

A network diagram background consisting of interconnected nodes and lines in shades of purple, blue, and grey, creating a complex web-like structure.

# MANUAL **DESCOMPLICADO** DE TECNOLOGIA DE TINTAS:

*um guia rápido e prático para formulação de tintas e emulsões*

**Blucher**



**OXITENO**

Evolution by chemistry

A network diagram background consisting of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by circles of varying sizes and colors, including shades of purple, blue, and grey. The lines connecting them are thin and light-colored, creating a complex web-like structure.

# **MANUAL **DESCOMPLICADO**** **DE TECNOLOGIA DE TINTAS:**

*um guia rápido e prático para formulação de tintas e emulsões*

**COORDENADOR**  
**SILMAR BARRIOS**

*Manual descomplicado de tecnologia de tintas: um guia rápido e prático para  
formulação de tintas e emulsões*

© 2017 Oxiteno

Editora Edgard Blücher Ltda.

# Blucher

---

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-934 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel.: 55 11 3078-5366  
**contato@blucher.com.br**  
**www.blucher.com.br**

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.  
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,  
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios  
sem autorização escrita da editora.

---

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP) Angélica Ilacqua CRB – 8/7057

---

Manual descomplicado de tecnologia de tintas : um guia  
rápido e prático para formulação de tintas e emulsões / Rafael  
C. J. P. S. Salvato...[et al] ; [coordenação de Silmar Barrios] - São  
Paulo : Blucher, 2017.  
228 p. : il., color.

ISBN 978-85-212-1244-7

1. Tintas - Tecnologia 2. Emulsões I. Salvato, Rafael C. J. P. S. II.  
Barrios, Silmar.

17-1252

CDD 667.9

---

Índice para catálogo sistemático:  
1. Tintas



# Conteúdo

Apresentação .....	7
Prefácio .....	9
<b>Parte 1</b>	
<b>Introdução a tecnologia de tintas e formação de filme</b>	
1 - Introdução a tintas e processo de formação de filme.....	14
<b>Parte 2</b>	
<b>Solventes: conceitos básicos, critérios de escolha e análise de composição</b>	
2 - Solventes em tintas: conceitos básicos e critérios de escolha para diversas aplicações .....	32
3 - Análise de composição de solventes em tintas e determinação do teor de água.....	70
<b>Parte 3</b>	
<b>Tensoativos e suas principais aplicações em tintas</b>	
4 - Tensoativos: principais características e suas aplicações em tintas.....	82
5 - Aplicação de tensoativos como umectantes de pigmentos em tintas base água .....	90

6 - Cálculo de PVC e CPVC em formulações de tintas .....	102
7 - Aplicação de tensoativos em formulação de látex: introdução à tecnologia de polimerização em emulsão .....	108

#### **Parte 4**

##### **Principais defeitos em tintas**

8 - Principais defeitos em tintas .....	126
9 - Metodologia para avaliar a resistência à pega de sujeira de tintas.....	134

#### **Parte 5**

##### **Metodologia de planejamentos de experimentos no desenvolvimento de tintas**

10 - Introdução ao planejamento de experimentos .....	140
11 - Ajuste reológico em tintas decorativas utilizando metodologia de planejamento de experimentos .....	160

#### **Parte 6**

##### **Segurança no laboratório e GHS**

12 - Segurança no laboratório de desenvolvimento de tintas .....	176
13 - Segurança em processo de polimerização em emulsão no laboratório de desenvolvimento .....	191
14 - Introdução ao GHS.....	197

#### **Parte 7**

##### **Análise de ciclo de vida no desenvolvimento de tintas**

15 - Avaliação de ciclo de vida (ACV).....	208
Sobre os autores .....	221
Sobre o coordenador .....	225
Equipe .....	227

---

# Parte 1

## Introdução a tecnologia de tintas e formação de filme



# 1 Introdução a tintas e processo de formação de filme

Rafael C. J. P. S. Salvato

## 1.1 INTRODUÇÃO

Quando olhamos ao nosso redor, seja no ambiente urbano, seja no rural, encontramos tintas em todos os lugares. Em virtude da possibilidade de usos decorativos ou estritamente funcionais, as tintas precisam atender a requisitos diversos e de amplo espectro.

A maior parte das tintas é líquida com viscosidade ajustada ao método de aplicação. Exceção a esse contexto são as tintas em pó, nas quais o sólido pulverulento é liquefeito *in situ*, ou seja, na aplicação. Após a aplicação, esse líquido se transforma em um filme sólido, o que gera de fato o revestimento desejado para proteger um dado substrato ou embelezar uma superfície selecionada. Esse processo de transformação é denominado na literatura como formação de filme, e as mudanças físicas e químicas que ocorrem nele são críticas para a aparência final, bem como para o desempenho do revestimento obtido em sua decorrência (TRACTON, 2006; WICKS, 2007).

