou acelerar a secagem, cura ou endurecimento de resinas à base de óleos, sendo que os tipos de secantes mais utilizados são soluções de sais metálicos de ácidos monocarboxílicos em hidrocarbonetos, empregando metais como cobalto, manganês e chumbo, por exemplo.<sup>4</sup>

Já os catalisadores aumentam as velocidades de reação, geralmente em uma catálise homogênea, que é o sistema utilizado na fabricação de tintas a base de solventes, e costumam ter a quantidade calculada em relação à resina utilizada, especificamente para este tipo de sistema. Por fim, aditivos antipeles são antioxidantes voláteis e funcionam como um retardante da formação da película da tinta, geralmente formada quando o recipiente é deixado aberto.<sup>4</sup>

### **3.3.3.2 Aditivos de reologia**

Primeiramente, antes de descrever estes aditivos, se torna necessário definir este termo, portanto, reologia é a ciência que descreve a deformação e o fluxo dos materiais. A reologia é avaliada pela reometria, que mede as funções reológicas de algo, onde é feita a aplicação de uma taxa de deformação simples, medindo-se então as tensões transmitidas pelo material em resposta à essa deformação aplicada.<sup>9</sup> A reologia de uma tinta pode ser descrita pela sua viscosidade e da dependência desta em relação ao tempo e taxa de cisalhamento, por exemplo.<sup>10</sup>

Os aditivos de reologia têm o objetivo de fornecer à tinta as suas características de fluidez, podendo ser classificados em dois tipos: os silicatos organicamente modificados e os compostos orgânicos especiais. Nos silicatos geralmente há a formação de um gel onde o aditivo deve ser primeiramente umectado nos solventes e nas resinas sob a aplicação de forças de cisalhamento,

em seguida, a inserção de um ativador polar é feito para que o fenômeno da gelificação aconteça, permitindo que a tinta mantenha seus parâmetros reológicos estáveis.<sup>4</sup>

Já nos compostos orgânicos, o aditivo ao ser adicionado ao sistema se aglomera com o solvente e a resina, onde a dissociação é feita com a aplicação de uma força de cisalhamento e do calor, incorporando o material no produto final e o mantendo reologicamente ativado.<sup>4</sup>

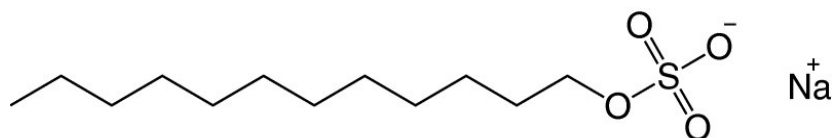
### 3.3.3.3 Aditivos de processo

Dentro dos aditivos de processo, é possível citar-se os surfactantes, umectantes e dispersantes, e antiespumantes.

Os surfactantes ou tensoativos são moléculas anfifílicas, ou seja, são formadas por uma parte apolar denominada cauda, com cadeia carbônica longa e outra parte polar, denominada cabeça, onde a carga classifica a molécula. Quando em solução, essas moléculas formam monocamadas orientadas gerando o fenômeno da tensão superficial.<sup>11</sup>

O surfactante auxilia na dispersão, emulsificação e na umectação do pigmento, além de influenciar em fatores como cor, nivelamento, lavabilidade e estabilidade; podendo aumentar ou diminuir a viscosidade de uma tinta, por isso, este deve ser cuidadosamente escolhido, levando-se em consideração suas propriedades e levemente adicionado para que não cause efeitos adversos. Um exemplo muito utilizado na indústria de tintas é o lauril éter sulfato de sódio, demonstrado pela Figura 4.<sup>4</sup>

**Figura 4** - Estrutura molecular do surfactante lauril éter sulfato de sódio.



Fonte: Laboratoriumdiscounter (2025).<sup>12</sup>

Umectantes e dispersantes são materiais de baixa massa molecular com uma estrutura típica de surfactante, aplicados para reduzir a tensão superficial entre a superfície do pigmento e da solução utilizada no processo de fabricação de tintas.

Estes aditivos garantem a homogeneidade do produto final e a distribuição uniforme na aplicação, evitando floculação, perda de brilho, mudança de cor, flotação e sedimentação, por exemplo.<sup>4,10</sup>

Por fim, um dos fatores que causam problemas na fabricação, aplicação e enlatamento de tintas são as bolhas que formam a espuma. O aparecimento deste fenômeno superficial ocorre naturalmente no próprio processo de fabricação da tinta, devido à agitação, desestabilização da fórmula e pelo fato da tinta ser uma dispersão em si. Por este motivo os antiespumantes, líquidos de baixa tensão superficial, são aplicados como aditivos desaerantes, aumentando a velocidade de expulsão das bolhas através da junção de bolhas menores em uma grande bolha.<sup>4,11</sup>

#### **3.3.3.4 Aditivos de preservação**

Estes aditivos são relacionados à prevenção de contaminações biológicas ocasionadas por microrganismos como fungos, bactérias e algas, que se proliferam impulsionados pela presença de compostos orgânicos (nutrientes) e pelo ambiente propício, como pH ótimo ao crescimento, assim como a ação da luz solar, oxigênio, temperatura e da água, tanto na tinta úmida quanto no filme seco.<sup>4</sup>

Por esse motivo, os fabricantes de tintas, para manter a funcionalidade e preservação do produto desenvolvido antes e depois da aplicação, adicionam biocidas às formulações. Estes biocidas podem ser específicos para cada classe de organismo e divididos em algicidas, bactericidas e fungicidas. Apesar de muito utilizados, esses produtos têm potencial toxicidade e devem ser adicionados em baixas concentrações.<sup>4</sup>

#### **3.3.4 Solventes**

Na indústria de tintas, os solventes são utilizados para dissolver a resina e manter os diversos componentes já citados em homogeneidade, proporcionando a viscosidade, dispersão, nivelamento, evaporação, aparência do filme e propriedades do mesmo, definindo a superfície mais adequada para a aplicação da tinta, por exemplo. Nas tintas a base de água, o solvente principal utilizado é a água, podendo haver a mistura de uma menor quantidade de solvente orgânico, ajudando na

secagem. Nas tintas a base solvente, os compostos geralmente utilizados se encontram classificados entre hidrocarbonetos, oxigenados, clorados e outros.<sup>4</sup>

As tintas à base de água, possuem uma grande vantagem frente à preocupação com o meio ambiente e com o impacto ambiental na fabricação desses produtos. Esse interesse tem crescido nos últimos anos e impulsiona o desenvolvimento de novas fórmulas, reduzindo significativamente a liberação de compostos orgânicos voláteis (VOC) na natureza. No entanto, como a água é um dos componentes em maior quantidade nas tintas, esta gera uma grande desvantagem, já que aumenta a proliferação de microrganismos, levando à adição dos biocidas.<sup>13</sup>

### 3.4 Tintas látex

O termo 'látex' deriva do aspecto das emulsões utilizadas no processo de fabricação de tintas à base de água que se assemelha ao látex da seringueira. Como já descrito anteriormente, uma tinta é composta de diversos componentes, contudo, as resinas são responsáveis pela sua classificação, proporcionando diferentes acabamentos, propriedades e indicações de uso. Essa diversidade atribuída às tintas látex, além da facilidade de aplicação e manuseio, impulsionam a disseminação do uso das mesmas no ramo imobiliário, recebendo diversas classificações de acordo com ABNT.<sup>14</sup>

A ABNT classifica as tintas látex de acordo com o acabamento e função, especificando os parâmetros necessários para o estabelecimento das tintas. Primeiramente, o acabamento é definido pelo brilho, podendo ser fosco, semiacetinado, acetinado e semibrilho. O desempenho é definido pelas classificações econômica, utilizada apenas para ambiente interior, pois tem menor nível de desempenho, *standard*, *premium* e *super premium*, condizente à tintas com performance máxima.<sup>14,15</sup>

A norma brasileira ABNT NBR 11702 de 2021 define as especificações que dizem respeito às análises feitas do produto final relacionado para algumas cores, como poder de cobertura seca e úmida e rendimento acabado; e para todas as cores produzidas de cada tipo de tinta látex, como resistência à abrasão úmida, teor de compostos orgânicos voláteis (VOC), resistência ao crescimento de fungos e brilho. A conformidade de tintas fabricadas garante o desempenho, segurança e

durabilidade do produto final, afetando diretamente a qualidade esperada. Portanto, a irregularidade pode gerar prejuízos financeiros e implicações legais tanto para quem compra, quanto para quem produz.<sup>16</sup>

### 3.5 Processo de fabricação de tintas à base de água

A indústria de tintas funciona com base na produção de lotes, facilitando o ajuste de coloração e das propriedades finais da tinta, ou seja, produz-se a base branca primeiramente, onde logo em seguida as propriedades desta são observadas e corrigidas para depois se adicionar a coloração desejada pelo cliente.<sup>6</sup>

O processo de fabricação de uma tinta à base de água, no qual se inserem as tintas designadas para construção civil, é composto de etapas, onde primeiramente predominam as operações físicas como moagem e dispersão. As conversões químicas acontecem na produção das matérias-primas utilizadas na tinta, assim como na secagem do filme após a aplicação. No entanto, a ordem de adição e os componentes mudam de um fabricante para o outro, assim como pode ocorrer a inversão de etapas.<sup>4,6</sup>

