UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

MARIANA MENEGHESSO OLIVATO

TINTAS BASE ÁGUA: PROCESSO PRODUTIVO E PROBLEMAS MAIS COMUNS

BAURU
2010

MARIANA MENEGHESSO OLIVATO

TINTAS BASE ÁGUA: PROCESSO PRODUTIVO E PROBLEMAS MAIS COMUNS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Naturais como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Profª. Ms. Alessandra B.O. Stetner.

BAURU
2010

Olivato, Mariana Meneghesso
O481t

Tintas base água: processo produtivo e problemas mais comuns / Mariana Meneghesso Olivato -- 2010.
73f. : il.

Orientadora: Profa. Ms. Alessandra B. O. Stetner.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade Sagrado Coração - Bauru - SP.

1. Tintas. 2. Composição. 3. Processo produtivo. 4. Problemas. I. Stetner, Alessandra B. O. II. Título.

MARIANA MENEGHESSO OLIVATO

TINTAS BASE ÁGUA: PROCESSO PRODUTIVO E PROBLEMAS MAIS COMUNS

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Profª. Alessandra B.O. Stetner.

Banca examinadora:

_____
Profª. Ms. Alessandra B.O.Stetner.
Universidade do Sagrado Coração

_____
Profª. Drª. Márcia Zeferino.
Universidade do Sagrado Coração

_____
Profª. Ms. Setsuko Sato.
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 08 de dezembro de 2010.

Dedico este trabalho
a meus pais: Pedro e Marli,
que sempre estiveram ao meu lado,
me apoiando e acreditando em todos
os meus passos e conquistas

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que realizei e conquistei, aos meus familiares que sempre me apoiaram, aos meus colegas e amigos de curso, a todos os meus professores que me ajudaram nesta conquista, em especial a minha orientadora Alessandra Stetner que cedeu algumas horas do seu dia para realização deste e as professoras da banca que estiveram ao meu lado em mais este momento.

“Não se pode ensinar alguma coisa
a um homem; apenas ajudá-lo a
encontrá-la dentro de si mesmo”.

Galileu Galilei

RESUMO

Tinta é um composto líquido, muitas vezes viscoso, constituído de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante, que ao sofrer um processo de cura quando aplicado em película fina, transforma-se em um filme opaco e aderente à superfície. Esse filme tem a finalidade de embelezar, proteger e higienizar entre outras características específicas. Nos dias atuais, fala-se muito na quantidade de emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs) que afetam a camada de ozônio, fazendo com que o mercado de produtos de base água com menos VOC aumente. Embora existam infinidades de matérias-primas, a composição da tinta resume-se em resina (ligante) que serve para formação do filme e resistência do mesmo; cargas ou extenders que proporcionam poder de cobertura; resistência; pigmentos que conferem cor; líquido nesse caso é a água; aditivos que ajudam no desempenho do produto e proporcionam características especiais e solventes que ajudam nas propriedades das resinas. Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo descrever o processo de fabricação de tintas imobiliárias à base de água e sua composição. Para realização deste trabalho, foi feito um levantamento sobre o consumo de tintas nos últimos 9 anos, um levantamento teórico sobre o tema e um estudo de caso em uma indústria de Bauru, devido à dificuldade de encontrar bibliografias confiáveis sobre o tema. Foi realizado um levantamento do processo industrial em uma indústria de tintas do grupo francês Somefor. No ano 2000 decidiu iniciar suas atividades no Brasil, e para isso criou uma *joint-venture* com a *holding* brasileira Itemp. Após os estudos realizados, foi verificado que a prática e a teoria são semelhantes e um fator importante é a escolha adequada das matérias-primas, pois dependem de suas compatibilidades químicas para se obter as propriedades de resistência e de aspecto desejados.

Palavras- chave: Tintas. Composição. Processo Produtivo. Problemas

ABSTRACT

Paint is a liquid component, most of the times stick, formed by one or more flushed colors pigments dispersed in a binder which suffers a setting time process when applied in a thin film. Then it becomes an opaque and adherent film in the surface. This film goals to turn the product more beautiful, to protect and to make it hygienic between other specific characteristics. Now a days the quantity of volatile organic compounds (VOC) are very mentioned as affecting the ozone layer, this brings as a consequence the raising of market in water based products with less VOC. Although there are several types of raw materials, the most important composition of the paint are: the resin which serves to the formation and resistance of the film; loads or extenders which promote covering power, resistance etc; pigments that offer colors; liquid that in this case is the water; additives that help in the performance of the product and offer special characteristics and solvents that help in the properties of the resin. This study aims to describe the process of fabrication of water based house paints and their composition. We have done a study about the paint consumption in the last nine years. We also have organized a theoretical study and a case study in an industry in Bauru, because of the difficult in finding reliable references about theme. It has been done a research of industrial process with Somefor, a French paint industry. The said industry started its activities in 2000 in Brazil and created a joint venture with the Brazilian holding Itemp. We could verify after the present research that the practice and theory are equivalent and an important factor is the adequate choice of raw materials as their chemical compatibility to obtain the properties of resistance and aimed aspects.

Key words: Paints. Composition. Productive Process. Problems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Consumo de Tintas.....12
Figura 2 – Consumo de Tintas.....12
Figura 3 – Faturamento e número de empresas de tintas..... 12
Figura 4 – Pintura emcavernas.....14
Figura 5 – Pintura Egípcia.....14
Figura 6 – Formação de filme em tintas de emulsão.....18
Figura 7 – Foto ilustrativa.....21
Figura 8 – Agalmatolito.....24
Figura 9 – Caulim.....24
Figura 10 – Barita.....25
Figura 11 – Calcita / Dolomita.....25
Figura 12 – Carbonato de cálcio precipitado.....26
Figura 13 – Sílica.....27
Figura 14 – Exemplos de geometria das partículas.....29
Figura 15 – Tipo de acabamento em função de λ.....30
Figura 16 – Porcentagem de sólidos por volume.....34
Figura 17 – Aditivos e funções.....35
Figura 18 – Fluxograma de Processo.....38
Figura 19 – Fluxograma de Processo 2.....39
Figura 20 - Desenho típico de um disco dispersor.....41
Figura 21 – Disco dispersor componentes.....41
Figura 22 – Posicionamento correto do disco dispersor.....42
Figura 23 – Modelos de agitadores / dispersores.....42-43
Figura 24 – Tipos de agitadores mais comuns.....43
Figura 25 – Picnômetro de alumínio.....44
Figura 26 – Copo Ford - Viscosímetro.....44
Figura 27 – Aparelho e esquema do aparelho de brilho “Glossmeter” 44
Figura 28 – Viscosímetro Stormer.....45
Figura 29 – Bolhas de ar.....46
Figura 30 – Casca de laranja.....47
Figura 31 – Casca de laranja aumentada.....47
Figura 32 – Células de Bernard.....47

Figura 33 – Crateras.....48
Figura 34 – Escorrimento.....48
Figura 35 – Fervura.....50
Figura 36 – Flotação.....50
Figura 37 – Marcas d’água.....51
Figura 38 – Olho de peixe.....52
Figura 39 – Sujeira.....52
Figura 40 – Repelência.....53
Figura 41 – Rub up.....53
Figura 42 - Fissuras.....54
Figura 43 – Mofo ou bolor.....54
Figura 44 – Desagregamento.....55
Figura 45 – Descascamento.....55
Figura 46 – Bolhas.....56
Figura 47 – Eflorescência.....56
Figura 48 – Calcinação / baixa resistência à alcalinidade.....57
Figura 49 – Falta de uniformidade de brilho.....57
Figura 50 – Baixa resistência à abrasão.....58
Figura 51 – Alastramento / nivelamento inadequado.....58
Figura 52 – Baixo poder de cobertura.....59
Figura 53 – Adesão de duas superfícies.....59
Figura 54 – Crateras / espumação.....60
Figura 55 – Descamação.....60
Figura 56 – Enrugamento.....61
Figura 57 – Escorrimento da tinta.....61
Figura 58 – Não uniformidade de cor.....62
Figura 59 – Polimento da tinta.....62
Figura 60 – Rachaduras na superfície.....63
Figura 61 – Respingo.....63
Figura 62 – Baixa adesão a metais galvanizados.....64
Figura 63 – Desbotamento.....64
Figura 64 – Ferrugem.....65
Figura 65 – Fluxograma de processo – estudo de caso.....67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **11**

2 DESENVOLVIMENTO **13**
2.1 CONCEITO DE TINTAS 13
2.2 TINTAS À BASE DE SOLVENTE 16
2.3 TINTAS À BASE DE ÁGUA 17

3 COMPONENTES BÁSICOS **19**
3.1 RESINA 19
3.2 PIGMENTOS 21
3.3 CARGAS / EXTENDERS 22
3.3.1 CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTOS EM VOLUME (PVC) 29
3.4 LÍQUIDOS / SOLVENTES 33
3.5 ADITIVOS 35

4 PROCESSOS PRODUTIVOS **38**

5 EQUIPAMENTOS PROCESSO FABRIL **41**

6 ALGUNS EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS DE ANÁLISE **44**

7 DEFEITOS MAIS COMUNS **46**

8 PRINCIPAIS PROBLEMAS **54**

9 ESTUDO DE CASO **66**

10 CONCLUSÃO **70**

REFERENCIAS **71**

ANEXO A – Planta geral da fábrica de tintas – produção 72

ANEXO B – Classificação de tintas segundo norma ABNT NBR 15079 73

1 INTRODUÇÃO

Talvez uma das formas mais felizes de expressar a importância das tintas, no contexto da realidade atual, tenha sido a descrita por Marco Wismar, vice-presidente da PPG Industries, Divisão de Pesquisa e Desenvolvimento – Tintas e Resinas, no Chemical Engineering News de Fevereiro de 1984.

Segundo Wismar (1984 *apud* Fazenda, 2005, p.4), “O valor da tecnologia de tintas e vernizes tem sido altamente subestimado em todos os sentidos; a grande maioria das pessoas que não esteja de alguma forma relacionada com tintas e correlatos, seguramente não se dá conta de que esta tecnologia envolve muitas ciências tais como: química orgânica e inorgânica, química dos polímeros, eletroquímica química de superfície, físico-química, química dos colóides, etc. O porte da indústria de tintas no mundo ocidental é de US$ 22 bilhões. Nós protegemos e embelezamos casas e edifícios, carros, eletrodomésticos, além de uma variedade imensa de produtos industriais[...]”.

Este trabalho tem como objetivo descrever o processo de fabricação de tintas imobiliárias a base de água e a sua composição. Para a sua realização foi feito um levantamento teórico sobre o assunto e um estudo de caso em uma indústria de Bauru.

A empresa estudada foi uma indústria de tintas do grupo francês Somefor, que no ano 2000 decidiu iniciar suas atividades no Brasil, e para isso criou uma *joint-venture* com a *holding* brasileira Itemp. No ano seguinte iniciam-se em Bauru interior de São Paulo as atividades produtivas da Itemp-Somefor Brasil. A empresa inicialmente é focada na fabricação de tintas para construção civil com a marca de grandes varejistas e distribuidores (sistema de marca própria). No ano de 2005, o grupo Somefor decide desenvolver duas marcas mundiais Elan e Formula e passa a produzi-las também no Brasil. Em 2009, o grupo Somefor é comprado pelo grupo Maestria, que começa já no mesmo ano a transferir para o Brasil sua tecnologia de produtos especiais, iniciando pela linha de tintas hospitalares.

Para mostrar a importância do assunto estudado, a figura 1 e 2 mostram o aumento do consumo de tintas e vernizes entre os anos de 2000 e 2009, principalmente nas áreas de construção civil e complementos, repintura e solventes, a figura 3 mostra o faturamento e o número de empresas no mesmo período.

Cabendo também salientar, o pequeno número de bibliografias confiáveis e disponíveis sobre o assunto.