## 1.2 COMPONENTES BÁSICOS DE TINTAS

Para a geração de um revestimento a partir de tintas que atenda a todas as necessidades das aplicações listadas anteriormente, diversos materiais são empregados de forma combinada, em quantidades e apresentações distintas. No entanto, todos esses materiais podem ser agrupados em quatro categorias principais de acordo com o papel que desempenham no sistema, conforme ilustra a Figura 1.1.



**Figura 1.1:** Categorias de materiais que compõem formulações de tintas e suas características principais em função do papel que desempenham no sistema formador de revestimentos.

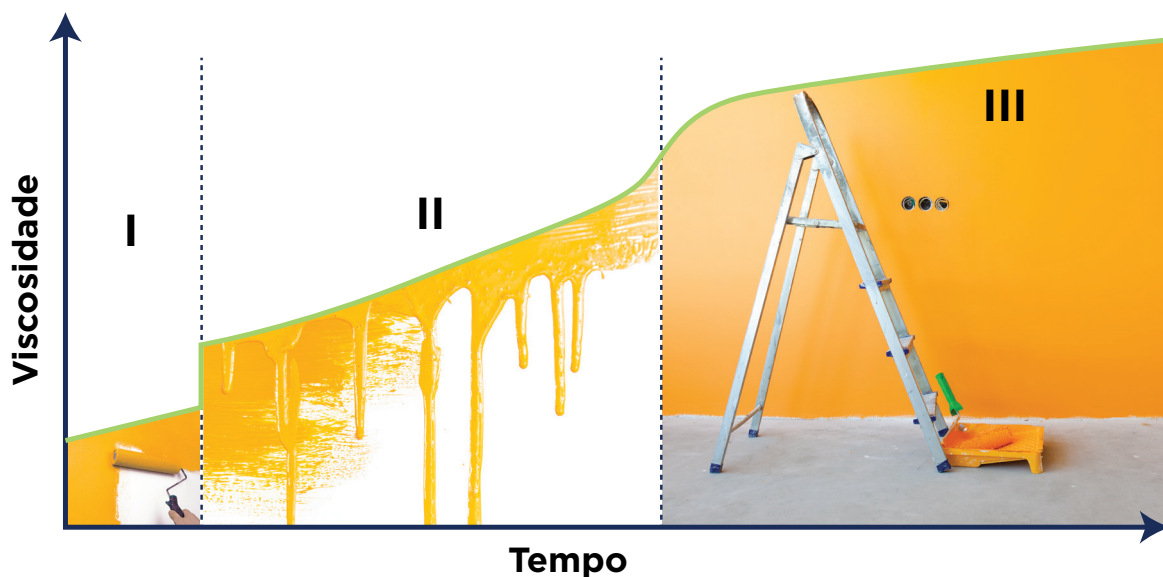


Como pode ser observado na Figura 1.1, a escolha da natureza e da quantidade empregada de cada componente leva em consideração a forma como o revestimento será gerado (aplicação) e as propriedades finais desejadas/exigidas do revestimento final (pós-aplicação).

### 1.3 FORMAÇÃO DE FILME PELA EVAPORAÇÃO DE SOLVENTE A PARTIR DE SOLUÇÕES DE TERMOPLÁSTICOS

Os filmes podem ser formados de diversas formas, sendo a mais simples aquela a partir da dissolução de um polímero em um solvente (ou misturas de solventes) a uma dada concentração necessária para viabilizar a sua aplicação em uma superfície desejada, deixando o solvente evaporar até a obtenção de um filme contínuo sólido e que possa ser trabalhado (TRACTON, 2006; WICKS, 2007).

Tal processo possui, de forma resumida, três estágios principais: a aplicação, a fixação e a secagem (GARBELOTTO, 2007). Na Figura 1.2, são apresentados de forma esquematizada os estágios anteriormente citados.



**Figura 1.2:** Evolução da viscosidade em função dos estágios de formação de filme pela evaporação de solvente.

Fonte: adaptada de Garbelotto (2007) e Tracton (2006).

Como mostra a Figura 1.2, logo após a aplicação há uma evaporação rápida do solvente da superfície, resultando em aumento da concentração do polímero e subsequente evolução de viscosidade. Em seguida, mais solvente será evaporado pela difusão das moléculas através das camadas de polímero concentrado. Dessa maneira, a concentração do polímero continua a aumentar, o que resulta na imobilização das cadeias poliméricas, atribuindo ao filme a aparência de “seco”. Finalmente, uma boa parte do solvente residual abandona lentamente o filme por difusão, e um filme uniforme e homogêneo é obtido, com características de líquido de alta viscosidade ou sólido seco ao toque.

Em todos os estágios descritos, o solvente empregado no sistema tem papel fundamental, e a correta escolha dele é chave para o sucesso na qualidade da formação do revestimento. Dada sua importância, esse tema será abordado em mais detalhes no Capítulo 2 deste livro.