No início do processo, ocorre a etapa de pré-mistura e dispersão, onde são adicionados a água, aditivos, pigmentos e cargas. Geralmente a adição dos pigmentos (dióxido de titânio) e cargas ocorre após a dispersão prévia dos componentes líquidos, para facilitar a homogeneidade destes em um sistema mais estável. A dispersão pode ser feita em diversos tipos de equipamentos, principalmente o agitador do tipo turbina, formado por um disco, como o demonstrado pela Figura 5.<sup>4,6</sup>

**Figura 5** - Exemplo de agitador utilizado na fabricação de tintas látex.

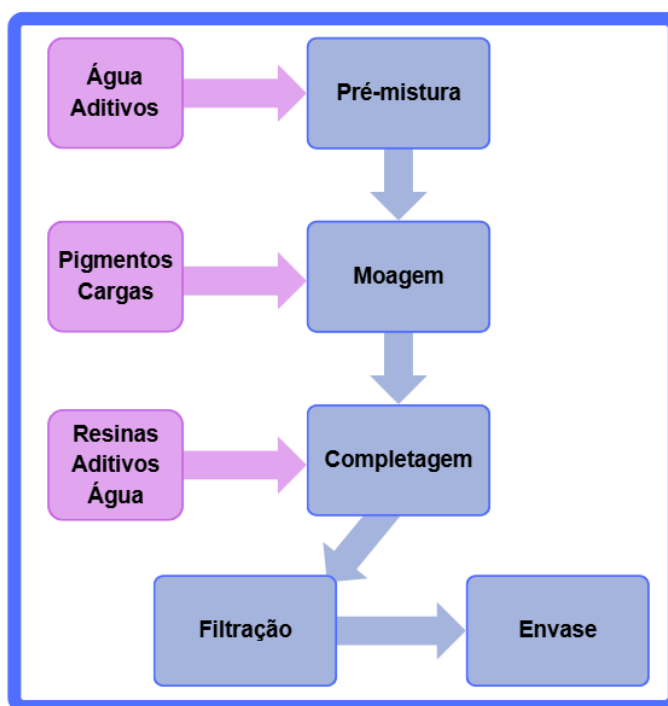


Fonte: Forte Industrial (2025).<sup>17</sup>

Em seguida, ocorre a etapa de completagem, responsável pelas condições ótimas de aplicação, onde pode ocorrer erros de adição que resultam em problemas com a viscosidade e precipitação da resina. Logo, são adicionados sob média a alta agitação, a resina, a outra parte dos aditivos e água. Esses aditivos geralmente são alcalinizantes, emulsificantes, espessantes, coalescentes e biocidas, fornecendo as características da tinta que podem ser ajustadas diretamente, por observação, e em laboratório, após uma pequena amostragem.

A terceira etapa é a filtração, feita caso haja a presença de materiais de partículas grandes que comprometam o produto final. Por fim, o envase é feito em embalagens novas e limpas. O fluxograma descrito pela Figura 6 resume as principais etapas da fabricação de uma tinta à base de água.<sup>4,6</sup>

**Figura 6** - Fluxograma geral de fabricação de tintas à base de água.



Fonte: Adaptado de CETESB (2006).<sup>6</sup>

### 3.6 Controle de qualidade em tintas látex

Quando a fórmula de uma tinta é estudada e a sua fabricação é feita, o próximo passo é realizar a sua caracterização e neste quesito, o laboratório de físico-química

se torna extremamente importante na indústria para avaliar e controlar os produtos fabricados e liberá-los para a venda. As análises geralmente feitas são simples e podem ser divididas entre ensaios na tinta líquida e ensaios em película da tinta seca. Ensaios na tinta líquida envolvem diversas análises, onde as principais são pH, massa específica, viscosidade e cobertura úmida e seca. Já os ensaios na tinta seca, ou seja, na película, são abrasão, brilho e cor, por exemplo.<sup>4</sup>

### **3.6.1 Viscosidade**

A reologia é o ramo da ciência que estuda e descreve a deformação de um corpo na influência de tensões aplicadas, sendo fundamental na previsão e caracterização do desempenho das tintas. Através da reologia é possível prever fatores relacionados à aplicação e manutenção das propriedades do produto ao longo do tempo, sendo essencial para definir um padrão de qualidade.<sup>18</sup>

A reologia determina o sucesso dos produtos, pois a fluidez é um requerimento de todas as tintas, sendo estas iniciadas como um líquido volumoso, formando ao final do processo uma camada sólida fina e uniforme. Alguns aspectos que relacionam a reologia com a performance de uma tinta são a fluidez, resistência ao escorrimento, nivelamento, ausência de falhas no filme (como gotejamento), facilidade na aplicação com o pincel e cobertura, por exemplo.<sup>18</sup>

Dentro desse ramo ainda, a tinta pode ser definida como um fluido viscoelástico, pois apresenta características elásticas, como resistência à deformação e recuperação do formato quando a força aplicada é retirada; e aspectos de viscosidade, o que faz com que o material dependa do tempo, sendo definida como a propriedade física que um fluido tem ao resistir ao fluxo induzido pelo cisalhamento. As tintas ainda apresentam comportamento pseudoplástico, onde há a diminuição aparente de viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento e caráter tixotrópico, definindo a capacidade do material de ter a viscosidade modificada com a aplicação de diferentes taxas de cisalhamento ao longo do tempo.<sup>19</sup>

No ramo das tintas, há três principais viscosímetros utilizados, o viscosímetro rotacional do tipo Brookfield, o viscosímetro rotacional do tipo Krebs-Stormer e o viscosímetro copo Ford. Os viscosímetros rotacionais medem a resistência do fluido ao movimento do spindle (haste giratória), já o copo Ford mede

a viscosidade cinemática, onde a gravidade age como a força motriz utilizando a densidade do fluido analisado.<sup>20</sup>

O viscosímetro rotacional do tipo Krebs-Stormer é geralmente o mais utilizado na determinação da viscosidade de tintas, onde os resultados podem ser expressos em KU (*Krebs Units*) e em mPa.s (milipascal por segundo). A ABNT não define uma faixa de viscosidade que uma tinta deve ter, cabendo ao fabricante determiná-la com base na satisfação dos clientes e preferência na produção. Portanto, a única exigência é que a tinta apresente suas características de elasticidade, tixotropia e viscoelasticidade, garantindo sua aplicação e o cumprimento de sua função.<sup>18</sup>

### **3.6.2 pH**

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma forma de representar a atividade de íons H<sup>+</sup> em uma solução aquosa, podendo ser calculado de modo mais simples pela relação  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ , o que tornou possível o surgimento da escala de pH de ácido para básico. Através da escala, este parâmetro pode ser medido por eletrodo de membrana de vidro, mais comumente utilizado devido a sua estabilidade, seletividade e limite de detecção em frente aos outros métodos.<sup>21,22</sup>

O pH de uma tinta é um parâmetro muito importante para garantir as características desejadas, principalmente a respeito da sua viscosidade e controle de microorganismos, pois a ação de alguns tipos de modificadores reológicos e dos biocidas requer uma faixa de pH específica. Por esse motivo, o pH de uma tinta látex geralmente se encontra entre 8,5 e 10,0, sendo uma análise muito importante no controle de qualidade do produto acabado. Se a acidez for elevada, o processo de desestabilização pode estar ocorrendo provocada principalmente pelas resinas utilizadas, causando a separação de fases e consequente proliferação de microorganismos, apresentando consequências como baixa aderência, baixo brilho e baixa qualidade de cor, por exemplo.<sup>23</sup>

### **3.6.3 Massa específica**

A massa específica pode ser definida como o valor da massa de um material dividido pelo seu volume e na indústria das tintas é um fator importante para o

controle de qualidade, pois é através desta característica que se calcula o teor de sólidos por volume, sendo também utilizada na conversão do volume em massa, ideal para a comercialização dos produtos, tanto em litros, quanto em galões, onde um erro de medição pode causar prejuízos econômicos na fabricação destes produtos.<sup>4,24</sup>

A massa específica pode ser medida de diversas formas, sendo a picnometria a mais utilizada na indústria de tintas por sua simplicidade e rapidez. A norma ABNT NBR 15382, define e estabelece como deve ser feita a determinação da massa específica para tintas destinadas à construção civil, onde a análise se baseia no volume do próprio picnômetro calibrado com água e depois preenchido com a amostra, com resultados expressos em  $\text{g/cm}^3$ .<sup>25</sup>

A ABNT não define a faixa de massa específica para tintas, mas utiliza deste valor para cálculo do rendimento teórico, o que afeta diretamente na cobertura seca e na aplicação da tinta. O limite dos valores de massa específica deve ser definido pelos fabricantes de tintas, variando de acordo com a adição de cada um dos componentes.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivos gerais**

O objetivo geral relacionado ao estágio é aplicar os conhecimentos adquiridos durante a graduação em âmbito industrial, avaliando-se a química envolvida nos processos de análise que uma tinta passa na sua fabricação e controle de qualidade até chegar ao consumidor.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Determinar a viscosidade de tintas do tipo látex;
- Determinar a massa específica de tintas;
- Determinar o pH de tintas do tipo látex;
- Realizar o controle de qualidade de tintas acabadas;
- Realizar ensaios de viscosidade, massa específica e cor de acordo com as recomendações da ABNT;
- Participar de testes de compatibilidade de formulação em tintas;
- Vivenciar as boas práticas de laboratório;
- Registrar os resultados de maneira compreensível e rastreável.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 Materiais e reagentes

Os principais reagentes utilizados foram água destilada comprada da empresa Quimidrol e etanol para a limpeza de bancadas, placas e cartelas utilizadas nos testes em tinta seca. Além disso, soluções de KCl 3,0 M e de pepsina fabricadas pela Êxodo Química foram utilizadas no armazenamento e limpeza do eletrodo, respectivamente. Na fabricação de tintas, foram utilizados diversos aditivos como tensoativos, modificadores reológicos, biocidas, umectantes, dispersantes, etc; além das cargas, resinas, solventes e pigmentos. A formulação específica e a composição de cada um dos componentes não podem ser detalhadas devido ao sigilo acordado com a empresa.