QUADRO GERAL DE CONSUMO DE TINTAS E VERNIZES UNIDADES GALÕES 10^3										
Período Setores	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Construção Civil e Complementos	183132	188761	199260	195075	202488	206393	211759	224676	270833	272778
Repintura, Solventes e Complemento	13125	13650	13055	12975	13100	13493	13763	14382	15660	15021
Sub Total Revenda	**196257**	**202411**	**212315**	**208050**	**215588**	**219886**	**225522**	**239058**	**286493**	**287799**

Figura 1 – Consumo de tintas
Fonte: Departamento Econômico - Sitivesp

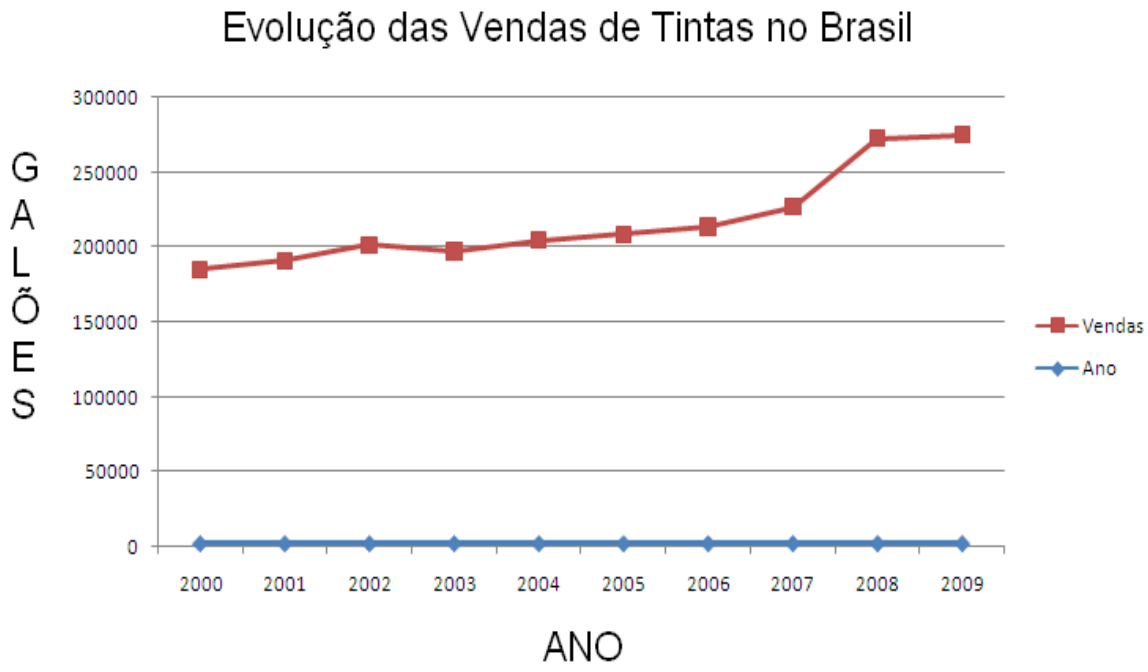


Figura 2 – Consumo de tintas
Fonte: produzido pela autora

FATURAMENTO EM US$	Nº DE EMPRESAS	Nº DE EMPREGOS
2000 = 1,82 BILHÃO	2000 = 338	2000 = 17278
2001 = 1,73 BILHÃO	2001 = 352	2001 = 16812
2002 = 1,65 BILHÃO	2002 = 370	2002 = 16303
2003 = 1,53 BILHÃO	2003 = 403	2003 = 15885
2004 = 1,75 BILHÃO	2004 = 399	2004 = 16284
2005 = 2,21 BILHÕES	2005 = 436	2005 = 16600
2006 = 2,44 BILHÕES	2006 = 397	2006 = 16933
2007 = 2,91 BILHÕES	2007 = 447	2007 = 17707
2008 = 3,72 BILHÕES	2008 = 524	2008 = 18326
2009 = 3,53 BILHÕES	2009 = 491	2009 = 17699

Figura 3 - Faturamento e número de empresas de tintas
Fonte: Departamento Econômico - Sitivesp

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 CONCEITO DE TINTAS

A tinta é um composto líquido, geralmente viscoso constituído de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante líquido, que ao sofrer um processo de cura quando estendido em película fina, se transforma em um filme opaco e aderente ao substrato. Esse filme tem a finalidade de embelezar, proteger e higienizar entre outras características específicas.

No decorrer da evolução, as tintas têm sido empregadas nas mais diversas ocasiões. A humanidade, em suas diferentes etnias, usou tintas para registrar a história, expressar espiritualidade ou produzir arte, dentre outros fins. Exemplares diversos destas manifestações são encontrados em toda parte do mundo: pinturas rupestres, tatuagens, escrita, arte, ormanentação e estética (FAZENDA, 2009).

É muito difícil estabelecer uma data para o surgimento da tinta. O homem não estava procurando criar ou inventar algo que embelezasse ou protegesse sua casa quando a tinta surgiu, mesmo porque, naquela época, ele ainda morava em cavernas. Foi graças à incessante necessidade do homem expressar os seus pensamentos, emoções e a cultura de seu povo que ela foi descoberta. De início, as tintas tiveram um papel puramente estético. Somente mais tarde, quando introduzidas em países do norte da América e da Europa, onde as condições climáticas eram mais severas, o aspecto “proteção” ganharia maior importância. (FAZENDA, 1995)

Os povos pré-históricos fabricavam tintas moendo materiais coloridos como plantas e argila em pó, e adicionando água. A técnica empregada era simples, pois as cores eram preparadas com os próprios dedos e algumas vezes prensadas entre pedras. Usavam-na para a decoração de suas cavernas e tumbas, e sobre seus corpos. (FAZENDA, 1995)

Figura 4 – Pintura em cavernas
Fonte: Fazenda, 2008, p. 44.

O primeiro povo a pintar com grande variedade de cores foram os egípcios. Inicialmente, fabricavam as tintas a partir de materiais encontrados na terra de seu próprio país e das regiões próximas. Somente entre 8.000 a 5.800 a.C. é que surgiram os primeiros pigmentos sintéticos. Para obterem cores adicionais, os egípcios importavam anileira e garança na Índia. Com a anileira, podia-se obter um azul profundo e, com a garança, nuances de vermelho, violeta e marrom. Os egípcios também aprenderam a fabricar brochas brutas, com as quais aplicavam a tinta. (FAZENDA, 1995)

Figura 5 – Pintura Egípcia
Fonte: Tintas Imobiliárias de Qualidade, p.45

As primeiras tintas de escrever foram provavelmente inventadas pelos antigos egípcios e chineses. As datas exatas dessa invenção são desconhecidas. Manuscritos de cerca de 2.000 a.C. comprovam que os chineses já conheciam e utilizavam nanquim. (FAZENDA, 1995)

Os romanos aprenderam a técnica de fabricar tinta com os egípcios. Exemplares de tintas e pinturas romanas podem ser vistos nas ruínas de Pompéia. Por volta do século V a.C., os romanos utilizaram pela primeira vez na história o alvaiade como pigmento. Após a queda do Império Romano, a arte de fabricar tintas perdeu-se, sendo retomada pelos ingleses somente no final da Idade Média. (FAZENDA, 1995)

Na Idade Média, o aspecto “proteção” começa a ganhar importância. Os ingleses usavam as tintas, principalmente em igrejas e, depois, em prédios públicos e residenciais de pessoas importantes. Durante os séculos XV e XVI, artistas italianos fabricavam pigmentos e veículos para tintas. Nessa época, a produção de tinta era particularizada e altamente sigilosa. Cada artista ou artesão desenvolvia seu próprio processo de fabricação de tinta. Tratadas como se fossem um “segredo de estado”, as fórmulas de tintas eram enterradas com seu inventor. (FAZENDA, 1995)

No ápice da Revolução Industrial, final do século XVIII e início do XIX, os fabricantes de tintas começaram a usar equipamentos mecânicos. Os primeiros fabricantes, entretanto, apenas preparavam os materiais para tintas, fornecendo-os para os pintores, que compunham suas próprias misturas. Em 1867, os fabricantes introduziram as primeiras tintas preparadas no mercado. O desenvolvimento de novos equipamentos de moer e misturas também facilitaram a produção em larga escala no final do século XIX. (FAZENDA, 1995)

Durante Primeira e Segunda Guerras Mundiais, período considerado pelos historiadores bastante fértil para ciência; químicos desenvolveram novos pigmentos e resinas sintéticas. Esses pigmentos e veículos substituíram ingredientes das tintas, como óleo de linhaça, necessário para fins militares. Pesquisas desenvolvidas por químicos e engenheiros tornaram-se atividade importante na fabricação de tinta. (FAZENDA, 1995)

No final da década de 50, químicos criaram tintas especiais para pintura de exteriores, novos tipos de esmaltes para acabamento de automóveis e tintas à prova de gotejamento para superfícies externas e internas. Nos anos 60, a pesquisa continuada com resinas sintéticas conferiu às tintas maior resistência contra substâncias químicas e gases. Foi nessa época, que as tintas fluorescentes se popularizaram. Devido à descoberta de envenenamento por chumbo de muitas crianças após terem comido lascas de tinta seca, na década de 1970, os governos

de alguns países impuseram restrições ao conteúdo de chumbo nas tintas de uso doméstico, limitando-o a cerca de 0,5%. (FAZENDA, 1995)

Conforme apresentado no Instituto de Qualidade de Tinta – PQI (PAINT QUALITY INSTITUTE, 2000) no começo dos anos 90, os mercados europeu e americano começaram de forma bem discreta a lançar produtos com menos emissões de agentes poluidores ao meio ambiente. Com a introdução de novas leis ambientais cada vez mais estritas nesses países e pela aceitação dos consumidores, os produtos começaram a ganhar mercado.

Entre as vantagens que fazem dos produtos com baixo teor de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) ou ainda agentes poluidores uma boa alternativa são os produtos com baixo odor, onde o mercado brasileiro começa a avançar. Embora hoje a maioria das tintas seja a base água, não significa que não contém uma alta quantidade de VOCs. Os compostos orgânicos voláteis evaporam das tintas rapidamente e se instalam no meio ambiente.

Existem vários tipos de tintas, porém as mais conhecidas são as tintas à base de solvente e as tintas à base de água.

2.2 TINTAS À BASE DE SOLVENTE

O termo “à base de solvente” é freqüentemente utilizado para se referir tantos a revestimentos modificados a óleo com a base de alquídicos. Revestimentos à base de óleo são constituídos de um vegetal que seca ou oxida e forma ligações cruzadas quando expostos ao ar, e assim desenvolvem as propriedades desejadas. Óleos de secagem normalmente usados em tintas e revestimentos incluem óleo de semente de linho (espremido a partir da semente do linho e refinado), óleo de tungue ou madeira da China (extraído do fruto da árvore da madeira da china), e óleo de soja (extraído dos grãos da soja). Hoje, poucas tintas são feitas de óleo puro; ao invés disso, elas são à base de óleos modificados chamados de alquídicos. Os alquídicos secam mais e melhor do que os óleos. Alguns revestimentos, especialmente bases para exteriores, são feitos de combinações de óleos e alquídicos para oferecer a flexibilidade adequada. (PAPEL...., c2008)

A formação do filme em tintas à base de solventes é um processo de duas etapas; quando a tinta é aplicada a uma superfície o líquido evapora e deixa o

ligante e o pigmento na superfície, o ligante seca ou oxida ao reagir com o oxigênio do ar. (PAPEL...., c2008)

É durante a secagem ou oxidação que aparecem as características de dureza das tintas à base de solvente. O processo de oxidação pode até fazer com que esse tipo de pintura endureça a ponto de rachar ou lascar. O calor também acelera o processo de amarelamento. Por exemplo, se há um aquecedor do tipo radiador e uma parede pintados na mesma cor, com o tempo, eles vão ficando cada vez mais diferentes: o radiador amarela muito mais rápido do que a parede. Este amarelamento é bem evidente em áreas protegidas da luz, do sol, como a parede atrás de um quadro. (PAPEL...., c2008)

2.3 TINTAS À BASE DE ÁGUA

As tintas à base de água, também hidrossolúveis (nome não conhecido e utilizado) produzidas com resinas sintéticas são modificadas com a finalidade de permitir a utilização de água como solvente.