## **1.4 FORMAÇÃO DE FILME EM SOLUÇÕES DE PRECURSORES DE RESINAS TERMOFIXAS**

Uma das principais limitações dos revestimentos obtidos a partir de soluções de termoplásticos em solução reside na necessidade de altos teores de solventes (tipicamente composto de 65% a 90% em peso da formulação) para se atingir a viscosidade necessária para aplicação. Isso decorre das altas massas molares dos polímeros termoplásticos, desdobrando em dificuldades na dissolução e no afastamento das cadeias poliméricas necessário para que não interajam fortemente e possam escoar livremente.

Uma alternativa a isso é ter como ponto de partida nas formulações soluções de resinas parcialmente reagidas, que possuem massas molares reduzidas. Durante a evaporação do solvente, logo após a aplicação, essas resinas também reagem quimicamente, formando ligações cruzadas e tornando o polímero termofixo. Tais ligações, comumente denominadas reticulações, modificam também propriedades finais do filme, geralmente magnificando as resistências mecânica e química. O processo de formação de filme, nesse caso, também segue os três estágios descritos na seção anterior, com a única diferença de que o aumento de viscosidade é muito mais acentuado.

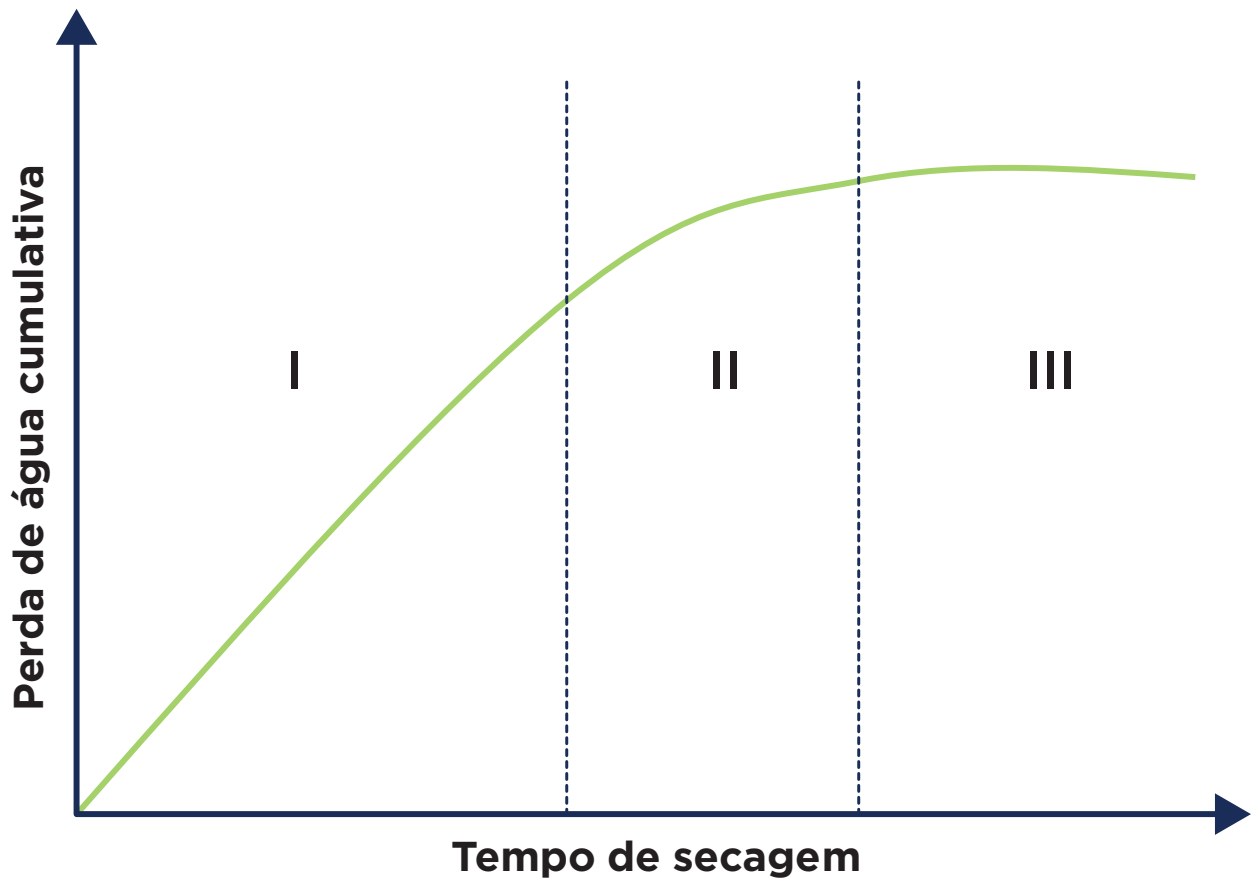
## 1.5 FORMAÇÃO DE FILME POR COALESCÊNCIA DE PARTÍCULAS POLIMÉRICAS

Em contraste com o processo de formação de filme a partir de soluções de termoplásticos ou de termofixos, as dispersões de partículas poliméricas em água dependem de um mecanismo distinto, que envolve a coalescência dessas partículas durante a evaporação da água (TRACTON, 2006; WICKS, 2007).