### 5.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados consistiram em balanças semi-analíticas modelos Gehaka BG 1000 e BEL Engineering S com precisão de 0,01 g; béqueres de plástico e de vidro de diversos tamanhos, termômetros, cronômetros, espátulas, colheres e bastões de vidro, estufas calibradas nas temperaturas de 40 °C - 50°C e 105 ± 5 °C, dispersor equipado com motor de indução trifásico de alto rendimento modelo V80B4 fabricado pela empresa Voges; pHmetro portátil modelo mpH-P da empresa Metrológica, picnômetro com tampa fabricado em bronze, viscosímetro do tipo Krebs-Stormer analógico com acessório estroboscópico fabricado pela empresa TKB Erichsen, cartelas do tipo leneta, extensores de barra e de linha de diferentes espessuras de filme e espectrofotômetro modelo Delta Vista™ fabricado pela empresa Delta Color, equipado com *Software i7*.

### 5.3 Controle de qualidade

O controle foi feito diariamente através de checagens de calibração das balanças semi-analíticas, das temperaturas das estufas e da geladeira utilizadas, assim como da temperatura ambiente e umidade do laboratório. No dia a dia da produção, para manter os resultados apresentáveis e rastreáveis, o laboratório

utiliza de formulários específicos para cada tipo de tinta, onde devem ser preenchidos o lote, gerado pelo sistema, data de fabricação, cor, tipo de base feita (A, B ou C relativa ao teor de dióxido de titânio adicionado), além de instruções de fabricação, dos valores pesados de cada um dos componentes e dos resultados das análises.

Os testes realizados nas amostras de tinta látex foram feitos a partir da produção em laboratório para a massa final de 1 kg em béqueres de plástico de 1 L. Os componentes foram pesados, tiveram suas massas anotadas na ficha cadastrada para cada uma das amostras e foram dispersados no dispersor. Ao fim do processo, as amostras tinham a temperatura ajustada para  $25 \pm 1$  °C e eram transferidas para béqueres de 600 mL, sendo este o recipiente ideal para a realização da determinação de viscosidade, feita em duplicata, através do viscosímetro de Krebs-Stormer.

Em seguida, a determinação do pH era realizada pelo pHmetro equipado com eletrodo de membrana de vidro. O aparelho era sempre calibrado em pH 4,0, 7,0 e 10,0 e lavado com água destilada antes das análises para garantir um resultado mais confiável. O eletrodo era mergulhado na tinta, onde se esperava a estabilização do valor lido pelo aparelho para poder anotar-se na ficha de controle de qualidade. Ao final da análise, a limpeza do eletrodo era feita com água da torneira e destilada, removendo os resíduos aderidos e a solução de KCl 3,0 M era colocada para armazenamento e conservação do mesmo.

O último ensaio realizado era o da massa específica, onde aferia-se o picnômetro de bronze com tampa e furo central com água, calculando o volume do mesmo vazio. Logo após, o instrumento limpo e seco era pesado, a balança zerada e a amostra inserida, observando-se o vazamento de tinta pelo furo central e limpando o resíduo restante, para no fim anotar-se o peso da amostra com o picnômetro e calcular a densidade final da tinta.

Assim que estes três parâmetros eram idealmente atingidos, o restante dos ensaios de caracterização, como resistência, brilho, cor, tempo de secagem e cobertura, alvura, opacidade eram feitos seguindo as recomendações da ABNT.

#### 5.4 Participação em testes de compatibilidade

Os estudos de compatibilidade foram feitos para uma nova formulação de um tipo de tinta látex que estava sendo testada em laboratório. Estes testes envolvem a fabricação e pigmentação de uma tinta em laboratório, onde é feita a caracterização e avaliação da estabilidade da fórmula em relação à separação de seus componentes. Os testes funcionam em três faixas de temperatura, geladeira, estufa ( $50 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e ambiente ( $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

A cada tinta produzida, variava-se um componente a fim de analisar a sua influência, sendo assim, a Tabela 2 demonstra o resumo das formulações dos testes feitos nas amostras de tintas. Além disso, para avaliar a compatibilidade, três diferentes pigmentos pretos denominados A, B e C foram testados nas três faixas de temperatura já apresentadas, onde eram pesados 50 g de tinta e 1 g de pigmento em potes de plástico transparentes com tampa e devidamente identificados. A mistura era feita até atingir-se a homogeneidade aparente de cor, não observando-se aglomerados brancos ou coloridos nas paredes dos recipientes.

**Tabela 2** - Resumo das formulações testadas.

Amostra	Formulação
1	Antisedimentante + umectante 1
2	Antisedimentante + umectante 2
3	Solvente 1
4	Solvente 2
5	Antisedimentante
6	Antisedimentante + coalescente

Fonte: Autoria própria (2025).

Em seguida, os potes eram colocados virados para baixo por 5 minutos cada e inseridos na estufa, geladeira ou colocados na bancada onde permaneceram por 24h. Após este tempo instituído, as paredes dos potes eram observadas visualmente e avaliadas em questão de melhor ou pior separação de componentes em relação a testes anteriormente feitos. Logo depois dessa avaliação, os testes *rub-out* eram

iniciados com o auxílio de uma cartela tipo leneta, onde misturava-se novamente o conteúdo dos potes, depositava-se uma pequena quantidade da tinta pigmentada na cartela e realizava-se a extensão em filme de 300  $\mu\text{m}$  com o extensor de barra.

O testes *rub-out* (do inglês, significando esfregar ou friccionar algo) são descritos pelas instruções dos fabricantes dos pigmentos e de tintas, e foram adaptados ao laboratório no seguinte procedimento: a cada dez minutos contados em cronômetro, realiza-se o movimento circular com o dedo indicador em uma pequena parte do filme resultante da tinta pigmentada, sendo feitas 40 rotações. Este teste foi feito até a secagem completa do filme, onde não há a possibilidade de realizar as rotações sem desfazer o mesmo. Por fim, no espectrofotômetro, a comparação era feita entre a cor do meio do filme e dos círculos feitos após as rotações, onde a diferença não deve passar de 0,5  $\Delta E$  (desdobramento do desvio absoluto de cor).

## **5.5 Segurança no laboratório e tratamento de resíduos**

O laboratório de físico-química da empresa Tintas Revestir fornece todos os equipamentos de proteção individual (EPI) necessários para a segurança do analista. O uso de jaleco, uniforme, máscara, óculos de proteção, protetor auricular, luvas nitrílicas e luvas de borracha se tornou necessário devido ao cuidado na manipulação de compostos em pó e toxicidade de certos componentes utilizados na fabricação das tintas e durante os testes.

Em relação ao tratamento de resíduos, durante a realização do estágio foi introduzido o cuidado da estação de tratamento de resíduos (ETE), responsável por tratar toda a água da empresa, desde a pia do laboratório até a produção das tintas. O sistema funciona com um pré-tratamento feito em uma caixa d'água de 3000 L, utilizando hidróxido de sódio como controle de pH, policloreto de alumínio (PAC) como coagulante e floculante, o polímero aniônico como aglutinante, carvão ativado, brita e cloro. O lodo é sedimentado, reservado e descartado por empresas terceirizadas responsáveis pelo recolhimento de resíduos. Por fim, a água tratada é armazenada em tanques e reutilizada na lavagem dos tachos (tanques misturadores).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Controle de qualidade

O controle de qualidade diz respeito ao atendimento dos requisitos pré-estabelecidos em relação à imparcialidade, confidencialidade, estrutura, recursos, cuidados com os equipamentos e rastreabilidade que um laboratório deve ter para garantir que o produto produzido satisfaça o cliente.<sup>26</sup>

A primeira ação a ser feita no laboratório é a checagem diária de fatores como umidade e temperatura ambiente, das estufas e da geladeira. Esse controle, feito com o preenchimento de fichas identificando o equipamento, dia e valor, fornece confiança durante a realização dos ensaios e ajuda a regular o funcionamento dos equipamentos. Em seguida é feita a aferição das balanças, com o peso padrão de 200 g, e calibração do pHmetro, onde são utilizados três padrões de pH igual a 4,0, 7,0 e 10,0, obtendo-se a sensibilidade (*slope*) mínima de 90%.