Essas modificações são iniciadas na fabricação dos polímeros e complementadas na fabricação das tintas. As matérias-primas específicas e o processo de fabricação obedecem, na sua forma simples, o processo de produção das tintas convencionais e apresentam uma performance praticamente idêntica, quando comparada com sistemas convencionais à base de solvente. (FAZENDA, 2005)

A maioria das tintas à base de água são conhecidas como tintas látex. Existem mais vantagens do que desvantagens em usar tintas à base de água com relação as tintas à base de solvente:

- Utilização de água como solvente (diluente)
- Produto não inflamável
- Menor toxicidade
- Redução de poluentes no ar
- Fácil adaptação às linhas de pintura

Desvantagem:

- Secagem mais lenta ao ar quando comparado com solventes.

A formação do filme em tintas à base de água ocorre quando a tinta é aplicada e a água evapora. Durante esse processo, as partículas de pigmento e o ligante se aproximam. Nos últimos estágios da evaporação do líquido, a ação capilar aproxima as partículas de ligante com maior força, fazendo com que elas se fundam ao pigmento formando um filme contínuo. Este processo, chamado coalescência, é explicado na figura 6 abaixo: (PAPEL...., c2008)

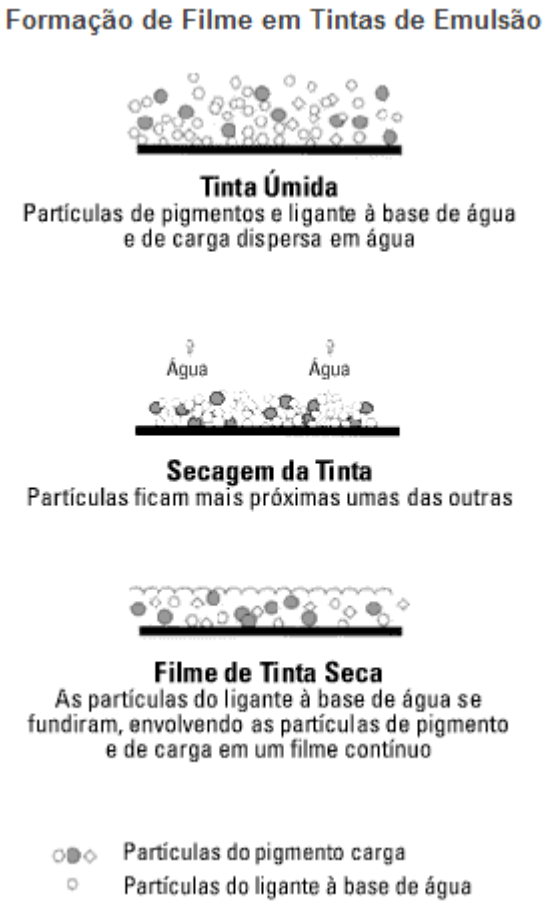


Figura 6 – Formação de filme em tintas de emulsão

Fonte: Paint Quality Institute

3 COMPONENTES BÁSICOS

As tintas são constituídas basicamente de resina, pigmentos ou cargas, aditivos e solventes.

As características do acabamento (pintura) desejado irão depender intimamente das propriedades físico-químicas de cada um destes componentes, que serão descritos logo abaixo.

3.1 RESINA

Resina é a parte não volátil da tinta, também conhecida como ligante, agregante e formador de película, pois as partículas de resina não evaporam durante a secagem, elas se juntam às partículas de pigmentos e cargas para formar o filme da tinta. Ela também denomina o tipo de tinta ou revestimento empregado. Assim por exemplo temos as tintas acrílicas, óleo, alquídicas (esmalte solvente), epóxicas, e etc. (FAZENDA, 2005)

Propriedades da tinta como dureza, flexibilidade, resistência à abrasão, resistência a álcalis, brilho e adesão, são governadas basicamente pela resina. Algumas variações menores dessas propriedades podem ser conseguidas pela modificação de outros componentes da formulação, mas cabe ao sistema de resinas a maior influência. (FAZENDA, 2005)

A durabilidade do sistema de resinas também funciona como fator limitante da durabilidade da tinta e merece especial atenção na seleção dos pigmentos que deverão compor a formula devido ao custo final do produto.

Resumo das propriedades básicas da tinta conferida pelo sistema de resinas:

Aplicabilidade	Secagem e cura	Durabilidade	Adesão
Resistência química	Resistência a abrasão/risco	Flexibilidade e dureza	

As primeiras tintas desenvolvidas utilizavam resinas de origem natural (principalmente vegetal). Atualmente, com exceção de trabalhos artísticos, as resinas utilizadas pela indústria de tinta são sintéticas e constituem compostos de alto peso molecular. (YAMANAKA et al, 2006)

As resinas são oligômeros ou polímeros. Os polímeros são macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (monômeros) e possuem alta

massa molecular. Polímeros com massa molecular muito elevados são designados altos polímeros, enquanto os de baixa massa molecular são chamados de oligômeros (do grego: poucas partes).

Em geral, quanto maior a massa molecular média do polímero, menor será sua reatividade, dureza e melhor será sua resistência ao escorrimento.

As resinas dependendo, dependendo de sua reatividade, do tipo de reações e da sua composição, podem ser classificadas como termoplásticas (quando o filme de tinta pode ser revertido novamente em resinas), ou em termofixas (quando não há mais possibilidade de reversão).

As resinas mais usuais são as alquídicas, epóxi, poliuretânicas, acrílicas, poliéster, vinílicas e nitrocelulose. Abaixo se encontra uma breve descrição destas resinas:

- **Resina alquídica**: polímero obtido pela esterificação de poliácidos e ácidos graxos com poliálcoois. Usadas para tintas que secam por oxidação ou polimerização por calor. (YAMANAKA et al, 2006)

- **Resina epóxi**: formadas na grande maioria pela reação do bisfenol A com epiclоridina; os grupos glicidila presentes na sua estrutura conferem-lhe uma grande reatividade com grupos amínicos presentes nas poliaminas e poliamidas. (YAMANAKA et al, 2006)

- **Resina acrílica**: polímeros formados pela polimerização de monômeros acrílicos e metacrílicos; por vezes o estireno é copolimerizado com estes monômeros.

A polimerização destes monômeros em emulsão (base de água) resulta nas denominadas emulsões acrílicas usadas nas tintas látex. A polimerização em solvente conduz a resina indicada para esmaltes termoconvertíveis (cura com resinas melamínicas) ou em resinas hidroxiladas para cura com poliisocianatos. (YAMANAKA et al, 2006)

3.2 PIGMENTOS

Figura 7 – Foto ilustrativa

O pigmento é o material sólido ou em pasta utilizado para conferir cor, opacidade (cobertura), certas características de resistência e outros efeitos. Os pigmentos são substâncias insolúveis no meio em que são utilizados (orgânico ou aquoso). Os corantes são substâncias geralmente solúveis em água e são utilizados para conferir cor a um determinado produto ou superfície.

Os corantes se fixam na superfície que vão colorir através de mecanismos de adsorção, ou ligações iônicas e covalentes enquanto que os pigmentos são dispersos no meio (tinta) formando uma dispersão relativamente estável. (YAMANAKA et al, 2006)

O dióxido de titânio (TiO_2), é o principal pigmento branco. Tem as seguintes características: (PAPEL...., c2008)

- Proporciona uma brancura excepcional ao dispersar a luz
- Proporciona brancura e poder de cobertura em tintas foscas e brilhantes, tanto úmidas como secas ou reumedecidas.
- É relativamente caro.
- Em tintas para exterior tem maior tendência à calcinação do que a maioria dos pigmentos coloridos.

O pigmento polímero esférico opaco é o segundo pigmento branco mais usado. É usado em conjunto com o TiO_2 para proporcionar dispersão e espaçamento adicionais. Pode ajudar a reduzir o custo de formulação da tinta e aprimorar certos aspectos da qualidade da tinta. (PAPEL...., c2008)

Pigmentos coloridos proporcionam cor pela absorção seletiva da luz. Existem três grandes categorias de pigmentos: pigmentos inorgânicos, orgânicos e pigmentos de efeito.

- **Pigmentos Inorgânicos**: Geralmente não são tão brilhantes quanto as cores orgânicas (muitos são descritos como cores terrosas), são os pigmentos exteriores mais duráveis, exemplos: dióxido de titânio, amarelo óxido de ferro, vermelho óxido de ferro, cromatos e molibidatos de chumbo, negro de fumo, azul da Prússia, etc. (PAPEL...., c2008)

- **Pigmentos Orgânicos**: Incluem os de cores mais brilhantes, alguns dos quais são bastante duráveis no uso em exteriores, alguns exemplos são: azul ftalocianinas azul e verde, quinacridona violeta e vermelha, perilenos vermelhos, toluidina vermelha, aril amídicos amarelos, etc. (PAPEL...., c2008)

- **Pigmentos de Efeito**: alumínio metálico, mica, etc. (YAMANAKA et al, 2006)

3.3 CARGAS / EXTENDERS

Em épocas passadas, os extenders eram chamados de cargas ou fillers, e sua função básica em uma formulação era o de reduzir o custo das matérias-primas, mas com o desenvolvimento de novas tecnologias, a indústria de beneficiamento de minerais incorporou tratamentos e modificações.

As cargas são minerais industriais com características adequadas de brancura e granulometria sendo as propriedades físicas e químicas também importantes. Elas são importantes na produção de tintas látex e seus complementos, esmaltes sintéticos foscos e acetinados, tintas a óleo, tintas de fundo, etc. (YAMANAKA et al, 2006).

Proporcionam volume a um custo relativamente pequeno. Oferecem poder de cobertura muito menor do que o TiO2 e interferem em diversas características, no ajuste e controle do brilho, resistência à abrasão e retenção exterior de cor, na melhoria da opacidade, na facilidade de limpeza, para a formação do efeito textura, no controle da porosidade, no ajuste da viscosidade, na melhora do nivelamento, no controle da sedimentação, no aumento da resistência a corrosão, entre outras. (PAPEL....., c2008)

Com o passar do tempo, e por meio do melhor conhecimento das propriedades dos extenders, pode-se dizer que uma boa tinta só pode ser produzida

com o uso correto das propriedades específicas dos vários extenders à disposição do formulador. Eles são obtidos pela micronização de certos minerais, pela extração de depósitos sedimentares, ou obtidos sinteticamente pela precipitação em reações químicas. (FAZENDA, 2009)

De uma forma geral, os produtos naturais têm tamanho de partícula maior dos que os sintéticos, embora os naturais também estejam disponíveis no mercado em uma ampla gama de distribuição de partículas.

A forma das partículas dos extenders também varia muito e depende de sua forma cristalina, de sua composição química e da forma como foram industrializados. A estrutura cristalina dos extenders são a acicular, em forma de agulhas, a nodular, em forma aproximada de esferas, e a lamelar, em forma de placas. (FAZENDA, 2009)

Os extenders de forma acicular têm maior tendência a sedimentar, mas são facilmente redispersáveis quando comparados com os de forma nodular. Os extenders aciculares reforçam a estrutura do filme como se fossem fibras. Já os lamelares reforçam a estrutura do filme, reduzindo a tendência ao craqueamento e interrupção da continuidade da película durante seu envelhecimento. Os extenders lamelares melhoram a impermeabilidade do filme e a aplicabilidade da tinta, melhorando o seu nivelamento em função da característica de lubrificação que as placas do extender conferem ao produto final. (FAZENDA, 2009)

As cargas minerais são particularmente importantes na produção de tintas látex; sob o ponto de vista quantitativo representam uma parte importante da composição dessas tintas. (YAMANAKA et al, 2006).

Os minerais mais utilizados são carbonato de cálcio, agalmatolito, caulim, barita, calcita/dolomita, etc. Também são importantes os produtos de síntese (cargas sintéticas) como por exemplo: carbonato de cálcio precipitado, sulfato de bário, sílica, sílico-aluminato de sódio, etc.

Alguns exemplos de Minerais:

- Agalmatolito: Quimicamente, o agalmatolito tem fórmula ($Al_2[(OH)_2Si_4O_{10}]$), similar à do talco, só com a substituição do íon magnésio pelo alumínio. Sua estrutura é lamelar como a do talco e do caulim. O mineral principal do agalmatolito é a

pirofilita, com a fórmula anterior, e como minerais acessórios ele normalmente é fornecido com quartzo, mica e caulim.