As dispersões de polímero em água são denominadas látices (ou látex, no singular) e normalmente são obtidas a partir da técnica de polimerização de monômeros acrílicos e/ou vinílicos em emulsão (FAZENDA, 2009). A composição monomérica do látex determina a temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) do polímero. Por definição, a  $T_g$  de um polímero é a temperatura na qual as cadeias poliméricas têm mobilidade suficiente para evoluírem do estado vítreo ou quebradiço para o estado amorfo ou borrachoso (FAZENDA, 2009).

Quando um látex puro ou uma tinta formulada com látex são aplicados sobre um substrato deixando a água evaporar, há a formação de um filme contínuo e homogêneo se as condições de temperatura e umidade forem apropriadas. Na literatura, esse processo é conhecido como formação de filme (BRAGA, 2003; KEDDIE, 1997). Ironicamente, embora um grande esforço seja feito na síntese do látex para manter as partículas estáveis, durante a formação do filme essas mesmas partículas devem superar a repulsão mútua para formarem um filme contínuo. Dispersantes, umectantes e emulsificantes influenciam o processo de formação de filme e podem afetar as características do filme final e suas propriedades de adesão, plasticidade, brilho, resistência à água e permeabilidade (STEWART; HEARNA; WILKINSON, 2000).

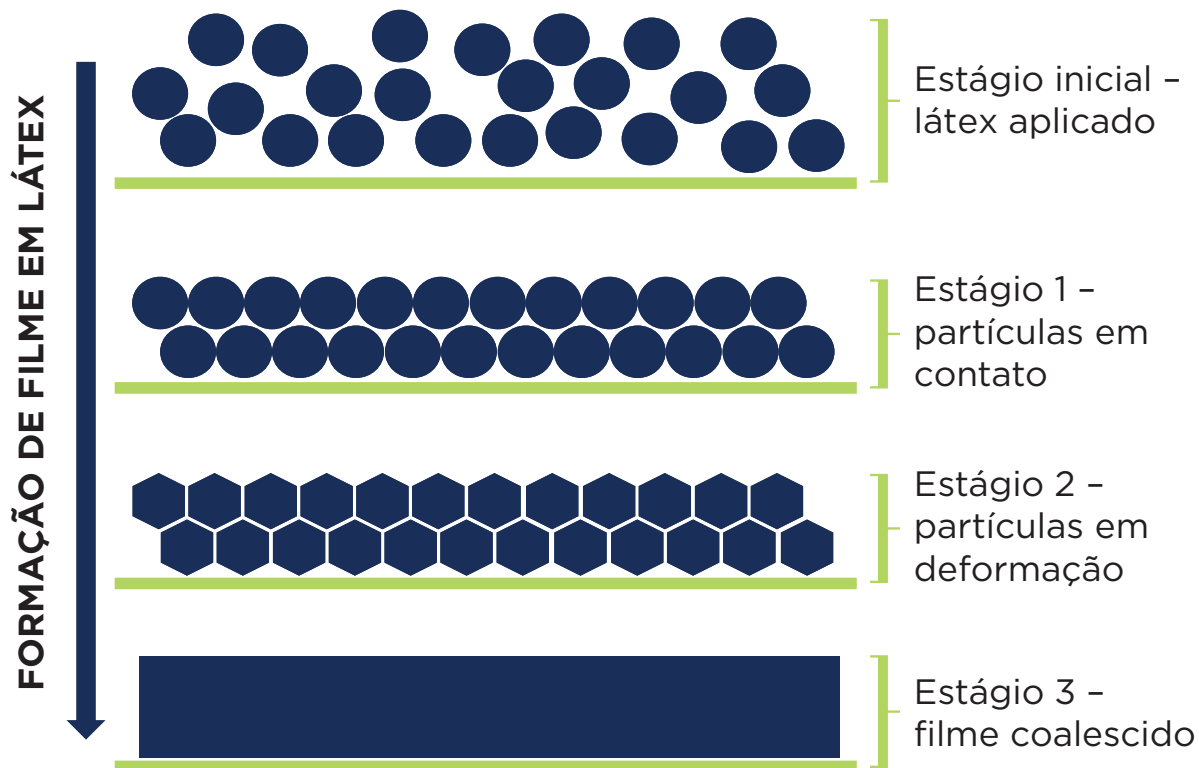
Vários modelos descrevem a formação de filme de látices e as forças envolvidas em cada estágio (STEWART; HEARNA; WILKINSON, 2000; TRACTON, 2006; WANG; WINNIK, 1990; WICKS, 2007). A formação de filme de látices com base nesses modelos pode ser dividida em três estágios, conforme apresentado na Figura 1.3:



**Figura 1.3:** Forma esquematizada da perda de água ao longo dos estágios de formação de filme em látex.

Fonte: adaptada de Wicks (2007).

Além da evaporação do solvente (nesse caso, a água), há uma importante evolução quanto a aproximação e contato das partículas poliméricas para viabilizar a formação do filme adequadamente. Uma visão esquemática da evolução da morfologia das partículas poliméricas até a formação do filme nos três estágios pode ser vista na Figura 1.4.