Os produtos acabados e insumos para liberação de compra necessitam de aprovação do laboratório para serem envasados e inseridos em novas formulações, respectivamente. Portanto, o controle de qualidade se torna um processo comumente feito e necessita ser registrado. A Figura 7 demonstra um exemplo de ficha de controle de qualidade feita para uma das tintas produzidas no laboratório da empresa.

**Figura 7** - Exemplo de ficha de controle de qualidade de tinta do tipo látex.

CONTROLE DE QUALIDADE			
Análise	Especificado	Resultado antes do ajuste	Resultado final
Temperatura (°C)			
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )			
Viscosidade KU			
Viscosidade mPa.s			
pH			
Cobertura úmida			
Cobertura seca			
Alvura (ISO 2470)			
WI (ASTM E313)			
YI (ASTM E313)			
Opacidade (ISO 2471)			

BRILHO (24h para liberação)		
Análise	Resultado antes do ajuste	Resultado final
Brilho 20°		
Brilho 60°		
Brilho 85°		

Ajuste						
Repetições	Quantidade			Temperatura	pH	
					Antes	Depois
1						
2						
3						
4						

Viscosidade						
	Início	1	2	3	4	Final
Massa						
t1						
t2						
Resultado						

Fonte: Autoria própria (2025).

No início, o produto é levado ao laboratório e analisado sem a adição de outros componentes além dos contidos na fórmula original, ajustado na temperatura ideal ( $25 \pm 1$  °C), o auxílio de um termômetro e analisado. No entanto, dependendo do produto, irregularidades podem aparecer, surgindo a necessidade de correção, por isso há um espaço para ajustes. Além disso, apesar da adição de modificadores reológicos e espessantes ser calculada na formulação, a interação entre os outros componentes do produto pode levar a uma alteração, sendo assim a viscosidade resultante pode não ser a estabelecida pelo fabricante e, por este motivo, o espaço para a análise da viscosidade apresenta mais de uma medida até chegar ao valor desejado.

Por fim, dependendo do tipo de produto fabricado, as informações a serem preenchidas mudam, mas para as tintas látex geralmente é feito o controle de cinco parâmetros principais antes de dar continuidade ao restante das análises: pH, massa específica, viscosidade e cobertura úmida e seca. A partir do momento em que os fatores são determinados e aprovados, outras análises podem ser feitas.

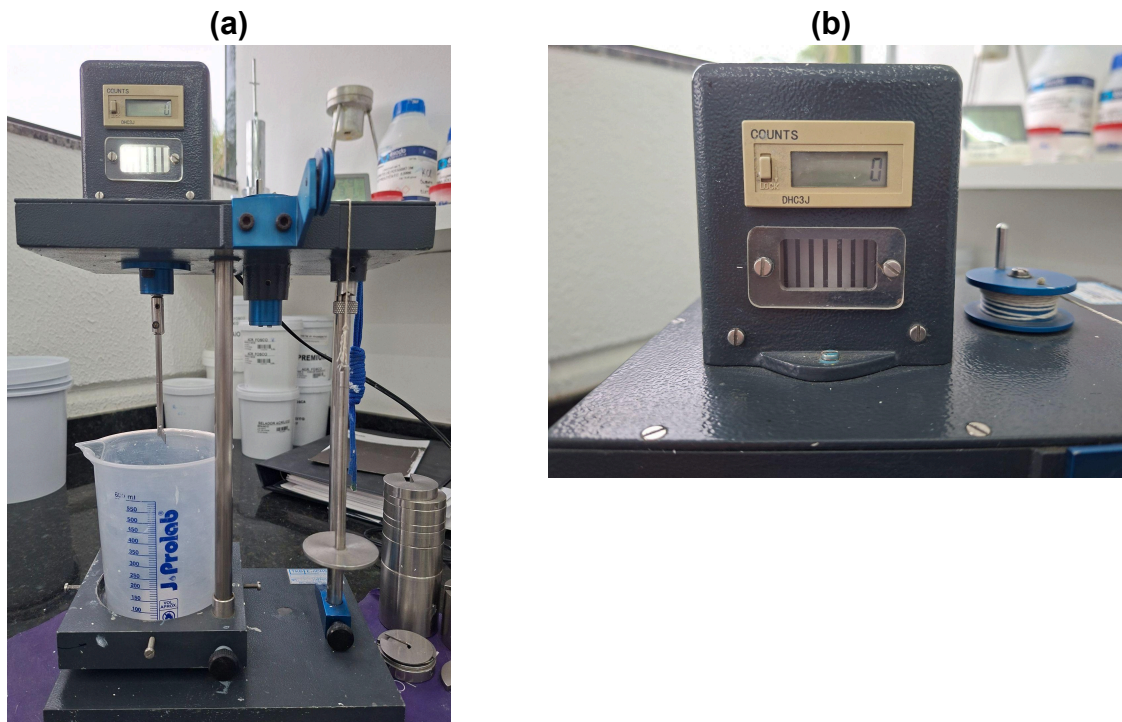
### 6.1.1 Viscosidade

A medição da viscosidade de uma tinta pode ser feita por diversos viscosímetros, no entanto, o utilizado durante todo o estágio foi o viscosímetro do tipo Krebs-Stormer. O equipamento consiste em uma roda acoplada a uma haste, uma plataforma ajustável que suporta diferentes recipientes de amostras, um cordão com comprimento conhecido e que sustenta pesos que variam em valores de massa. Quanto maior é a massa adicionada, mais rapidamente a haste gira, o que significa que a viscosidade é maior para o material analisado.<sup>4</sup>

Os resultados das medições são expressos na unidade de medida KU, do inglês “*Krebs Units*”, criada pelo desenvolvedor do equipamento. Tintas podem ser classificadas como de baixa consistência quando os valores de KU estão abaixo de 100 e de alta consistência quando acima deste valor. A norma ABNT NBR 12105 de 2022 define a determinação da consistência de tintas imobiliárias pelo viscosímetro de Krebs-Stormer.<sup>27,28</sup>

A consistência de uma tinta é definida como a carga necessária para produzir uma frequência rotacional de 200 r/min em um rotor tipo pá. Como o viscosímetro utilizado é do tipo analógico com acessório estroboscópico, como o demonstrado pela Figura 8, há alguns fatores a serem observados. Primeiramente, a amostra deve estar em temperatura ajustada de  $25 \pm 1$  °C e o recipiente deve ter dimensões também específicas.

**Figura 8** - Fotos retiradas do (a) Viscosímetro Krebs-Stormer completo com (b) acessório estroboscópico com contador.



Fonte: Fotografado pela autora (2025).<sup>1</sup>

A massa adicionada deve proporcionar 100 rotações, contadas pelo visor do equipamento, dentro do tempo de 27 s a 33 s, registrado por um cronômetro. Além disso, a medição deve ser feita baseada no padrão das linhas no acessório estroboscópico, devendo ser contínuo e não apresentando falhas de rotação. Ainda de acordo com a norma, as linhas que se movimentam no sentido da rotação do rotor indicam maiores velocidades do que 200 r/min, necessitando da diminuição da massa; e linhas que se movimentam no sentido oposto, levam ao aumento da massa, pois demonstram velocidades menores do que 200 r/min.

A partir dos testes de formulação e compatibilidade realizados, pode-se construir a Tabela 3, onde é demonstrada a viscosidade final das tintas produzidas em laboratório durante o período do estágio.

**Tabela 3 - Viscosidade das tintas testadas.**

<b>Amostra</b>	<b>Viscosidade (KU)</b>
1	110
2	123
3	109
4	109
5	110
6	111

Fonte: Autoria própria (2025).

A ABNT não especifica a faixa de viscosidade para as tintas látex, sendo este um parâmetro geralmente definido pelos fabricantes de acordo com as características desejadas no produto. No entanto, a faixa estabelecida pela empresa foi de 110 - 120 KU.

A variação dos valores se dá por conta da alteração na formulação, onde observa-se que os testes nas amostras 2, 3 e 4 apresentaram valores um pouco distantes da faixa estabelecida. Para a amostra 2, o valor um pouco acima ocorreu por conta da adição em excesso de espessante na etapa de ajuste. Já para as amostras 3 e 4, uma comparação foi feita mantendo-se a mesma viscosidade, a fim de avaliar a adição do coalescente nos testes de compatibilidade.

Por fim, se ocasionalmente na fabricação de tintas em larga escala ocorrer de o produto final estar com a viscosidade alta demais, este é reservado para descarte correto por empresas terceirizadas, pois a comercialização de uma tinta muito viscosa gera a necessidade de maior diluição na aplicação, o que causa perda de cobertura e nas propriedades fornecidas pela resina que formam o filme esperado pelos fabricante e pelos consumidores. Há ainda a possibilidade de reaproveitamento no ajuste de tintas de menor desempenho, mas esta é uma prática pouco realizada.

### 6.1.2 Medição do pH

O pH é analisado logo depois da viscosidade, devido a dependência da mesma com a temperatura, e antes da densidade, para que não ocorram variações caso haja alguma contaminação dentro do picnômetro metálico utilizado, devido ao uso constante na análise de outros componentes das tintas. O cuidado com a limpeza do pHmetro deve ser minucioso devido a capacidade da tinta de aderir à superfície, por isso, logo após a medição, já é realizada a limpeza do eletrodo. Por fim, a Tabela 4 demonstra os valores de pH medidos para as tintas testadas em laboratório.