Como os outros minerais com estrutura lamelar, o agalmatolito é de fácil dispersão, funciona como um anti-sedimentante, melhorando a resistência ao craqueamento. (FAZENDA, 2009)

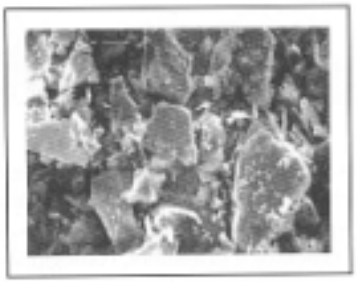


Figura 8 - Agalmatolito

Fonte: Tintas: Ciência e Tecnologia, 2009, p. 412.

- Caulim: O silicato de alumínio hidratado ($Al_2[(OH)_4Si_2O_5]$) é uma argila com estrutura lamelar muito utilizado como espaçador de titânio, melhorar a aplicabilidade da tinta, o lixamento e as propriedades de selagem e de barreira; além de ter boa alvura, é muito macio, fácil de dispersar e inerte, melhorando a reologia das tintas em função de sua estrutura lamelar. Também em função de sua estrutura, os caulins melhoram a resistência mecânica dos filmes e funcionam como um aditivo, evitando a sedimentação dos pigmentos. (FAZENDA, 2009).

Figura 9 - Caulim

Fonte: Tintas: Ciência e Tecnologia, 2009, p. 415.

- Barita: A barita, sulfato de bário natural, com fórmula ($BaSO_4$), possui alta densidade e alto índice de refração quando comparado com outros extenders, apresentando forma cristalina nodular, é inerte tanto em ambientes ácidos como em alcalinos. A barita tem uma grande tendência à sedimentação. Possui baixa

absorção de óleo, o que é muito útil para o aumento do PVC sem grande impacto no brilho ou viscosidade do produto final. Sua principal utilização é em primers, principalmente para o segmento de manutenção industrial, contribuindo para o aumento dos sólidos, espessura do filme, melhor compactação dos pigmentos e melhoria no alastramento, adesão e rendimento. (FAZENDA, 2009).

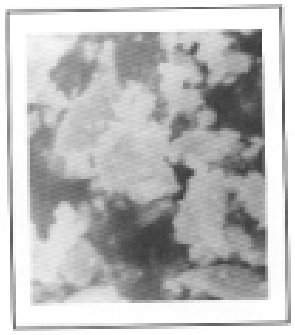


Figura 10 - Barita
Fonte: Tintas: Ciência e Tecnologia, 2009, p. 413.

- Calcita / Dolomita: Calcita é o carbonato de cálcio natural ($CaCO_3$), enquanto a dolomita é o carbonato duplo de cálcio e magnésio ($[CaMg(CO_3)_2]$). Ambos são considerados extenders primários devido ao baixo custo, e conferem à tinta propriedades muito semelhantes. Devido a sua baixa absorção de óleo, tanto a calcita como a dolomita podem ser incorporadas em altos teores, reduzindo, assim, o custo da tinta Esses carbonatos estão disponíveis no mercado com tamanhos que variam desde partículas de alguns milímetros, com aplicação especialmente em texturas, até alguns micrômetros para uso em acabamentos. As calcitas e dolomitas, em função de sua forma nodular, são muito úteis para melhorar o empacotamento dos extenders em uma formulação, diminuindo, consequentemente, o CPVC da tinta. (FAZENDA, 2009).

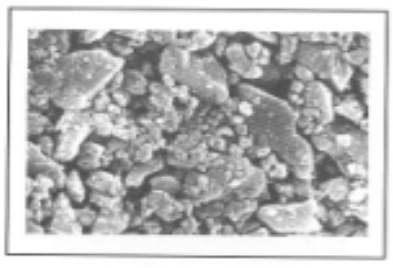


Figura 11 – Calcita / Dolomita
Fonte: Tintas: Ciência e Tecnologia, 2009, p. 414.

De acordo com o PQI o carbonato de cálcio também chamado de giz, é um pigmento de uso geral, baixo custo e reduzido poder de cobertura, usado tanto em tintas para exterior como nas para interior.

- Carbonato de Cálcio Precipitado (PCC): O carbonato de cálcio precipitado ($CaCO_3$) obtido industrialmente tem a mesma fórmula química que o produto natural e se distingue da calcita pelo tamanho menor de partículas, maior pureza e maior brancura. Sua principal utilização é em tintas látex para aumentar o poder de cobertura seca. Sua obtenção industrial é feita a partir da calcita, que é calcinada formando o óxido de cálcio. Após, este é dissolvido em água e carbonatado normalmente com o próprio gás carbônico gerado na calcinação. Durante esse processo, as impurezas da calcita são eliminadas. (FAZENDA, 2009)

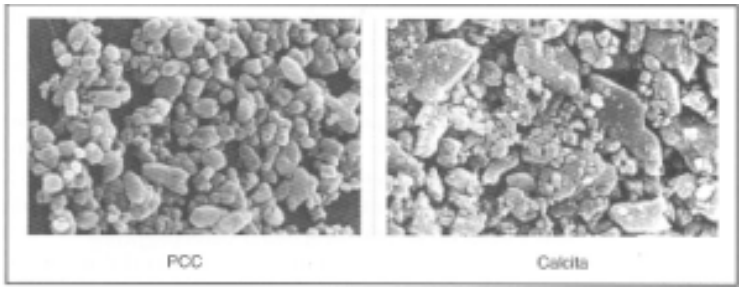


Figura 12 – Carbonato de Cálcio Precipitado
Fonte: Tintas: Ciência e Tecnologia, 2009, p. 415.

$$CaCO_3 \text{ (calcinação)} \rightarrow CaO + CO_2$$
$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Sílicas: As sílicas sintéticas podem ser obtidas pelo processo pirogênico ou por precipitação. Pelo processo pirogênico, o tetracloreto de silício é hidrolisado na presença de uma chama a 1000º C, formando a sílica amorfa.

$$SiCl_4 + 2\ H_2 + O_2 \rightarrow SiO_2 + 4HCl$$

Pelo processo de precipitação, o silicato de sódio é reagido com um ácido mineral formando a sílica gel, que é filtrada, seca, moída e, a seguir, recebe tratamentos superficiais para adequá-las a diversos sistemas.

$$Na_2SiO_3 + H_2SO_4 \rightarrow SiO_2 + Na_2SO_4 \,.\, H_2O$$

As sílicas sintéticas são utilizadas em baixos níveis nas formulações e são efetivamente um aditivo. As sílicas pirogênicas são mais utilizadas como agentes reológicos, diminuindo a tendência ao escorrimento e aumentando a viscosidade do sistema a ponto de torná-lo tixotrópico dependendo do nível de uso; são excelentes anti-sedimentantes. Em função de seu tratamento hidrofóbico, são úteis em sistemas anticorrosivos; possuem boa resistência a ácidos e fraca aos álcolis.

As sílicas precipitadas, embora também apresentem uma tendência em aumentar a viscosidade do sistema, têm sua maior utilização como agente fosqueante praticamente para todos os sistemas. Essa compatibilidade com diferentes polímeros é obtida pelo tratamento superficial que as sílicas precipitadas recebem; ambas as sílicas pirogênica e precipitada tem formato nodular. (FAZENDA, 2009)

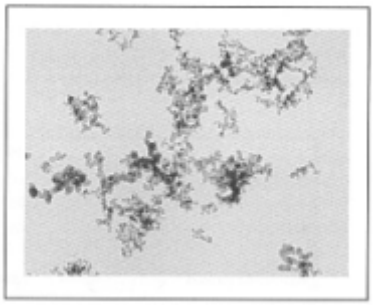


Figura 13 - Sílica

Fonte: Tintas: Ciência e Tecnologia, 2009, p. 418.

- Sílico Aluminato de Sódio Sintético: O sílico aluminato de sódio ou silicato de alumínio précipitado ($Na[AlSi_3O_8]$) é um extender produzido industrialmente por meio da precipitação do silicato de sódio, ácido sulfúrico e sulfato de alumínio. Como os demais extenders sintéticos, o sílico aluminato de sódio é fornecido com tamanho de partículas bem pequenas, usualmente menores que dois micrometros, e possui uma alvura bem alta. Em função de sua alta absorção de óleo, sua utilização em uma

formulação deve ser em níveis baixos, visto que ele interfere muito na viscosidade do produto final. O sílico aluminato de sódio é um excelente espaçador para o titânio, além de aumentar a cobertura seca pelo aumento da porosidade do filme. (FAZENDA, 2009)

Outros Extenders:

- **Esferas de vidro sólida**s: são oferecidas em diversos tamanhos, e sua principal aplicação são em tintas de demarcação viária com a finalidade de proporcionarem retro-reflexão, aumentando a visibilidade e a segurança nas estradas e avenidas.

Esferas de vidro ocas: são oferecidas em diversos tamanhos, e sua principal aplicação são em tintas para manutenção pesada e massas. Essas esferas diminuem a densidade do produto final, melhoram a resistência ao impacto e a resistência química, além de facilitarem a formulação de produtos com alto sólidos.

Esferas ocas de estireno em emulsão: são utilizadas como extender de titânio, e embora possam ser utilizadas para quaisquer tipos de acabamento, oferecem mais vantagens em sistemas com acabamento brilhante ou acetinado.

Pó de vidro: recentemente está sendo oferecido ao mercado pó de vidro, proveniente da reciclagem de vidros em geral, mas especialmente de vidros automotivos laminados. O produto aumenta sensivelmente a resistência à abrasão dos filmes em que é utilizado, porém muito cuidado deve ser tomado no seu manuseio, pois pode causar silicose aos pulmões.

Perlita: mineral de baixa densidade e alta absorção de óleo, formado por rochas vulcânicas porosas, utilizado principalmente em revestimentos para controle acústico e térmico, tintas resistentes ao calor e em massas resistentes a batida de pedra. São inertes quimicamente. Quando tratados termicamente se expandem até 2000%. (FAZENDA, 2009)

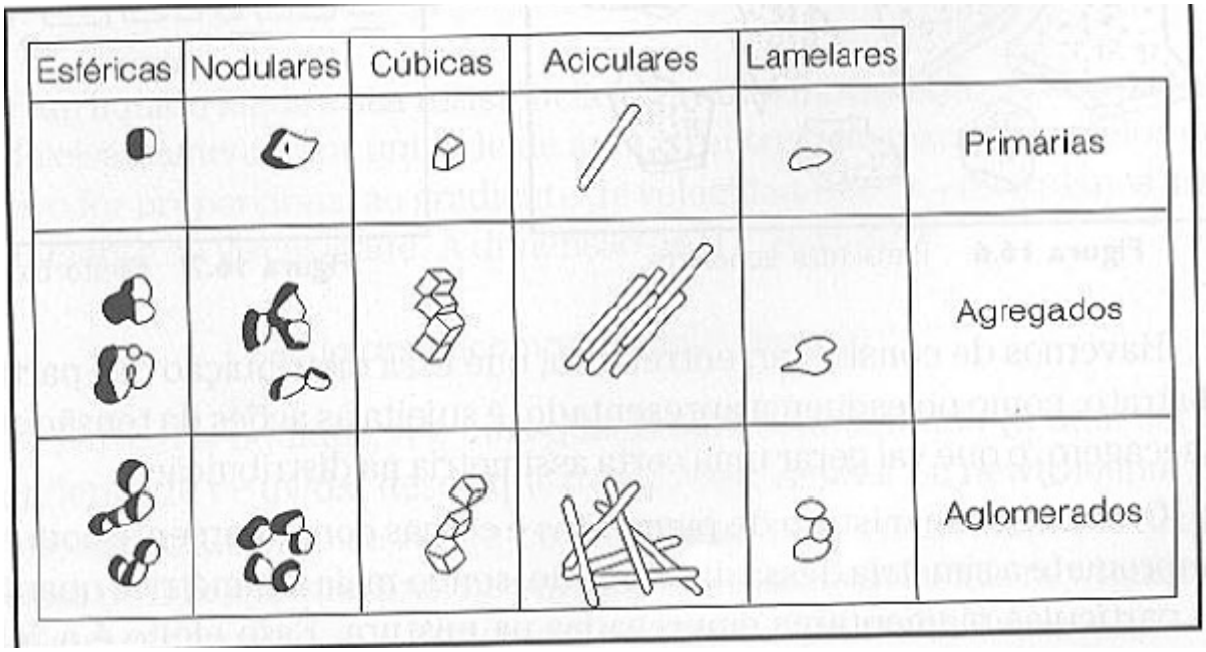


Figura 14 – Exemplos de geometria das partículas

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 535

3.3.1 Concentração de Pigmentos em volume (PVC)

Um dos parâmetros de grande importância na formulação de uma tinta é a concentração de pigmentos em volume da fórmula (PVC). Existe um ponto crítico na concentração de pigmentos e cargas em que a quantidade de polímero é o mínimo necessário para preencher todos os espaços vazios entre as partículas de pigmentos, e este ponto é definido como CPVC, ou seja, a concentração crítica de pigmento em volume. (FAZENDA, 2009)