**Figura 1.4:** Evolução da morfologia das partículas poliméricas durante a secagem e a formação de filme de látex.

Fonte: adaptada de Tracton (2006).

- **Estágio 1:** água presente na dispersão das partículas poliméricas evapora a uma taxa elevada e constante, promovendo a concentração das partículas de polímero e o empacotamento das partículas poliméricas (SHEETZ, 1965). O Estágio 1 é o mais longo de todos e dura até que a fração polimérica alcance 60% a 70%.
- **Estágio 2:** ocorre contato irreversível das partículas, evaporação da água residual e deformação das partículas, favorecendo a formação de um filme sem buracos e transparente. Neste estágio, as partículas empacotadas e deformadas podem se organizar no filme em vários arranjos espaciais geométricos, como: cúbico simples, cúbico de face centrada, hexagonal simples, hexagonal com face centrada, cúbico com corpo centrado, dodecaedro rômbo e trapezo-

-romboédrico (KEDDIE, 1997; STEWARD; HEARNA; WILKINSON, 2000). No Estágio 2, a taxa de evaporação da água permanece constante, mas é bem menor que a taxa de evaporação da água no Estágio 1. De acordo com o gráfico de perda de água acumulada em função do tempo apresentado na Figura 1.3, a água evapora preferencialmente nos Estágios 1 e 2. No final do Estágio 2, o filme já é contínuo, mas ainda é quebradiço.

- **Estágio 3:** se a temperatura do meio for maior que a  $T_g$  do polímero, ocorre interdifusão das cadeias poliméricas nas regiões de contato entre as partículas, resultando na coalescência delas, o que promove a formação de um filme contínuo e homogêneo. A coalescência é seguida de um entrelaçamento das cadeias provenientes de partículas vizinhas, o que provoca um aumento da resistência mecânica do filme (WANG; WINNIK, 1990). Durante a coalescência, o polímero precisa ter certa mobilidade para permitir a deformação das partículas e, em estágio posterior, o entrelaçamento das cadeias para a formação irreversível do filme. Se a interpenetração não ocorrer de forma satisfatória, o filme terá aspecto craqueado, pulverulento, com baixa estabilidade mecânica.

## 1.6 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE A FORMAÇÃO DO FILME EM LÁTICES

A capacidade de uma estrutura polimérica formar filmes é um fenômeno que está associado a diversos fatores, sendo o principal deles a temperatura (HOY, 1973; TOUSSAINT, 1997). Cada composição monomérica confere às estruturas poliméricas presentes no látex uma temperatura característica abaixo da qual a formação do filme não ocorre, uma vez que a mobilidade é insuficiente para permitir a coalescência das partículas. Em outras palavras, essa temperatura específica é a já mencionada  $T_g$  (propriedade intrínseca da cadeia polimérica) e deve estar situada abaixo da temperatura ambiente de aplicação. No entanto, apesar de a determinação de  $T_g$  ser bem difundida, ela é feita por técnicas sofisticadas e caras, como DSC (segundo metodologia padronizada internacionalmente pela ASTM E1356) (ASTM, 2010). Adicionalmente, existem diversas situações reais que interferem indiretamente na formação de filme, como a presença de monômeros residuais e a presença de solventes/coalescentes. Uma alternativa mais prática e realista

é a determinação da temperatura mínima de formação de filme (TMFF), que é a temperatura a partir da qual o látex é convertido em um filme que se apresenta contínuo e transparente. A TMFF é igualmente determinada por meio de metodologia padronizada internacionalmente (ASTM 2354), que consiste em aplicar o látex com um extensor de 75  $\mu\text{m}$  sobre uma superfície de cobre com gradiente de temperatura entre as extremidades, sendo uma fria e outra quente, e acompanhar em qual posição ocorre um filme isento de grandes imperfeições, sem turvação e não pegajoso (ASTM, 2014). A faixa de operação é de  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; no entanto, na prática, temperaturas abaixo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  são de difícil determinação em virtude do congelamento da água (PILZ, 2004). A Figura 1.5 exibe um equipamento de TMFF e um comparativo visualmente perceptível do efeito da adição de agentes que promovam a coalescência neste ensaio.



**Figura 1.5:** Equipamento para determinação da TMFF (A) e exemplo de formação de filme de látex com e sem adição de agentes que promovam a coalescência (B).

A TMFF é amplamente utilizada e, diferentemente da Tg, sofre influência de diversos fatores, não correspondendo somente a uma propriedade do polímero, mas de toda a formulação. Dessa forma, a TMFF costuma ser inferior à Tg em virtude do efeito plastificante dos tensoativos e de outros componentes residuais do processo de polimerização (PILZ, 2004). Em alguns casos, a própria água pode conferir efeito plastificante, principalmente quando utilizados monômeros altamente hidrofílicos, como o acetato de vinila, na composição do polímero do látex (WICKS, 2007). Um comparativo dessas duas medidas pode ser visualizado na Tabela 1.1.