**Tabela 4** - Valores de pH para os testes realizados.

<b>Amostras</b>	<b>Média do pH</b>
1	9,61
2	9,58
3	9,83
4	9,70
5	9,64
6	10,10

Fonte: Autoria própria (2025).

Observa-se que os valores se encontram dentro da faixa de pH estabelecida (de 9,0 - 10,0) com exceção do teste 6. Quando se adicionam espessantes nas fórmulas de tintas, deve-se levar em consideração o pH deste componente, pois este fator altera o resultado final do parâmetro nas tintas. Ao tentar espessar o produto, utilizando-se certos tipos de espessantes, deve-se equilibrar o pH com o uso de alcalinizantes ou acidificantes e no caso do teste 6, a massa foi adicionada em excesso.<sup>29</sup>

O controle do pH é necessário para assegurar a qualidade da tinta, pois se esta ultrapassar a faixa estabelecida e se tornar muito ácida, há uma desestabilização do sistema, o que pode acarretar diminuição de aderência, baixo brilho, baixa qualidade de cor e aumento na atividade microbiana. Já se o pH for

muito alto, a viscosidade pode ser afetada, gerando instabilidade na formulação, comprometendo a qualidade do filme formado. Como já mencionado, para pH muito ácido, há a possibilidade de ajuste, adicionando-se alcalinizante. Para tintas muito alcalinas, há a possibilidade de descarte e do processo não realizado de reserva, onde pode-se observar o decaimento do pH naturalmente.

### 6.1.3 Massa específica

A norma ABNT NBR 15382 de 2017 determina como deve ser feita a análise da massa específica de uma tinta, utilizando um equipamento simples: o picnômetro metálico. Este picnômetro deve ter a capacidade de 50 cm<sup>3</sup> ou 100 cm<sup>3</sup>, podendo ter ou não um furo central. A Figura 9 demonstra um exemplo de picnômetro utilizado na determinação de massa específica em tintas.<sup>25</sup>

**Figura 9** - Exemplo de picnômetro metálico com tampa e furo central.



Fonte: Prolab (2025).<sup>30</sup>

O procedimento feito é simples e rápido, onde inicialmente realiza-se a aferição picnômetro com água e calculando o volume real do picnômetro ( $V$ ) de acordo com a Equação 1, onde  $B$  é a massa do picnômetro com água (g),  $A$  é a massa do picnômetro vazio (g) e  $q$  é a massa específica da água (g/cm<sup>3</sup>).

$$V = \frac{(B-A)}{q} \quad (1)$$

Em seguida, inicia-se a medição da amostra de tinta, devendo estar na temperatura ambiente ( $25 \pm 1$  °C), pesando-se o picnômetro vazio primeiro e logo depois preenchendo o mesmo com a amostra. A massa específica da tinta ( $Me$ ) é calculada de acordo com a Equação 2 e anotada na ficha de controle de qualidade, onde  $P$  é a massa do picnômetro com a amostra em gramas,  $A$  é a massa do picnômetro vazio em gramas e  $V$  é o volume real do picnômetro em centímetros cúbicos.

$$Me = \frac{(P-A)}{V} \quad (2)$$

Durante essa medição, o aparecimento das bolhas é um aspecto importante a ser evitado, pois estas alteram o resultado da análise, gerando erros nos valores determinados. Outro fator que pode causar erros é o calor das mãos durante a manipulação do picnômetro, já que a temperatura tem interferência no próprio instrumento, dependendo do material, e na amostra. A Tabela 5 demonstra os resultados obtidos a partir da medição de massa específica dos testes de formulação realizados durante o estágio.<sup>4</sup>

**Tabela 5** - Valores de massa específica para os testes realizados.

<b>Amostra</b>	<b>Média da massa específica (g.cm<sup>-3</sup>)</b>
1	1,1730
2	1,3112
3	1,3337
4	1,3362
5	1,3253
6	1,3264

Fonte: Autoria própria (2025).

Através dos testes percebe-se que a massa específica para a maioria das tintas testadas não varia muito, já que não mudou-se a quantidade de cargas (pigmentos e aditivos minerais) presentes nas formulações, seguindo o limite

estabelecido para este tipo de tinta, de  $1,30 \text{ g.cm}^{-3}$  a  $1,35 \text{ g.cm}^{-3}$ . O teste 1 é uma exceção, pois possui uma densidade menor por conta da adição de um extensor de titânio geralmente utilizado para diminuir o custo da tinta. No entanto, ao substituir um pigmento denso como o dióxido de titânio, a massa específica diminui conseqüentemente.<sup>31</sup>

Para as tintas, a massa específica é calculada com base na densidade de cada um de seus componentes, determinando-se o volume total do produto final. A faixa definida vai depender desses insumos adicionados, por isso, tintas que contém maiores teores de dióxido de titânio (como as de base A e B), possuem uma densidade maior, por exemplo, e maiores características de cobertura e sólidos. A ABNT não define os limites de densidade, cabendo novamente ao fabricante determinar este parâmetro com base na formulação e em testes de reprodutibilidade e repetibilidade.

## 6.2 Testes de Compatibilidade

Durante o estágio, além do controle de qualidade, foram feitos testes de uma nova formulação de um tipo específico de tinta látex, onde notou-se o aparecimento de pequenos aglomerados de pigmentos em uma camada única na tinta pigmentada, como demonstrado pela Figura 10, o que é considerado um defeito denominado floculação.

**Figura 10** - Exemplo de (a) floculação observado em laboratório e (b) figura mais aproximada.



Fonte: Fotografado pela autora (2025).<sup>1</sup>

Inicialmente, realizou-se a técnica *rub-out* que consiste em esfregar com o dedo em sentido circular uma camada úmida da tinta pigmentada puxada com um extensor em uma cartela do tipo leneta, onde foi possível observar, como demonstra a Figura 11, que a tonalidade da cor do teste era próxima a do filme visualmente, mas um pouco mais escura, o que indica problemas com o próprio pigmento.<sup>4</sup>

**Figura 11** - Teste *rub-out*.



Fonte: Autoria própria (2025).<sup>1</sup>

A partir dessa observação e como já mencionado, foram reescritas diferentes formulações adicionando ou mudando-se um ou mais componentes a fim de se obter comparações visuais de cor e de estabilidade, testando-se também três pigmentos diferentes. Os componentes alterados foram antisedimentantes, umectantes, coalescentes e solventes, adicionados em quantidades calculadas na formulação. A Figura 12 demonstra um exemplo de ficha de preenchimento de componentes a serem pesados.

**Figura 12** - Formulário de preenchimento utilizado na produção das tintas.

Insumo	Quant. %	Quant.	LOTE	VISTO
ÁGUA		-		
ADITIVO SAL INORGÂNICO		-		
ADITIVO INORGÂNICO		-		
UMECTANTE		-		
SOLVENTE RETARDANTE		-		
ANTIESPUMANTE		-		
ESPESSANTE		-		
ANTISEDIMENTANTE		-		
ALCALINIZANTE		-		
<i>DISPERSAR</i>				
DISPERSANTE		-		
CARGAS		-		
PIGMENTO EM PÓ		-		
<i>DISPERSAR</i>				
<i>Hora Inicial:</i>		<i>Hora Final:</i>		
<i>TESTE DE DISPERSÃO (Esp. &gt;6 hegman)</i>		<i>Resp.:</i>		
RESINAS		-		
COALESCENTE		-		
MOD. REOL. URETÂNICO		-		
MOD. REOL. MÉDIA		-		
<i>MISTURAR</i>				
<i>LEVAR AMOSTRA PARA O LABORATÓRIO</i>				
BIOCIDAS		-		
ESSENCIA		-		
<i>MISTURAR</i>				
<b>TOTAL</b>		-		

EQUIPE DE PRODUÇÃO					
PESAGEM		ETIQUETAGEM		OPERADOR	
				ENVASE	

LIBERAÇÃO DE LOTE			
RESPONSÁVEL LABORATÓRIO		RESPONSÁVEL COLORIMETRIA	

Fonte: Autoria própria (2025).

Após a realização dos testes *rub-out*, a tinta produzida era pesada em potes de plástico, pigmentada e agitada até a observação de uma cor homogênea, sem a formação de aglomerados brancos ou coloridos. Os potes eram colocados na estufa, geladeira e em temperatura ambiente para a avaliação do aspecto final após 24 h. Posteriormente ao tempo estabelecido, a tinta era agitada novamente até formar homogeneidade de cor, puxada com um extensor de barra com espessura de filme de 300 µm e o teste *rub-out* era finalmente feito, observando-se a diferença de cor entre o centro da tinta e dos testes a cada 10 min.