À medida que aproximasse ou ultrapassasse o CPVC de uma tinta ocorrem mudanças drásticas tanto físicas quanto óticas que interferem na aparência, no desempenho do produto, na aplicação e também no processo produtivo. Normalmente as formulações mostram a relação em peso das matérias primas e acabasse esquecendo que o fundamental é a relação em volume que se permite formular com maior consistência na busca dos resultados pretendidos para uma dada formulação. (FAZENDA, 2009)

Em tintas com um volume razoável de extenders em sua composição, como por exemplos, os látex, primers, tintas foscas, tintas com dupla função de primer e acabamento, a relação de pigmento para o polímero em volume (PVC) é a melhor

forma de estudar as propriedades do filme seco. O CPVC é o ponto de inflexão de diversas propriedades do filme, a partir do qual a quantidade de polímero utilizada na fórmula passa a ser insuficiente para preencher todos os espaços entre as partículas de pigmentos. Neste ponto, passa a ser incorporado ar no filme seco, o que ocasiona a mudança de diversas propriedades do filme. Este é o ponto em que a tinta deixa de ser após a sua secagem um sistema sólido e contínuo para passar a ser um sistema descontínuo e poroso. (FAZENDA, 2009)

O CPVC de uma tinta varia muito em função do tamanho, da geometria da partícula e da mistura do pigmento e extenders, da distribuição granulométrica, do grau de dispersão, e etc. Quanto menor o tamanho de partículas de uma mesma mistura de pigmentos e extenders, menor será o CPVC da tinta. Além do PVC e do CPVC, há ainda outro parâmetro de extrema importância, normalmente referenciado como Lambda. O λ é a relação PVC / CPVC, e ainda a que distância se está em uma formulação deste ponto crítico. Quando o PVC = CPVC, o λ = 1. Pode-se dizer o seguinte:

Λ	**Tipo de Acabamento**
< 0,50	Acabamentos brilhantes
0,50 a 0,80	Acabamentos acetinados
> 0,80	Acabamentos foscos
0,50 a 1,00	Primers
> 1,00	Massas
> 1,00	Tintas econômicas

Figura 15 – Tipo de acabamento em função de λ

Fonte: Tintas Ciência e Tecnologia, 2009, p. 411.

Para conseguir-se a otimização de uma formulação tanto tecnicamente como economicamente, é importante conseguir-se a maior densidade de empacotamento possível da mistura. Este melhor empacotamento é obtido, quando se consegue uma larga distribuição dos tamanhos de partículas dos pigmentos e extenders, conseguindo-se desta forma aumentar o CPVC e consequentemente diminuir o λ do produto o que permite a adição de mais extenders sem detrimento da qualidade e a um menor custo. (FAZENDA, 2009)

De acordo com o Paint Quality Institute os pigmentos reduzem o brilho e os reflexos da tinta. Ao empregar pigmentos com tamanhos e formatos diversos e em maiores quantidades obtém-se os seguintes níveis de brilho:

1. brilhante (menor quantidade de pigmento)
2. semi-brilho
3. acetinado
4. fosco

O brilho da pintura é determinado por um instrumento que lê a refletividade a partir de diferentes ângulos a partir da vertical e comparando com um padrão da indústria (vidro polido = 100).

Os químicos que produzem as tintas usam um índice chamado PVC (concentração do volume de pigmento) para indicar a taxa de pigmento em relação ao ligante na formulação da uma tinta. O PVC é uma comparação dos volumes relativos (não dos pesos) entre o total de pigmento e de ligante e é calculado assim:

$$\% \text{ PVC} = \frac{\text{Volume de Pigmentos e Cargas}}{\text{Volume total da tinta seca}} \text{ X } 100$$

Ainda que variem muito de acordo com o tipo e tamanho do pigmento utilizado, os valores mais comuns de PVC associados com diferentes níveis de brilho de tinta são:

Tipo de Tinta	**PVC Típico**
Brilhante	< 20%
Semi-brilho	30 – 35%
Acetinada	35 – 45%
Fosca	45 – 80%

Uma ampla variação de níveis de pigmentação ocorre na formulação de tintas foscas. Tintas foscas de melhor qualidade, tanto para interiores como para exteriores, têm um PVC entre 38 e 50%. Em geral essas tintas têm mais ligante

disponível por unidade de pigmento, elas terão mais durabilidade do que outras tintas foscas com maior PVC, se as outras características não variarem, assim como resistência a escovação e a sujeira em uso em interiores; retenção de cores, resistência a calcinação, resistência ao crescimento de algas e fungos e durabilidade em geral para aplicação em exteriores. (PAPEL...., c2008)

Segundo Shreve e Brink Jr. (1997) o conceito mais importante para o formulador moderno de tintas é o da concentração volumar de pigmento (CVP), que é definida por:

$$CVP = \frac{\text{volume do pigmento na tinta}}{\text{volume do pigmento na tinta + volume dos constituintes não voláteis do veículo da tinta}}$$

A CVP controla, em grande medida, certos fatores, como lustre, a refletância, as propriedades reológicas, a lavabilidade e a durabilidade. As exigências intrínsecas de óleo, pertinentes à combinação de pigmento e fíler que está sendo usada, afetam, porém, a CVP usada na formulação.

Existe uma faixa de CVP para cada tinta, conforme abaixo:

Tintas simples	50-75%	Tintas para exteriores	28-36%
Tintas semi brilhantes	35-45%	Primers para metais	25-40%
Tintas brilhantes	25-35%	Primers para madeiras	35-40%

A CVP em uma fórmula serve como guia para o trabalho de reformulação, com outra combinação de pigmento ou de veículo, e, por isso, é extremamente útil ao formulador de tintas. Payne discute os efeitos da variação da CVP, sugerindo que há uma modificação gradual das propriedades de recobrimento com a variação da concentração pigmentar, até que se atinge uma concentração crítica (CVPC), em que as propriedades sofrem uma variação substancial.

3.4 LÍQUIDOS / SOLVENTES

A parte líquida da tinta (também chamada de “veículo”) fornece uma forma de umedecer (e transportar) o pigmento e o ligante entre a lata e a superfície a ser pintada. Para a maioria das tintas à base de solvente, o componente líquido é a aguarraz, um destilado combustível de petróleo composto de hidrocarbonetos alifáticos. Para lacas transparentes e pigmentadas, o veículo usado é normalmente o thinner, ou outro solvente mais forte e mais inflamável. Para tintas de emulsão, o líquido é principalmente água.

Os pigmentos e o ligante são o que sobra na superfície quando a tinta seca e a parte líquida evapora. Juntos são chamados de porção sólida da tinta:

Pigmentos + Ligantes = Sólidos

O revestimento (por exemplo, tinta, esmalte, fundo) consiste de sólidos e de líquido.

Sólidos + Líquido = Revestimento

Quando uma tinta é aplicada com uma dada espessura, e depois seca, é a proporção entre sólidos e líquidos que determina a espessura que o filme de tinta vai ter depois de seco. A figura 16 compara a tinta látex econômica e a tinta látex de alta qualidade com relação à porcentagem de sólidos por volume em filme de tinta úmida e filme de tinta seca e composição das matérias-primas.

Figura 16 – Porcentagem de sólidos por volume

Fonte: Paint Quality Institute

Assim, maior quantidade de sólidos pode oferecer uma camada de filme seco mais espessa, que resulta em melhor cobertura e durabilidade. Por essa razão, é recomendado que as tintas não sejam diluídas acima do recomendado pelo fabricante, já que isso reduz o conteúdo sólido por unidade de volume da tinta. O peso dos sólidos em uma tinta é normalmente maior do que o seu volume de sólidos. Volume de sólidos é um indicador melhor de desempenho do que o peso dos sólidos. (PQI)

De acordo com YAMANAKA et al, (2006), os solventes são compostos (orgânicos ou água) responsáveis pelo aspecto líquido da tinta com uma determinada viscosidade. Após a aplicação da tinta, o solvente evapora deixando uma camada de filme seco sobre o substrato. Os solventes orgânicos são geralmente divididos em dois grupos: os hidrocarbonetos e os oxigenados. Por sua vez, os hidrocarbonetos podem ser subdivididos em dois tipos: alifáticos e aromáticos, enquanto que os oxigenados englobam os álcoois, acetatos, cetonas, éteres, etc.

As tintas de base aquosa utilizam como fase volátil água adicionada de uma pequena quantidade de líquidos orgânicos compatíveis. A escolha de um solvente em uma tinta deve ser feita de acordo com a solubilidade das resinas respectivas da

tinta, viscosidade e da forma de aplicação. Uma exceção importante são as tintas látex, onde a água é a fase dispersora e não solubilizadora do polímero responsável pelo revestimento.

Atualmente existe um esforço mundial no sentido de diminuir o uso de solventes orgânicos em tintas, com iniciativas tais como: substituição por água, aumento do teor de sólidos, desenvolvimento de tintas em pó, desenvolvimento de sistema de cura por ultra-violeta dentre outras.

3.5 ADITIVOS

Este grupo de produtos químicos envolve uma vasta gama de componentes que são empregados em baixas concentrações (geralmente < 5%), que têm funções específicas como conferir importantes propriedades às tintas e aos revestimentos respectivos, tais como: aumento da proteção anticorrosiva, bloqueadores dos raios UV, catalisadores de reações, dispersantes e umectantes de pigmentos e cargas, melhoria de nivelamento, preservantes e anti-espumantes. (YAMANAKA et al, 2006).

Aditivo	Função
Fotoiniciadores	Formação de radicais livres quando submetidos à ação da radiação UV iniciando a cura das tintas de cura por UV
Secantes	Catalisadores da secagem oxidativa de resinas alquídicas e óleos vegetais polimerizados.
Agentes reológicos	Modificam a reologia das tintas (aquosas e sintéticas) modificação esta necessária para se conseguir nivelamento, diminuição do escorrimento, etc.
Inibidores de corrosão	Conferem propriedades anti-corrosivas ao revestimento
Dispersantes	Melhoram a dispersão dos pigmentos na tinta
Umectante	Nos sistemas aquosos aumentam a molhabilidade de cargas e pigmentos, facilitando a sua dispersão.
Bactericidas	Evitam a degradação do filme da tinta devida à ação de bactérias, fungos e algas..
Coalescentes	Facilitam a formação de um filme contínuo na secagem de tintas base água unindo as partículas do látex.

Figura 17 – Aditivos e função

Fonte: Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes - Série P+L

O Paint Quality Institute, classifica os aditivos como componentes adicionais que afetam e melhoram diversas propriedades da tinta.

- **Espessantes e Modificadores de reologia**: a reologia é a ciência que estuda como um líquido escoa. Fornecem a viscosidade apropriada, para que a tinta possa ser aplicada de forma correta; influenciam a espessura do filme e sua fluidez quando aplicado.

Os modernos modificadores de reologia ajudam as tintas à base de água a:

- respingar menos quando aplicadas com rolo
- fluírem de forma suave
- ter vida útil maior. Os espessantes antigos, de origem natural são mais sensíveis à deterioração, reduzem a viscosidade além de conferir mau odor à tinta.