	Resina vinil acrílica	Resina vinil VEOVA	Resina acrílica pura	Resina estireno acrílica	Resina estireno butadieno
Tg (°C)	6,5	23,7	34,7	20,5	-2
TMFF (°C)	~ 0	15	26	16	~ 0

**Tabela 1.1:** Comparativo de medidas efetuadas de Tg e TMFF com os métodos padronizados para diferentes resinas de mercado.

Fonte: adaptada de Pilz (2004).

## 1.7 AGENTES DE COALESCÊNCIA OU COALESCENTES

Em muitas situações, os sistemas aquosos são aplicados em condições adversas, tanto de temperatura quanto de umidade, e mesmo nesses casos faz-se necessário que apresentem a capacidade de formar um filme de forma homogênea. Além disso, é imprescindível que o sistema empregado no revestimento garanta propriedades típicas ligadas ao desempenho desses materiais, como resistência à abrasão, dureza, resistência química e à pega de sujeira. Por vezes, essas propriedades podem não ser alcançadas empregando-se uma resina constituída por monômeros que confirmam baixa Tg. Ao mesmo tempo, a utilização de monômeros que confirmam polímeros de Tg mais elevada que as temperaturas ambientes, em geral, exige condições de altas temperaturas de aplicação. Dessa forma, faz-se necessário o emprego de agentes que possam auxiliar nesse processo de formação de filme, sobretudo no estágio final de coalescência das partículas. Na prática, os coalescen-



tes são solventes que plastificam a fase polimérica presente nas formulações de tintas, esmaltes e adesivos, diminuindo a sua Tg e favorecendo a deformação das partículas no Estágio 2, bem como a interdifusão das cadeias poliméricas no Estágio 3. Os coalescentes precisam ter parâmetros de solubilidade compatíveis com os parâmetros de solubilidade da fase polimérica a ser plastificada e não podem desestabilizar as partículas de polímero, pigmentos e cargas presentes nas formulações de tintas. A capacidade de redução da Tg do polímero formador de filme pela atuação do coalescente, denominado poder plastificante, está relacionada à sua habilidade de interagir com as cadeias poliméricas e aumentar o volume livre entre elas (KEDDIE, 1997; STEWARD; HEARNA; WILKINSON, 2000). Esse aumento do volume livre entre as cadeias resulta em um aumento da mobilidade das cadeias poliméricas que favorece a deformação das partículas de polímero, a interdifusão das cadeias poliméricas e a formação de um filme contínuo e homogêneo. Outro quesito importante é a eliminação do coalescente do filme: os coalescentes precisam ser suficientemente voláteis para serem eliminados, pelo menos parcialmente, durante a secagem dos filmes, preferencialmente após a evaporação da água.

O efeito do agente de coalescência na interdifusão das cadeias poliméricas tem sido bastante investigado na literatura (SHEETZ, 1965; WANG; WINNIK, 1990). Agentes de coalescência, como solventes glicólicos, possuem a capacidade de aumentar a velocidade de interdifusão das cadeias poliméricas em filmes de látices envelhecidos sob as mesmas condições de temperatura e umidade.

Alguns modelos predizem a diminuição da TMFF em função da concentração do coalescente (TOUSSAINT et al., 1997). Esses modelos sugerem que quanto maior a partição do coalescente na fase polimérica e menor a Tg do coalescente, maior será a sua eficiência para diminuir a TMFF.

As principais características a serem consideradas na seleção de um agente de coalescência são apresentadas na Figura 1.6.

<b>Resistência à hidrólise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para permitir uso em sistemas de baixo e elevado pH.</li> </ul>
<b>Solubilidade em água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa para evitar migração quando aplicado em substratos hidrofílicos e mitigar contribuição de hidrofilicidade ao filme.</li> </ul>
<b>Ponto de congelamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo, de preferência menor que 10 °C, para viabilizar manuseio fabril descomplicado.</li> </ul>
<b>Cor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor possível, para mitigar interferência na coloração da tinta.</li> </ul>
<b>Odor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor possível, para viabilizar emprego em tintas para interiores.</li> </ul>
<b>Eficiência de coalescência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afinidade com polímero, mas não elevada, para evitar segregação na formulação.</li> <li>• Parâmetros de solubilidade compatíveis para residir na interface polímero-água.</li> </ul>
<b>Taxa de evaporação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferior à da água.</li> <li>• Não muito baixa, a fim de evitar permanência elevada, que pode deixar o filme pegajoso ao toque.</li> </ul>
<b>Ponto de ebulição</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa de médias-altas temperaturas.</li> <li>• Adequado para classificar de baixo a quase zero o conteúdo de orgânicos voláteis (VOC) no coalescente, a depender da normativa da região de uso.</li> </ul>

**Figura 1.6:** Principais características a serem consideradas na seleção de um agente de coalescência.

Fonte: adaptada de Pilz (2004).