No entanto, a comparação visual não é o suficiente para avaliar se a cor obtida da pigmentação da tinta é a mesma após o *rub-out*, portanto, com base na ABNT 15077 de 2004 e utilizando o espectrofotômetro modelo Delta Vista™, demonstrado pela Figura 13, é possível obter resultados rápidos na comparação direta de cor entre um padrão e uma amostra pela análise instrumental, utilizando-se diferentes iluminantes, como o D65 principalmente, referente à luz média do dia.<sup>32</sup>

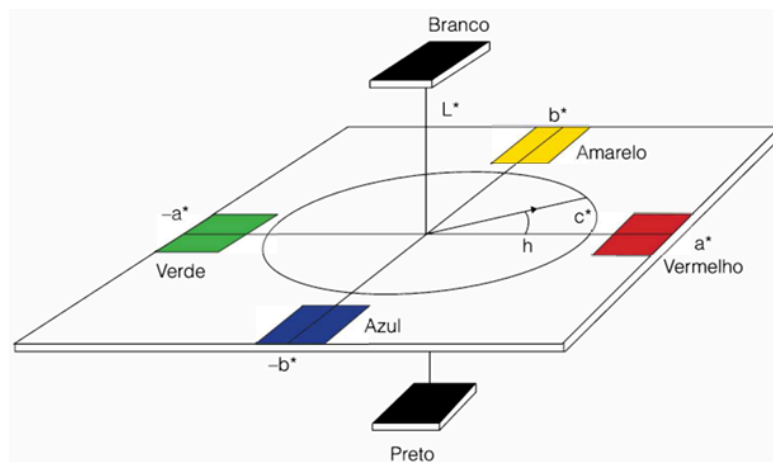
**Figura 13** - Espectrofotômetro utilizado na comparação de cor entre os testes *rub-out* realizados nas amostras.



Fonte: Delta Color (2025).<sup>33</sup>

O instrumento funciona com escala colorimétrica CIELAB (ou CIEL\*a\*b\*), um sistema muito utilizado para a determinação de cor que possui três eixos: branco-preto ( $L^*$ ) onde  $L^* = 0$  é preto e  $L^* = 100$  é branco, vermelho-verde ( $a^*$ ) e amarelo-azul ( $b^*$ ), indicando a cor percebida. O sistema é baseado em coordenadas retangulares, como demonstrado pela Figura 14, onde o  $L^*$  se refere à luminosidade entre claro e escuro; o  $a^*$  se refere a valores positivos para cores avermelhadas e negativos para cores esverdeadas e o  $b^*$  abrange valores positivos para cores amareladas e negativos para cores azuladas.<sup>4,32</sup>

**Figura 14** - Espaço colorimétrico CIEL\*a\*b\* utilizado por instrumentos na determinação de cor.



Fonte: Fazenda, *et al* (2009).<sup>4</sup>

Além do espaço CIELAB, há também a complementação da especificação de cor por coordenadas polares do modelo CIEL\*C\*h, onde C\* representa a escala de cromaticidade que começa no centro (zero), representando uma menor saturação e aumenta de acordo com a distância do mesmo, significando uma cor mais saturada e vívida; e *h* é definido como cor ou matiz, sendo a medida do ângulo da cor. A partir destes modelos é possível explicar o parâmetro  $\Delta E$  avaliado nos testes de rub-out.<sup>4,32</sup>

O  $\Delta E$  é denominado desdobramento do desvio absoluto das cores e pode ser definido pela Equação 4, onde  $\Delta L$  é a diferença de cor mais clara ou escura,  $\Delta a$  é a diferença de cor entre eixo vermelho-verde e  $\Delta b$  entre o eixo amarelo-azul. Através deste parâmetro principal é possível avaliar a diferença total de cor entre um padrão e uma amostra.<sup>31</sup>

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4)$$

Além disso, para certas aplicações, o  $\Delta E$  pode também ser calculado pela Equação 5, onde  $\Delta C$  é denominado de fator de saturação/cromaticidade entre amostras, ou seja, a distância do ponto incolor no plano  $a^*$  e  $b^*$ ; e  $\Delta H$  é um fator de tonalidade.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta H^*)^2} \quad (5)$$

Valores de  $\Delta E$  abaixo de 0,5 indicam um sistema compatível, significando cores parecidas. Já valores entre 0,5 e 1,0 sinalizam alteração visual pequena de cor, o que requer atenção e testes complementares para melhor avaliação da compatibilidade do sistema. Por fim, valores de desdobramento acima de 1,0 indicam a incompatibilidade do sistema com o pigmento utilizado, necessitando de testes e mudanças na formulação da base.<sup>32</sup>

### **6.2.1 Comparação dos resultados de $\Delta E$ entre as amostras**

Foram realizados seis testes de produção de tintas em laboratório, alterando-se componentes que poderiam representar uma melhora nos valores para

o desdobramento do desvio absoluto de cor. Para facilitar a comparação e identificar um possível problema causador dessa incompatibilidade, os testes foram feitos em pares de amostras, sendo seis no total. A primeira comparação foi feita em tintas com antisedimentantes, e com umectantes de fabricantes diferentes, com o objetivo de escolher um para o restante dos testes.

A segunda comparação feita foi entre amostras das tintas 4 e 5 pigmentadas utilizando-se diferentes aditivos co-solventes, que também podem apresentar a função de coalescência. A última comparação feita foi entre as amostras 6 e 7, onde escolheu-se o melhor secante do teste anterior e comparou-se a ação do antisedimentante com ou sem coalescente, avaliando a necessidade ou não da adição de uma maior porcentagem deste aditivo. As comparações foram feitas entre três ambientes diferentes, simulando a temperatura em que a tinta pode ser aplicada: inverno (geladeira), verão (estufa) e ambiente ( $25 \pm 2$  °C).

A primeira comparação se baseou na adição de um antisedimentante, consistindo de um aditivo que contribui para a homogeneidade, uniformidade e estabilidade geral da tinta; e da diferença entre dois umectantes. A Tabela 6 demonstra os resultados dos valores de  $\Delta E$  para os testes de rub-out realizados nesta comparação.

**Tabela 6** - Comparação entre a média dos valores de  $\Delta E$  para as amostras 1 e 2.

Pigmento	Amostra 1			Amostra 2		
	Geladeira	Estufa	Ambiente	Geladeira	Estufa	Ambiente
A	1,55	1,45	1,69	2,64	2,00	2,24
B	1,68	1,66	1,35	2,70	2,48	2,60
C	1,29	1,41	1,11	2,37	2,21	2,75

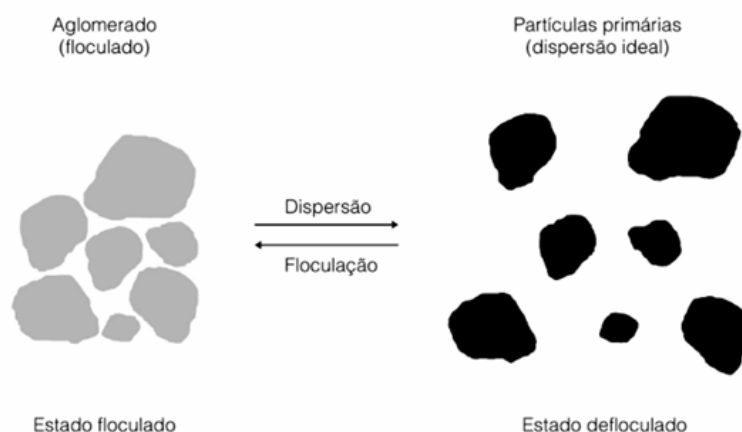
Fonte: Autoria própria (2025).

Através dos resultados obtidos para os testes, é possível perceber que o teste na amostra 1 obteve valores menores para o desdobramento do desvio absoluto de cor, representando o melhor desempenho do umectante utilizado nesta formulação. No entanto, os valores ainda são altos, refletindo a instabilidade do

sistema. A média mais baixa obtida foi com o pigmento C em temperatura ambiente, observando-se valores menores do que 1,00 para três medidas de  $\Delta E$ .

Durante a dispersão, realizada para homogeneização do sistema, os aglomerados de pigmentos são reduzidos em tamanho a um estado denominado primário que possui espaço intersticial penetrado por ar e misturas, principalmente as resinas, como demonstrado pela Figura 15. Este sistema formado possui alta energia, logo, tende a se aglomerar novamente, gerando a floculação. Os aditivos umectantes aceleram a umectação dos aglomerados de pigmentos pela resina e quando combinados com dispersantes, estabilizam o sistema, evitando a perda de intensidade de cor e redução do brilho, por exemplo.<sup>4</sup>

**Figura 15** - Estado dos aglomerados de pigmentos durante o processo de fabricação de tintas látex.



Fonte: Fazenda, *et al* (2009).<sup>4</sup>

Uma possível fonte para a incompatibilidade do umectante 2 com o sistema pode ser referente à natureza da dispersão do pigmento na tinta, sendo um processo de incorporação que envolve uma série de fenômenos como forças de van der Waals, estabilização elétrica e estérica, adsorção e movimento browniano, por exemplo. A possibilidade da repulsão e contato entre as partículas sólidas do pigmento na tinta causarem um desequilíbrio superando o poder de estabilização do próprio umectante, o que acaba causando a floculação, pode ser uma explicação viável ao aumento do desdobramento do desvio absoluto de cor.<sup>4</sup>

A segunda comparação feita entre os testes feitos nas amostras 3 e 4 consistiu na troca do solvente secundário além da água. Esse solvente pode agir

como um coalescente e umectante, pois ajuda na compatibilidade do sistema e sua troca pode significar benefícios na homogeneidade e estabilidade da tinta. Por conta da confidencialidade acordada com a empresa, não se pode citar os nomes dos solventes, apenas suas naturezas. A Tabela 7 demonstra os resultados obtidos de  $\Delta E$  para os testes realizados nessa comparação.