- **Surfactantes**: (sabões especiais): estabilizam a tinta de forma que seus componentes não se separem ou que se torne muito espessa para ser usada; mantém os pigmentos dispersos para o máximo de brilho e cobertura; ajudam a "umedecer" a superfície que está sendo pintada para que a tinta não se movimente ao ser aplicada e proporcionam compatibilidade entre corantes de forma que a cor correta seja obtida e não se altere ao ser aplicada.

- **Biocidas**: também conhecidos como conservantes. Há dois tipos principais que são usados em tintas à base de água.

- **Bactericida:** para evitar que bactérias cresçam sobre a pintura, (especialmente importante nas tintas armazenadas em latas constantemente abertas e fachadas já que pode ocorrer contaminação).

- **Fungicida ou Algicida**, para desestimular o crescimento de fungos e algas na superfície da tinta depois de aplicada.

- **Anti- espumantes**: rompem as bolhas que se formam quando a tinta:

- é misturada no processo fabril
- é colocada no misturador / agitador ou é movimentada
- é aplicada à superfície, especialmente com o rolo

- **Co-solventes e Coalescentes**: são outros líquidos adicionados além da água. Os co-solventes ajudam a tinta líquida não sofrer danos quando congelada, facilitam a pintura a pincel, incluindo o alastramento e o “tempo aberto” (o tempo em que a tinta pode ser aplicada e trabalhada, antes que comece a secar)

Os coalescentes ajudam o ligante a formar um bom filme quando aplicado até a temperatura mínima recomendada. (PAPEL...., c2008).

4 PROCESSOS PRODUTIVOS

A indústria de tintas é caracterizada pela produção em lotes, o que facilita o ajuste da cor e o acerto final das propriedades da tinta. Nas etapas de fabricação, predominam as operações físicas (mistura, dispersão, completagem, filtração e envase), sendo que as conversões químicas acontecem na produção dos componentes (matérias-primas) da tinta e secagem do filme após a aplicação. (YAMANAKA et al, 2006)

O fluxograma abaixo é descrito pelos autores do Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes – série P+L em 2006

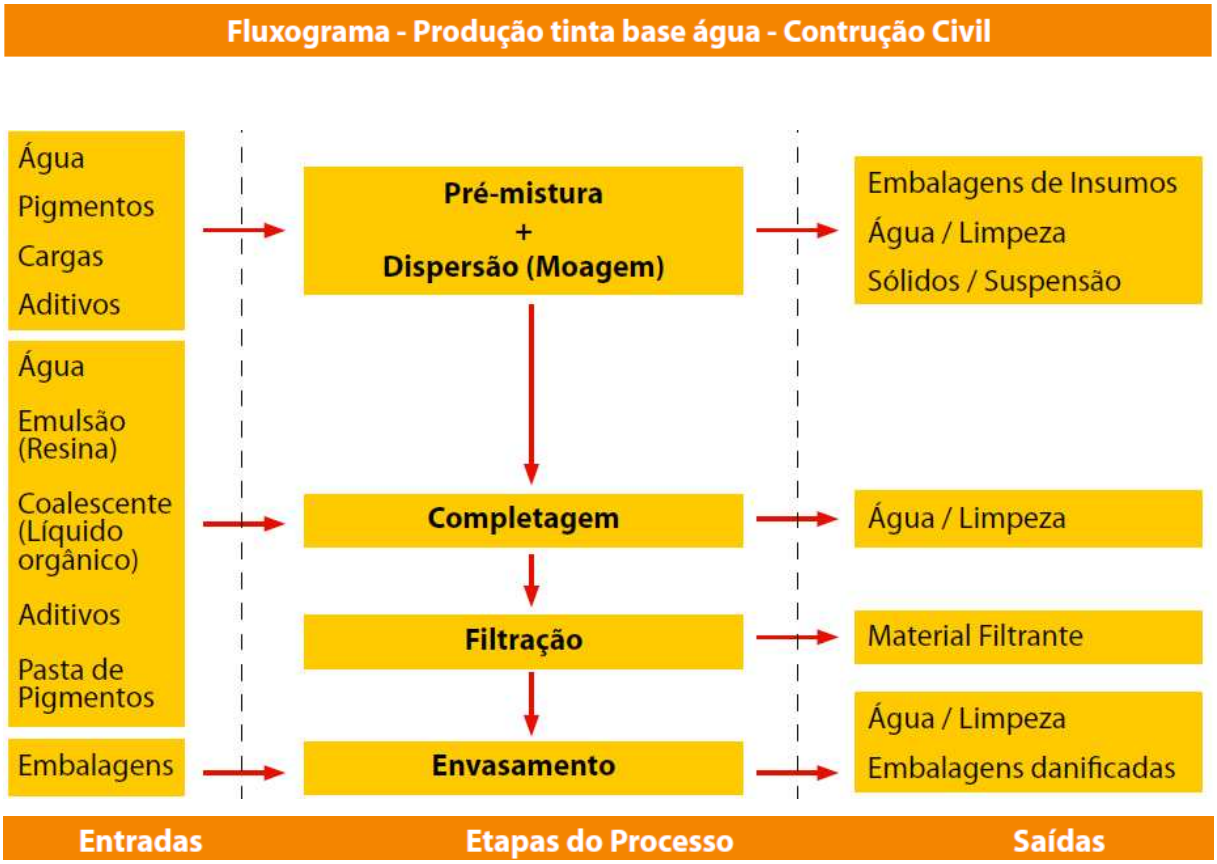


Figura 18 - Fluxograma de Processo

Fonte: Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes, 2006.

a – Pré mistura e dispersão: em um equipamento provido de agitação adequada são misturados: água, aditivos, cargas e pigmento (dióxido de Titânio)

A dispersão é feita em seqüência no mesmo equipamento.

b – Completagem: esta etapa é feita em um tanque provido de agitação adequada onde são adicionados água, emulsão, aditivos, coalescentes e o produto da dispersão. Nesta etapa são feitos o acerto de cor e as correções necessárias para que se obtenham as características especificadas da tinta.

c – d – Filtração e envase: estas etapas ocorrem simultaneamente. A produção de tintas base água surge como alternativa para a redução de COV (compostos orgânicos voláteis). Sua maior aplicação é no ramo imobiliário, predominando as tintas látex. As etapas de fabricação são basicamente as mesmas da base solvente, porém mais simples. As diferenças resumem-se a ordem de adição dos componentes da tinta.

De acordo com Shreve e Brink Jr. (1997) a formulação apropriada das tintas centraliza-se em torno das exigências específicas de um emprego particular. Essas exigências podem ser listadas como cobertura, coloração, resistência ao tempo, lavabilidade, lustre, propriedades anticorrosivas de metais e consistência, conforme o tipo de aplicação (pincel, pistola ou rolo). As exigências particulares são satisfeitas pela escolha apropriada dos pigmentos, fíleres e veículo. Uma vez que as técnicas de formulação das tintas ainda são, em grande parte, empíricas, é difícil prever as propriedades de uma formulação específica, o que significa que muitas vezes é necessário efetuar um número considerável de ensaios antes que sejam obtidas as propriedades desejadas.

A figura 19 mostra o fluxograma de uma fábrica completa de tintas em que podem consumir mais de 2000 matérias-primas e produzir cerca de dez vezes mais variedades de produtos acabados. São usados numa mesma fábrica, diversos tipos de moinhos, em série ou em paralelo. Alguns são moinhos de bolas e dispersores a alta velocidade, outros são moinhos de três ou de cinco rolos de aço.

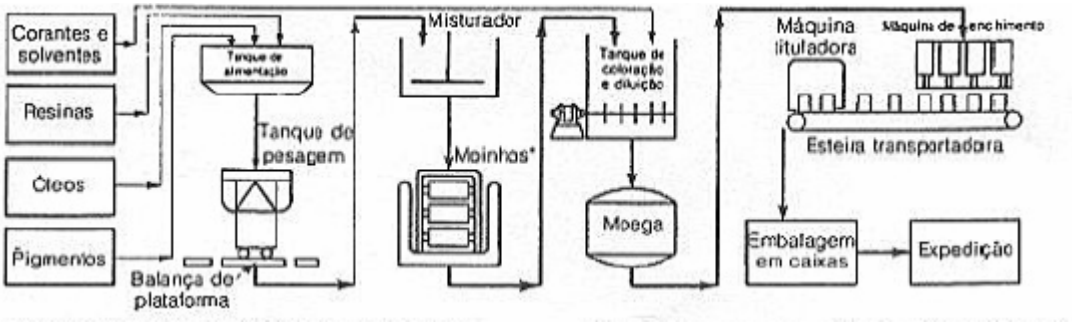


Figura 19 - Fluxograma de Processo 2

Fonte: Indústrias de Processos Químicos, 1997.

As diversas operações necessárias à misturação das tintas são inteiramente físicas. As operações unitárias pertinentes aparecem na seqüência apropriada; na fabricação dos constituintes das tintas, e também na secagem da película, ocorrem conversões químicas. O procedimento de fabricação acima refere-se a uma produção maciça de tinta. A pesagem, reunião e misturação dos pigmentos e veículos ocorrem num andar superior da fábrica. O misturador pode ser semelhante a uma amassadeira, com lâminas em sigma. A carga de material é transferida para o andar de baixo, onde ocorrem moagem e misturação suplementares. Podem ser usados diversos tipos de moinhos. O que predomina na escolha do equipamento são os tipos de pigmentos e de veículos, segundo Shreve e Brink Jr. (1997).

A tinta é transferida para o andar inferior, onde é diluída e colorida em tanques com agitação, que podem conter partidas de vários milhares de litros. A tinta líquida é coada em um tanque de transferência ou diretamente para a moega da máquina de enchimento, no piso de baixo. Para remover os pigmentos não dispersados, usam-se centrífugas, peneiras ou filtros de pressão. A tinta é transferida para latas ou tambores, que são rotulados e embalados.

Uma outra maneira é explicada por Shreve e Brink Jr. (1997) de forma mais clara; o dispersante, juntamente com a amônia é adicionado à água num misturador, que recebe depois os pigmentos pré-misturados; segue-se a moagem num moinho de bolas. Os pigmentos e fíleres mais usados são tipos de dióxido de titânio dispersáveis em água, de sulfeto de zinco, de litopônio, e tipos comuns de sulfato de bário, de mica, de sílica de diatomáceas, de argila e de silicato de magnésio. Emprega-se em geral uma combinação de quatro ou cinco inertes. Os pigmentos usuais corados podem ser usados para o tingimento. Os formadores de películas são adicionados à dispersão do pigmento, seguidos pela solução preservativa (usualmente os fenóis clorados) e por um anti-espumante (óleo de sebo sulfonado ou óleo de pinho). A emulsão de látex é lentamente adicionada, com agitação, e seguida por água. A tinta é misturada, peneirada e novamente misturada, antes do embalamento.

5 EQUIPAMENTOS PROCESSO FABRIL

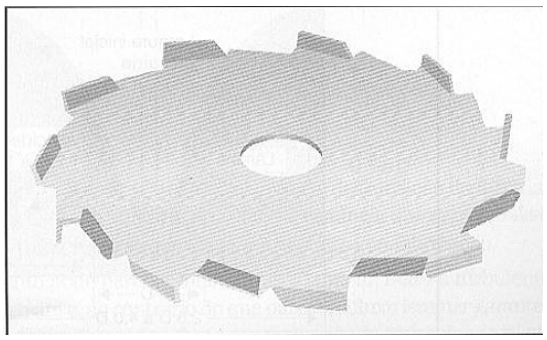


Figura 20 - Desenho típico de um disco dispersor

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 571.