O tipo e a quantidade do agente de coalescência a ser utilizado devem ser escolhidos em função do ajuste de propriedades desejado no sistema, bem como dos insumos principais que o compõem. Diversos materiais podem ser empregados como coalescentes e na Tabela 1.2 são apresentados as classes e os exemplos dos mais representativos empregados no mercado.

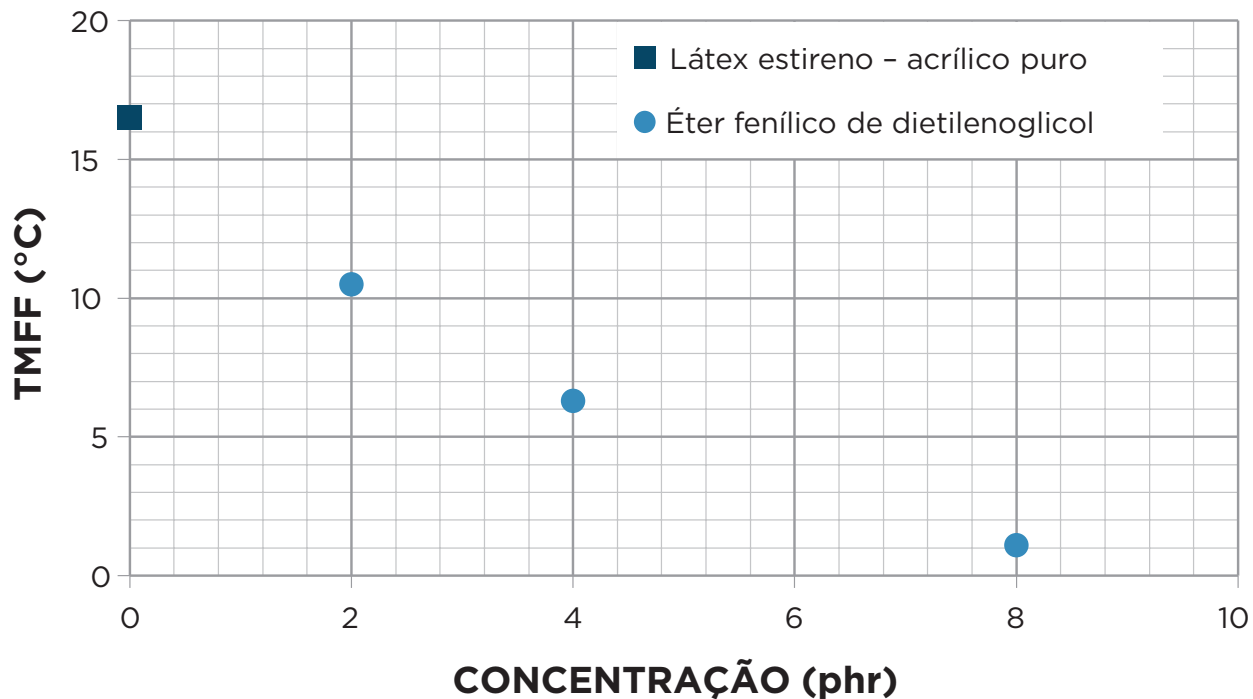
Classes	Exemplos
Hidrocarbonetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguarrás</li> </ul>
Glicóis simples	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etilenoglicol</li> <li>• Propilenoglicol</li> </ul>
Éteres glicólicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éter etílico de etilenoglicol</li> <li>• Éter fenílico de etilenoglicol/Éter fenílico de dietilenoglicol</li> <li>• Éter fenílico de propilenoglicol</li> <li>• Éter n-Butílico de monoetilenoglicol</li> <li>• Éter n-Butílico de dipropilenoglicol</li> <li>• Éter 2-etilhexílico de etilenoglicol</li> </ul>
Ésteres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ésteres graxos metílicos</li> <li>• Monoisobutirato de 2,2,4-trimetil 1,3-pentanodiol</li> <li>• Acetato de éter etílico de monoetilenoglicol</li> </ul>

**Tabela 1.2:** Classes e exemplos de coalescentes empregados no mercado.

Fonte: adaptada de Pilz (2004); Raja et al. (2010; 2012); Wang et al. (2016); Oxiteno (2015).

A Figura 1.7 permite a visualização gráfica do efeito quantitativo de um agente coalescente como o éter fenílico de dietilenoglicol em um látex de estireno-acrílico puro.

Tipicamente, são empregadas quantidades de cerca de 2 a 8 phr nas formulações de tintas, mas com grande tendência ao emprego das menores quantidades possíveis, a fim de mitigar não somente custos, mas a contribuição para o conteúdo total de orgânicos voláteis na formulação final.



**Figura 1.7:** Efeito da quantidade de agente de coalescência sobre a resposta de TMFF. A concentração em “phr” denomina quantidade mássica de coalescente para cada 100 partes de resina pura.