**Tabela 7** - Comparação entre a média dos valores de  $\Delta E$  para as amostras 3 e 4.

Pigmento	Amostra 3			Amostra 4		
	Geladeira	Estufa	Ambiente	Geladeira	Estufa	Ambiente
A	1,64	1,18	1,67	1,18	1,01	1,09
B	1,55	1,34	1,24	1,00	1,02	0,99
C	1,64	1,11	1,16	0,84	1,02	0,95

Fonte: Autoria própria (2025).

Através dos resultados apresentados, é possível concluir que, em geral, o teste na amostra 4 apresentou valores de desdobramento muito melhores do que o teste na amostra 3, alcançando duas médias menores do que 1,00. Este fato ocorre, pois o solvente 2 é classificado como um éter de glicol, possuindo éter e álcool como grupos funcionais, adquirindo características de solvência e coalescência melhores do que o solvente 1, classificado como hidrocarboneto alifático. O uso de éteres de glicol ainda fornece melhores resultados de aplicação, textura, aderência e secagem suave nas tintas onde são inseridos.<sup>4</sup>

Diante da melhora significativa na alteração do co-solvente, na comparação dos testes 5 e 6, decidiu-se adicionar o antisedimentante para avaliar os resultados já com o uso do solvente 2. Como este solvente tem função de coalescência, testou-se a possibilidade de uma maior adição de um coalescente para melhorar os resultados. Portanto, a Tabela 8 demonstra a comparação dos testes.

**Tabela 8** - Comparação entre a média dos valores de  $\Delta E$  para as amostras 5 e 6.

Pigmento	Amostra 5			Amostra 6		
	Geladeira	Estufa	Ambiente	Geladeira	Estufa	Ambiente
A	1,21	1,05	1,12	2,00	1,80	1,97
B	1,10	0,88	0,73	1,38	1,29	1,95
C	1,13	1,00	0,99	1,90	1,95	1,66

Fonte: Autoria própria (2025).

Diante dos dados apresentados, é possível afirmar que a presença do coalescente não melhorou os resultados obtidos, pelo contrário, os valores de  $\Delta E$  aumentaram, significando uma maior diferença de cor. A explicação possível é a não compatibilidade do próprio coalescente com o antisedimentante no sistema com o solvente éter de glicol. Para se ter uma maior certeza, seria interessante testar outros tipos de coalescentes e realizar outras comparações.

De um modo geral, em relação à comparação entre pigmentos, o denominado C apresentou melhores valores individuais de  $\Delta E$  nos testes realizados, enquanto que o pigmento A apresentou os piores resultados. A composição exata dos pigmentos é desconhecida, já que é protegida pelos fabricantes, mas todos são específicos ao sistema de uma tinta à base da água.

Além disso, o efeito da temperatura também pôde ser avaliado, tendo como objetivo observar a variação de cor da tinta frente a simulação de uma alteração causada pelo clima, como no inverno e no verão. No entanto, os resultados obtidos não demonstraram consistência suficiente para determinar se a temperatura seria um fator agravante de instabilidade na diferença de cor aparente e nos valores de  $\Delta E$ .

Por fim, é possível afirmar que os testes foram válidos, evidenciados pela diminuição dos valores de  $\Delta E$  e pelo aspecto geral da tinta, levando-se em consideração outros fatores além da cor, como brilho e aparência do filme, por exemplo. No entanto, salienta-se que os resultados preliminares não foram conclusivos, demonstrando a necessidade de mais ensaios para realmente resolver o problema apresentado.

## 7 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Diante da discussão apresentada sobre a experiência alcançada no estágio, foi possível aplicar-se os conhecimentos adquiridos durante a graduação, principalmente no que diz respeito à área do controle de qualidade em laboratórios e da físico-química, tornando possível a compreensão dos ensaios de caracterização das tintas e de outros produtos produzidos pela empresa.

A discussão apresentada se baseou no controle de três parâmetros: o pH, a viscosidade e a densidade. Estes três ensaios foram os principais realizados no laboratório em tintas, especificamente do tipo látex, principal produto produzido pela Tintas Revestir. A partir das recomendações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), foi possível realizar a caracterização das seis tintas base utilizadas nos testes de compatibilidade estudados. Dentro destes critérios, os resultados para os ensaios foram satisfatórios e de acordo com o estabelecido pela empresa e pela ABNT, apresentando leves exceções.

A participação em testes de compatibilidade seguiu o procedimento já realizado anteriormente no laboratório, partindo-se de comparações espectrofotométricas de desdobramento do desvio absoluto de cor ( $\Delta E$ ) entre testes denominados de *rub-out*. As comparações foram feitas em pares, totalizando seis testes estudados, onde variaram-se a adição e/ou remoção de componentes que pudessem resolver o problema de floculação.

Os resultados obtidos a partir dessas formulações de tintas apresentaram uma diminuição significativa dos valores de  $\Delta E$  e uma maior compatibilidade com o sistema do pigmento denominado C, sem apresentar dependência aparente da temperatura, sendo esta uma outra variável observada. A melhora nos resultados visuais e na análise instrumental demonstra a possibilidade de uma futura resolução da questão apresentada.

O problema de compatibilidade apresentado foi evidenciado pouco antes do início do estágio, e devido ao período curto de testes, percebeu-se uma demanda de mais estudos para alcançar uma solução. O contato com os desafios reais no campo de trabalho foi uma experiência desafiadora, devido a necessidade de englobar responsabilidade, conhecimento e interesse para se atuar em uma área tão complexa e abrangente representada pela indústria das tintas.

## **8 CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

O estágio desenvolvido no laboratório de físico-química na Tintas Revestir permitiu a aplicação direta dos conhecimentos adquiridos durante a graduação na determinação das características atribuídas à tintas látex, no controle de qualidade dos produtos acabados e insumos, assim como na resolução de problemas. O controle de qualidade e seguimento das normas atribuídas sempre foi algo muito estimado durante a graduação e ao longo do estágio reforçou-se a sua importância e função indispensável do químico nesta área.

As atividades desenvolvidas contribuíram para a ampliação do pensamento crítico, ao interesse em formulações de tintas e nas habilidades de resolução de problemas relacionados às análises, onde pôde-se revisar o contato com equipamentos simples, mas complexos como o pHmetro, picnômetro e viscosímetro. Foi adquirido ainda o conhecimento prático em instrumentos que não se tem muito contato na graduação, como o espectrofotômetro aplicado à tintas e processadores de bancada, além da experiência da rotina em uma fábrica de tintas.