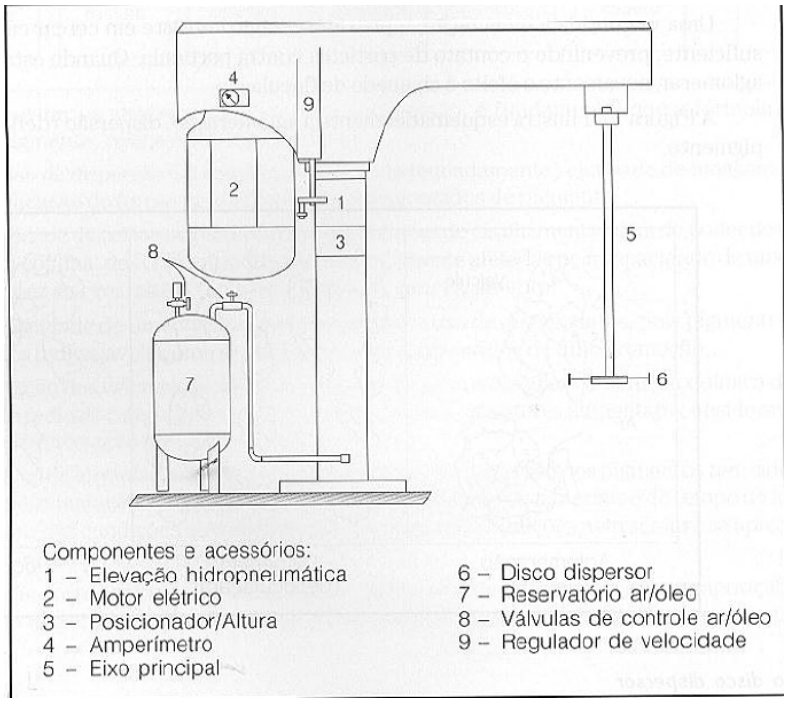


Figura 21 - Disco dispersor componentes

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 572.

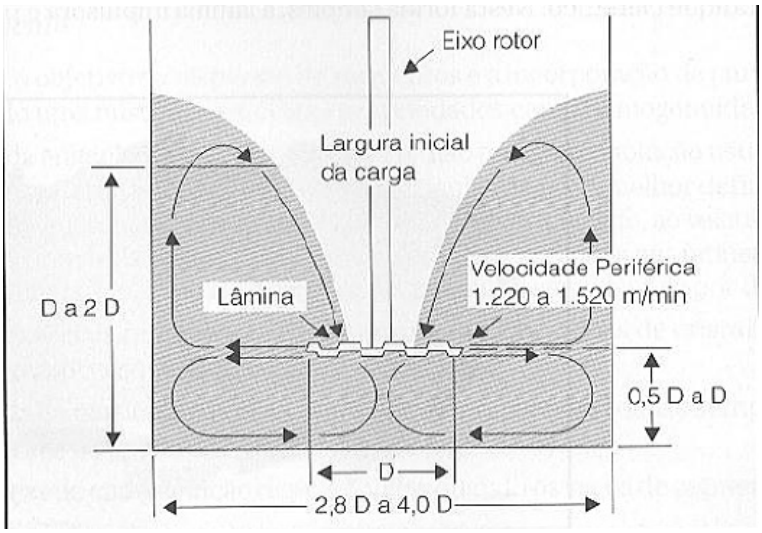
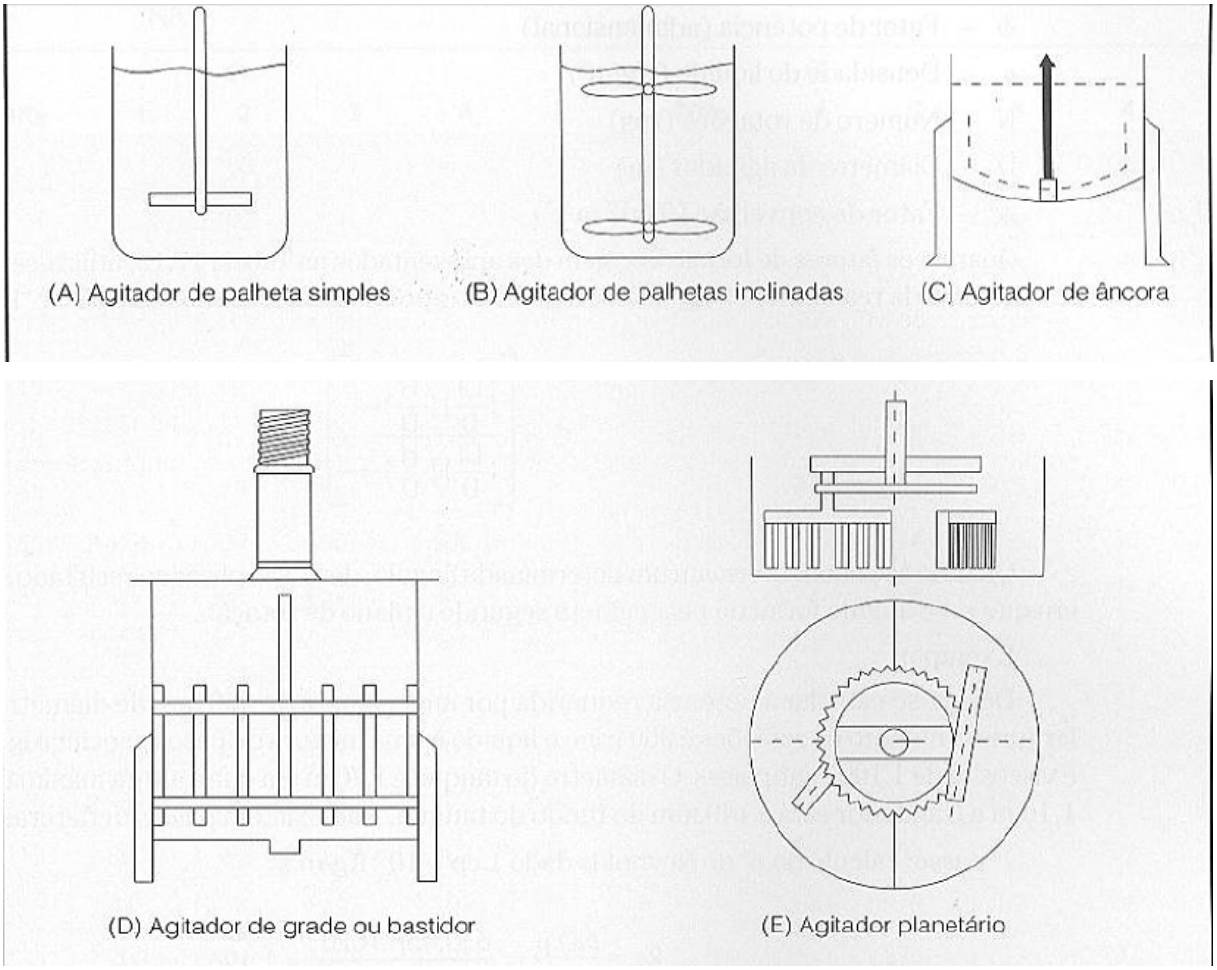


Figura 22 - Posicionamento correto do disco dispersor

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 572.



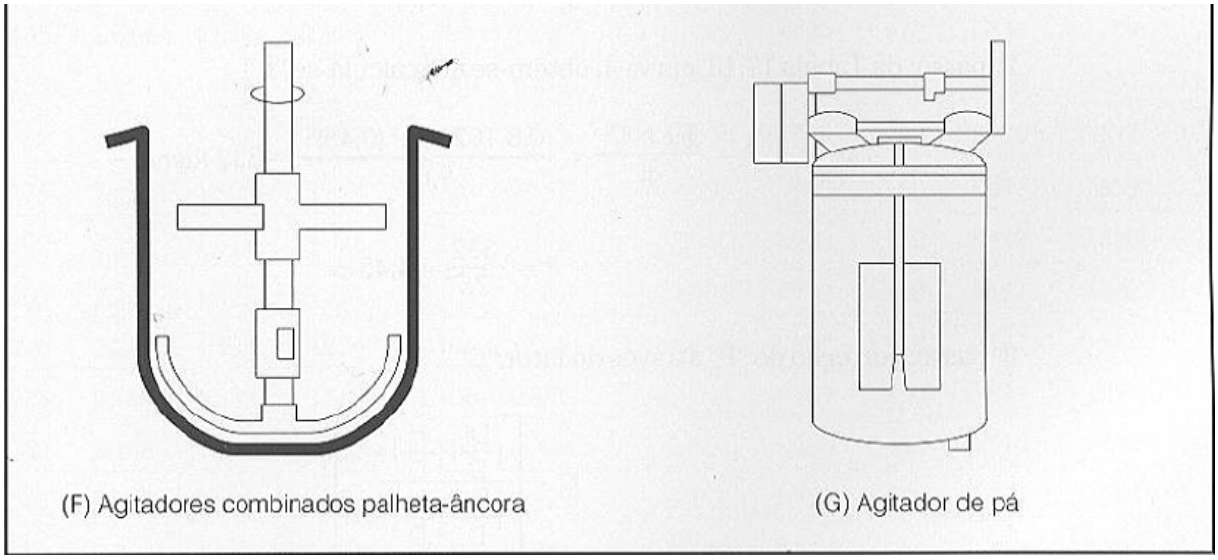


Figura 23 - Modelos de agitadores / dispersores

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 609.

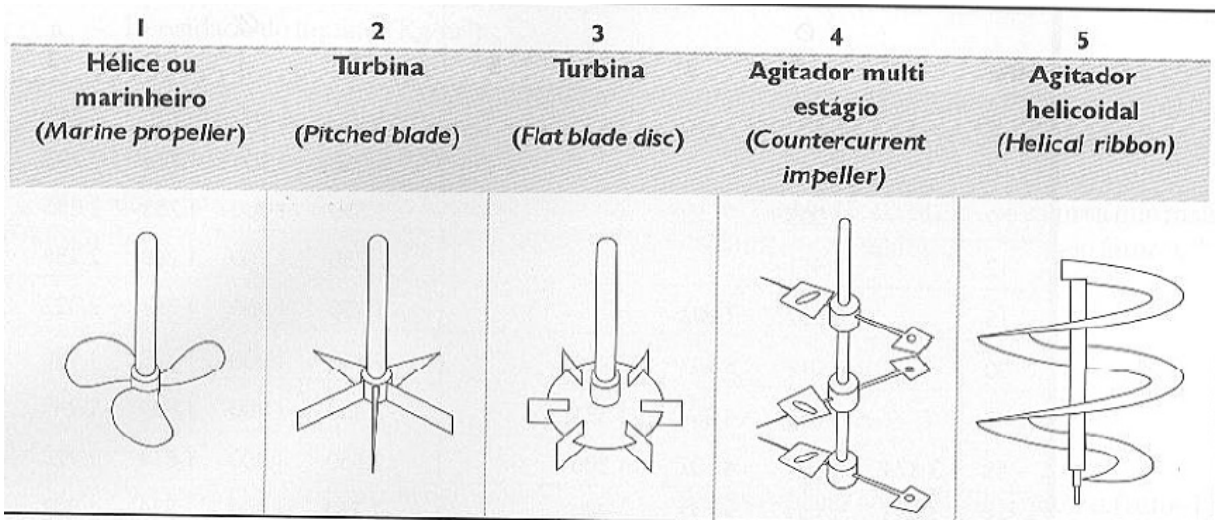


Figura 24 – Tipos de agitadores mais comuns

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 612.

6 ALGUNS EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS DE ANÁLISE

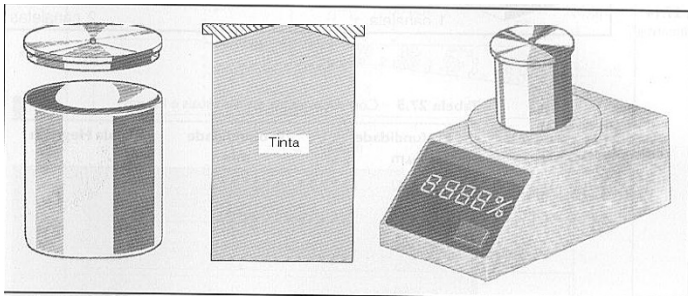


Figura 25 - Picnômetro de alumínio

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 959.

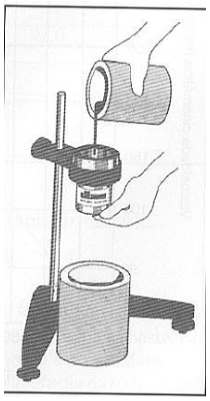


Figura 26 - Copo Ford - Viscosímetro

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 965.