## 1.8 CONCLUSÃO

Pode se evidenciar que o processo de formação de filme é um dos mais importantes dentro da tecnologia de tintas. Fica latente que seu entendimento é fundamental para obtenção do revestimento desejado, seja para fins estéticos, seja de proteção do substrato, a fim de se assegurar a qualidade e o desempenho esperados. Pode-se igualmente concluir que esse processo sofre influências diversas e depende fortemente da composição da tinta, bem como da forma e das condições de aplicação dela. No caso específico de sistemas base água, o processo de formação de filme é um pouco mais complexo e requer o emprego de agentes que promovam a coalescência das partículas poliméricas. Esses agentes coalescentes podem pertencer a diversas famílias químicas e ser obtidos por rotas distintas, mas o que os define é sobretudo a capacidade de promover uma boa e homogênea formação de filme a partir de um látex.

## REFERÊNCIAS

ASTM INTERNATIONAL. **D2354-10e1**: Standard Test Method for Minimum Film Formation Temperature (MFFT) of Emulsion Vehicles. West Conshohocken, 2010.

\_\_\_\_\_. **E1356-08(2014)**: Standard test method for assignment of the glass transition temperatures by differential scanning calorimetry. West Conshohocken, 2014.

BRAGA, M. **Formação de filmes a partir de látexes de poliestireno, induzida por vapores de solventes**. Dissertação (Mestrado em Físico-química de Soluções Coloidais). Campinas: Instituto de Química, Unicamp, 2003.

FAZENDA, M. R. J. **Tintas**: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2009.

GARBELOTTO, P. **Solventes industriais**: seleção, formulação e aplicação. São Paulo: Blucher, 2007.

HOY, K. L. Estimating the effectiveness of latex coalescing aids. **J. Paint Technology**, n. 45, p. 51-56, 1973.

KEDDIE, J. L. Film formation of latex. **Materials Science and Engineering R: Reports**, v. 21, n. 3, p. 101-170, 1997.

LOVELL, P. A.; EL-AASSER, M. S. **Emulsion polymerization and emulsion polymers**. New York: John Wiley and Sons, 1997.

OXITENO. **Catálogo de tintas e revestimentos**. 2015. Disponível em: <[http://www.oxiteno.com/webcenter/portal/Oxiteno/tintas-e-revestimentos/catalogos?\\_adf.ctrl-state=3t71e9bco\\_85](http://www.oxiteno.com/webcenter/portal/Oxiteno/tintas-e-revestimentos/catalogos?_adf.ctrl-state=3t71e9bco_85)>. Acesso em: 15 ago. 2017.

PILZ, C. F. **Influência das propriedades da resina nas propriedades de uma tinta base água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Porto Alegre: Escola de Engenharia, UFRGS, 2004.

RAJA, T. N.; BROUWER, A. M.; NABUURS, T.; TENNEBROEK, R. A fluorescence approach to investigate repartitioning of coalescing agents in acrylic polymer emulsions. **Colloid Polymer Science**, v. 290, n. 6, p. 541-552, abr. 2012. DOI: 10.1007/s00396-011-2575-9.

RAJA, T. N.; BROUWER, A. M.; BIEMANS, K.; NABUURS, T.; TENNEBROEK, R. Detection of coalescing agents in water-borne latex emulsions using an environment sensitive fluorescent probe. **Photochemical and Photobiological Science**, v. 9, n. 7, 975-984, jul. 2010. DOI: 10.1039/C0PP00065E

- SHEETZ, D. P. Formation of films by drying of latex. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 9, n. 11, p. 3759-3773, nov. 1965.
- STEWART, P. A.; HEARNA, J.; WILKINSON, M. C. An overview of polymer latex film formation and properties. **Advances in Colloid and Interface Science**, n. 86, p. 195-267, 2000.
- TOUSSAINT, A. et al. Calculation of T<sub>g</sub> and MFFT depression due to added coalescing agents. **Journal of Progress in Organic Coatings**, v. 30, n. 3, p. 179-184, 1997.
- TRACTON, A. **Coatings technology: fundamentals, testing, and processing techniques**. Boca Raton: Taylor & Francis Group LLC, 2006.
- WANG, Y.; WINNIK, M. A. Effect of coalescing aid on polymer diffusion in latex films. **Macromolecules**, v. 23, n. 21, p. 4731-4732, 1990.
- WANG, Y., CHEN, Z., YU, F. Coalescing aid influences on acrylic latexes property and film formation process. **Indian Journal of Materials Science**, v. 2016, Article ID 1380791, 2016. DOI:10.1155/2016/1380791
- WICKS, Z. W. et al. **Organic coatings: science and technology**. 3. ed. New York: Wiley, 2007.



**MANUAL **DESCOMPLICADO**  
DE TECNOLOGIA DE TINTAS:**

*um guia rápido e prático para formulação de tintas e emulsões*

Clique aqui e:

**Veja na loja**

**Blucher**



# **Manual Descomplicado de Tecnologia de Tintas**

**Um Guia Rápido e Prático para  
Formulação de Tintas e Emulsões**

---

**OXITENO; Silmar Barrios (Organizador)**

ISBN: 9788521212447

Páginas: 228

Formato: 21,5 x 22,5 cm

Ano de Publicação: 2017

Peso: 0.876 kg

---