## REFERÊNCIAS

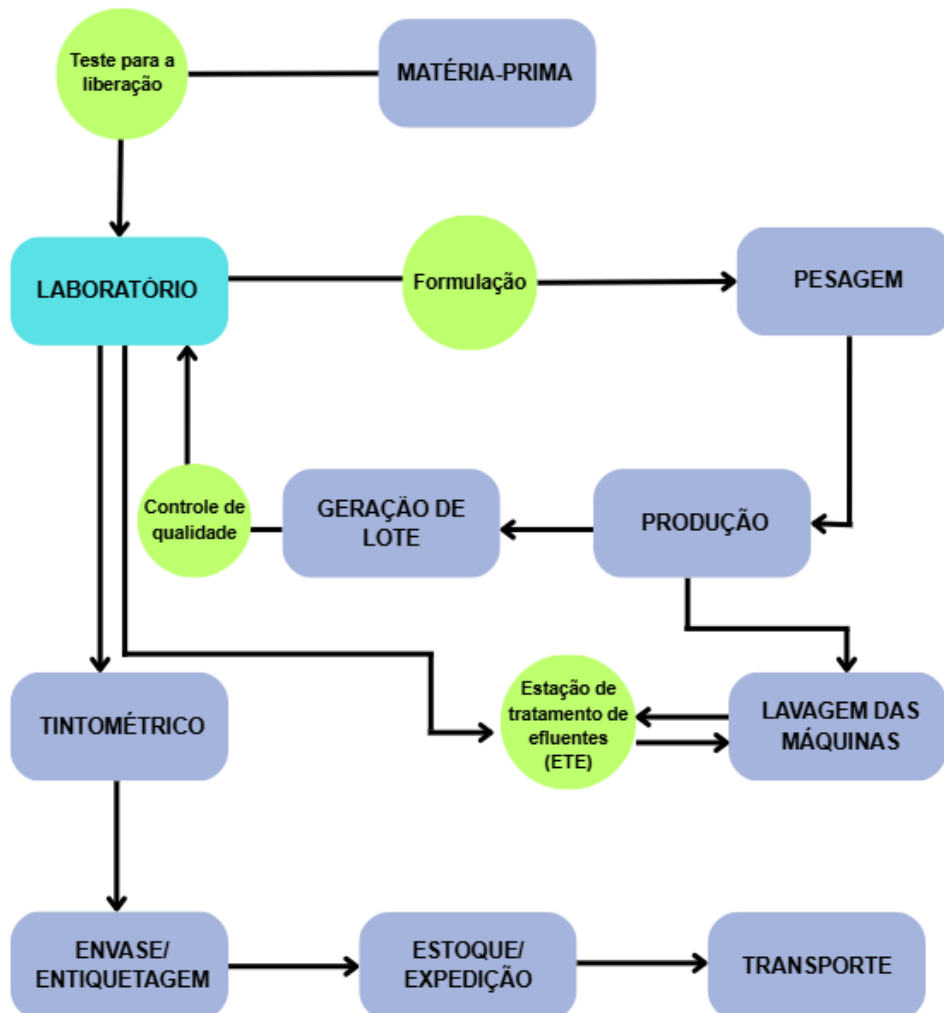
- <sup>1</sup> Foto retirada pela autora durante o período do estágio na empresa Tintas Revestir em 2025.
- <sup>2</sup> FRANCISCO, W.; JUNIOR, F. W. E. A química das tintas e dos pigmentos. Um tema gerador para o ensino e a problematização de aspectos científico-humanísticos. **Educació Química Eduq**, [s. l.], v. 13, n. , p. 40-46, 2012. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/EduQ/article/download/81708/355422>. Acesso em: 26 set. 2025.
- <sup>3</sup> MELLO, V. M.; SUÁREZ, P. A. Z. As Formulações de Tintas Expressivas Através da História. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 2-12, mar. 2012. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20120002>. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/248>. Acesso em: 26 set. 2025.
- <sup>4</sup> FAZENDA, J. M. R. *et al.* **Tintas**: ciência e tecnologia. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2009. 1147 f.
- <sup>5</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12554**: Tintas para edificações não industriais — Terminologia. 4 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 21 p.
- <sup>6</sup> CETESB. **Tintas e Vernizes**: Guia técnico ambiental de tintas e vernizes - série P+L. São Paulo: Fiesp, 2006. 70 f. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/downloads/tintas.pdf>. Acesso em: 26 set. 2025.
- <sup>7</sup> VAZ, Carlos Duarte Marques Ferreira. **Implementação de Métodos de Controle de Qualidade em Tintas**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química Analítica, Departamento de Química e Bioquímica, Universidade do Porto, Porto, 2017. Disponível em: <https://share.google/9F28bzgbHTzkNa2Uk>. Acesso em: 09 out. 2025.
- <sup>8</sup> BRUICE, Paula Yurkanis. **Química Orgânica**. V. 1. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. 690 f.
- <sup>9</sup> SCHRAMM, Gebhard. **Reologia e Reometria**: fundamentos teóricos e práticos. Karlsruhe, Alemanha: Artliber Editora Ltda, 2006. 232 p.
- <sup>10</sup> STOYE, Dieter; FREITAG, Werner. **Paints, Coatings and Solvents**. 2. ed. Alemanha: Wiley-Vch, 1998. 423 f.
- <sup>11</sup> SHAW, Duncan J.. **Introdução à química dos colóides e de superfícies**. São Paulo: Edgard Blucher, 1975. 195 f.
- <sup>12</sup> Laboratorium Discounter. **SDS / Lauril éter sulfato de sodio ≥95%**. 2025. Disponível em: <https://www.laboratoriumdiscounter.nl/es/sds-lauril-eter-sulfato-de-sodio-95.html>. Acesso em: 13 nov. 2025.

- <sup>13</sup> SILVA, Josias Marcelino da. **Caracterização de tintas látex para construção civil**: diagnóstico do mercado do Estado de São Paulo. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Acesso em: 09 out. 2025.
- <sup>14</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15079-1**: Tintas para construção civil - Requisitos de desempenho. Parte 1: Tinta fosca nas cores claras. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. 6 p.
- <sup>15</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15079-2**: Tintas para construção civil - Requisitos de desempenho. Parte 2: Tintas semiancetina, acetinada e semibrilho nas cores claras. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. 6 p.
- <sup>16</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11702**: Tintas para construção civil - Tintas, vernizes, texturas e complementos para edificações não industriais - Classificação e requisitos. 4 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 43 p.
- <sup>17</sup> Forte Industrial. **Agitador tipo turbina**. 2025. Disponível em: <https://www.forteindustrial.com.br/agitador-tipo-turbina>. Acesso em: 13 nov. 2025.
- <sup>18</sup> ELEY, Richard R.. Applied rheology and architectural coating performance. **Journal Of Coatings Technology And Research**. Usa, p. 263-305. Jan. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-019-00187-5#citeas>. Acesso em: 20 out. 2025.
- <sup>19</sup> MACHADO, A. M. L.; NOBERTO, C. C.; DAMASCENO FILHO, F. E.; SILVA, W. M. M. da; BABADOPULOS, L. F. de A. L.; MEDEIROS JÚNIOR, M. S. Estudo comparativo entre os parâmetros reológicos de tintas acrílicas arquitetônicas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 223-240, jan./mar. 2022. ISSN 1678-8621. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212022000100589>. Acesso em 20 out. 2025.
- <sup>20</sup> SCHRAMM, Gebhard. **Reologia e Reometria**: fundamentos teóricos e práticos. Karlsruhe, Alemanha: Artliber Editora Ltda, 2006. 232 p.
- <sup>21</sup> KOLB, Doris. Chemical Principles Revisited: The pH Concept. **Journal of Chemical Education**. p. 49-53. 1 jan. 1979. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed056p49>. Acesso em: 29 out. 2025.
- <sup>22</sup> VONAU, W., GUTH, U. pH Monitoring: a review. **Journal of Solid State Electrochem** 10, 746–752 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10008-006-0120-4>. Acesso em: 29 out. 2025.
- <sup>23</sup> GUEDES, M. R. **Estudo sobre processos de coagulação, floculação e decantação para o tratamento de efluentes gerados em uma indústria de tintas local**. 2018. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal da Paraíba (Ufpb), João Pessoa, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13229?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13229?locale=pt_BR). Acesso em: 16 out. 2025.

- <sup>24</sup> 'density' in *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, 5th ed. **International Union of Pure and Applied Chemistry**; 2025. Online version 5.0.0, 2025. <https://doi.org/10.1351/goldbook.D01590>. Acesso em 28 out. 2025.
- <sup>25</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15382**: Tintas para construção civil - Determinação da massa específica de tintas para edificações não industriais. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 8 p.
- <sup>26</sup> EMBRAPA. **Gestão da Qualidade em Laboratórios e Áreas Experimentais**: orientações para a EMBRAPA. Brasília, Df: Embrapa, 2019. 55 p. Disponível em: <https://share.google/cnFSKe97vJXXVi6eh>. Acesso em: 06 out. 2025.
- <sup>27</sup> ASTM. **Paint Testing Manual**: physical and chemical examination of paints, varnishes, lacquers and colors. 13. ed. Philadelphia, Usa: Astm Intl, 1972. 925 p.
- <sup>28</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12105**: Tintas para construção civil - Determinação da consistência de tintas usando o viscosímetro Stormer digital. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 14 p.
- <sup>29</sup> SANTOS, Ana Isabel M. F. dos. **Influência do tipo de espessante na reologia das tintas decorativas aquosas**. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015. Disponível em: <https://share.google/av0OmCWy2jkVXgH9Ev>. Acesso em: 12 out. 2025.
- <sup>30</sup> PROLAB. **Picnômetro Em Latão Com Tampa 100 mL**: Steel Service. Steel Service. 2025. Disponível em: <https://www.lojaprolab.com.br/picnometro-em-latao-com-tampa-100ml-90011?srsId=AfmBOoqjQK6F0q79LPgy0eIDHfK2GXnroOxvMtv2tBcSlpWLEjWdfUT5>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- <sup>31</sup> DASSOLER, Daniel *et al.* AVALIAÇÃO DE CARGAS MINERAIS PARA UTILIZAÇÃO COMO EXTENSORES DE DIÓXIDO DE TITÂNIO EM TINTAS EPÓXI. **Revista Vincci**: Periódico Científico da Faculdade SATC, Criciúma, v. 4, n. 1, p. 185-211, 2019. Bimestral. Disponível em: <https://revistavincci.satc.edu.br/index.php/Revista-Vincci/article/view/162>. Acesso em: 20 out. 2025.
- <sup>32</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15077**: Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 9 p.
- <sup>33</sup> DELTA COLOR. **Delta Vista Espectrofotômetro**. 2025. Disponível em: [https://www.deltacolorbrasil.com/espectrofotometro\\_deltavista.html](https://www.deltacolorbrasil.com/espectrofotometro_deltavista.html). Acesso em: 26 out. 2025.

## ANEXO I

Fluxograma representando os setores da empresa Tintas Revestir.



## ANEXO II

### Declaração de estágio.



#### Declaração de Estágio

Declaramos para os devidos fins que Fernanda Isadora Correia Gomes, CPF nº \_\_\_\_\_, matrícula nº 20205123, realizou estágio no Laboratório de Físico-Química da empresa TK INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TINTAS LTDA inscrito no cnpj \_\_\_\_\_ assim completando a carga horária de 450 horas estabelecidas para o período de estágio curricular.

Palhoça, 10 de dezembro de 2025.

Documento assinado digitalmente  
govbr ROSÂNGELA DE OLIVEIRA MEDEIROS THIESEN  
Data: 10/12/2025 09:25:05-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

REPRESENTANTE – Rosângela de Oliveira Medeiros Thiesen