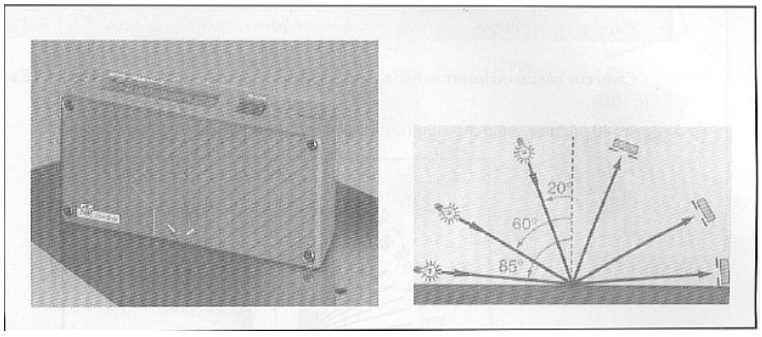


Figura 27 - Aparelho e esquema do aparelho de brilho “Glossmeter” (BYK Gardner)

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 989.

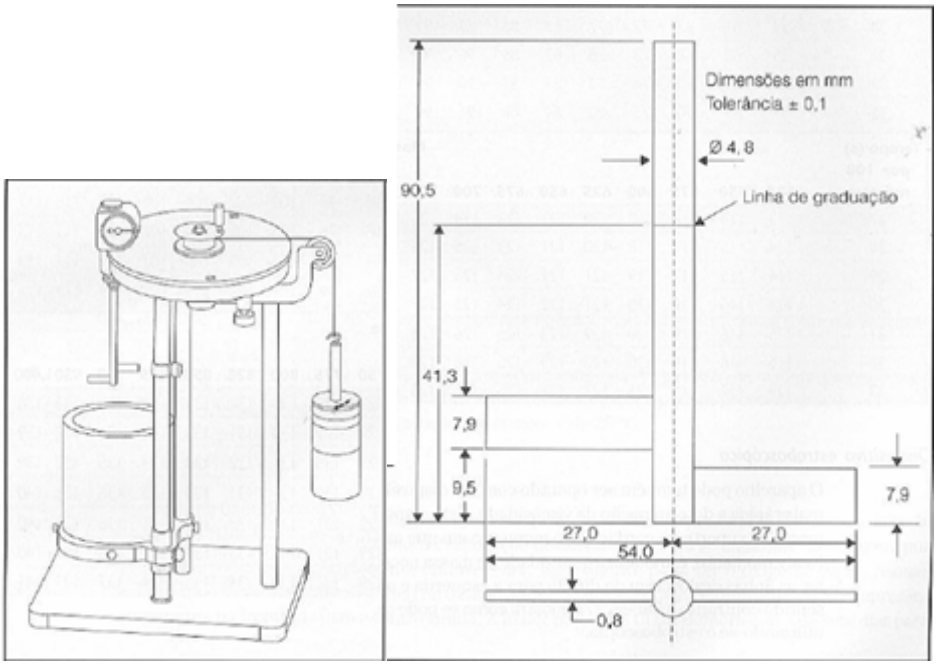


Figura 28 – Viscosímetro Stormer

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 967.

7 DEFEITOS MAIS COMUNS

O maior problema é a correção de defeitos superficiais dos filmes de tinta, tais como: crateras, olhos de peixe, névoa, escorrimentos. A eliminação de tais defeitos é essencial para se alcançar as funções decorativa e de proteção. Alguns pequenos defeitos podem ser facilmente erradicados do produto, outros podem requerer a mudança da resina ou de solventes, mas a maior parte é solucionada por acréscimo de aditivos, como agentes dispersantes, estabilizantes, niveladores e espessantes, que desempenham papel muito importante no que diz respeito ao controle e prevenção de defeitos. (FAZENDA, 2005)

Alguns exemplos de defeitos mais comuns:

Bolhas de ar: o ar encapsulado, durante sua manufatura ou aplicação, pode acarretar o aparecimento de defeitos semelhantes a crateras ou pequenas bolhas nos filmes secos. Tais defeitos, além de prejudicar a aparência da tinta, podem gerar focos de corrosão, comprometendo a durabilidade do filme. Existem muitas formas pelas quais o ar pode se incorporar ao produto em suas diferentes etapas de manufatura, como a cavitação durante os processos de dispersão e mistura. (FAZENDA, 2005)

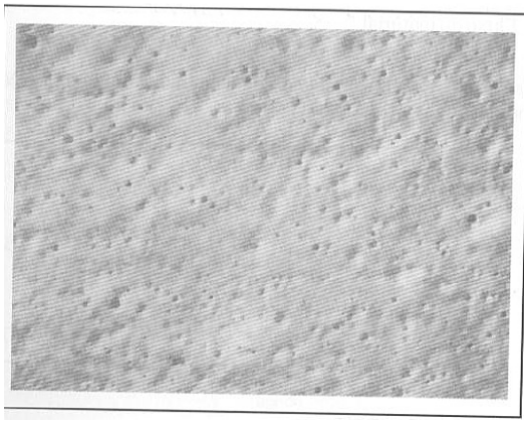


Figura 29 - Bolhas de ar

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 552.

Casca de laranja (orange peel/ bumps and sinks): é identificada como irregularidade da superfície pintada lembrando o aspecto da casca de laranja. O

defeito decorre do pobre nivelamento do filme e aparece em tintas aplicadas por pulverização e com rolos. (FAZENDA, 2005)

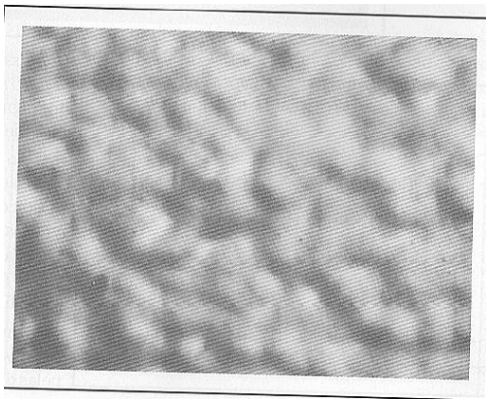


Figura 30 - Casca de laranja

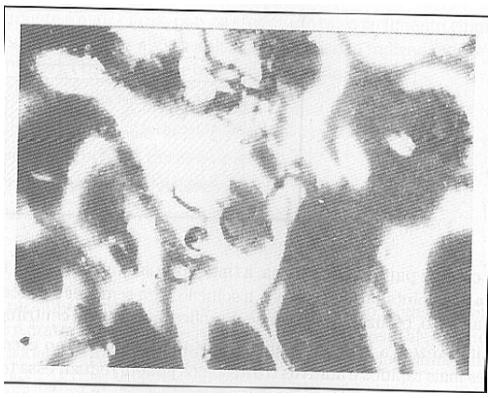


Figura 31 - Casca de laranja aumentada

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 553 e 554.

Células de Bérnard: são células hexagonais cujo centro é facilmente identificável; são produzidas durante a evaporação dos solventes ou ainda durante a cura do filme, e podem ser grandes o suficiente para serem percebidas a olho nu ou pequenas demais. As células pequenas, embora não visíveis a olho nu, prejudicam o brilho e o nivelamento da tinta e podem até prejudicar a uniformidade da cor do filme, devido à separação de pigmentos provocada pelo fluxo de solventes. (FAZENDA, 2005)

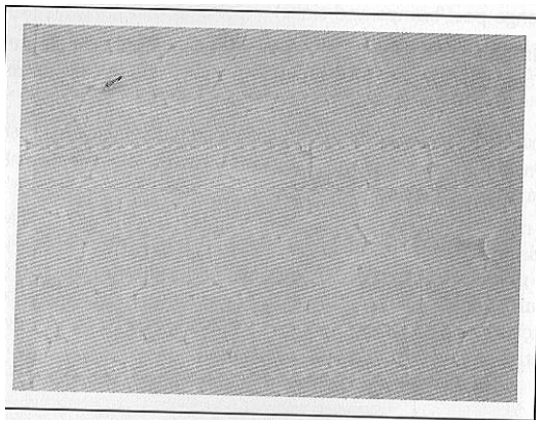


Figura 32 - Células de Bérnard

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 554.

Crateras: é a formação de uma pequena depressão arredondada sobre a superfície pintada. Essas depressões frequentemente apresentam gotículas ou traços de materiais no seu centro, sendo as causas mais comuns: as partículas de gel, sujeira, fibras, resíduos de materiais filtrantes, silicones mal incorporados, oversprays, óleo das linhas de ar ou de máquinas e também possíveis contaminações do substrato. O material estranho é normalmente o iniciador da formação de crateras e, em geral, é possível encontrá-los no centro delas. (FAZENDA, 2005)

Figura 33 - Crateras

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 556.

Escorrimento, coladuras: os escorrimentos e coladuras ocorrem por ação da gravidade e podem ser controlados pela redução da fluidez da tinta. (FAZENDA, 2005)

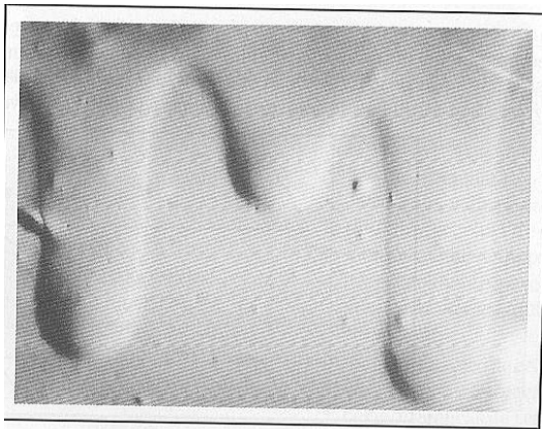


Figura 34 - Escorrimento

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 556.

Estrias (silking): aparecem como irregularidades paralelas no filme, lembrando estrias. O defeito normalmente é um tipo de flotação em acabamentos aplicados por imersão ou cortina, em que as células de Bernard aparecem alongadas, gerando listras. A separação de fases por floculação, incompatibilidade das resinas ou outros componentes insolúveis ou incompatíveis podem gerar o mesmo defeito. (FAZENDA, 2005)

Exudação (blooming): exudação é o aparecimento nas superfícies pintadas de um depósito oleoso ou gorduroso que prejudica a aparência pelo abaixamento do brilho ou por desuniformidade. É um problema difícil de ser reproduzido em laboratórios e normalmente se desenvolve durante o armazenamento das peças pintadas, durante o uso ou ainda pela exposição em áreas externas.

Estratificação (flooding): a estratificação é percebida por uma mudança uniforme de cor no filme de tinta ainda úmido após a aplicação. Ela é proveniente do enriquecimento na superfície do filme de um ou mais pigmentos presentes na fórmula. A separação ocorre como resultado de diferentes velocidades de sedimentação dos pigmentos em função de misturas de pigmentos de diferentes tamanhos de partícula e densidade, podendo ocorrer também por floculação de um deles. (FAZENDA, 2005)

Fervura: é resultante da rápida evaporação dos solventes encapsulados durante a operação de cura do filme. A fervura ocorre de formas bastante variadas, podendo ser confundida com pontos. A observação ao microscópio permite a diferenciação segura e poderá ser eliminada pelo aumento do tempo de espera para o forneio ou, o que é mais comum, retardando-se a cura da tinta ou substituindo-se os solventes de menor taxa de evaporação (quando ficar caracterizado que ela foi provocada pelo encapsulamento). (FAZENDA, 2005)

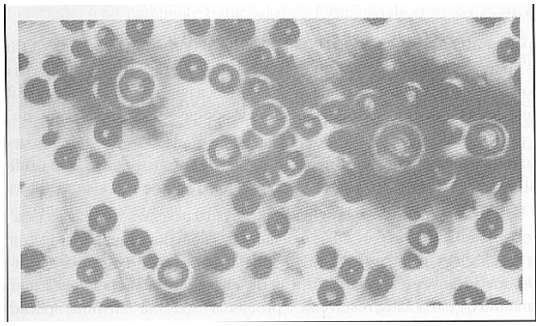


Figura 35 - Fervura

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 558.

Flotação (floating): flotação é o termo empregado para descrever a aparência manchada, desuniforme e rajada do filme. Ocorre por distribuição heterogênea dos pigmentos na tinta, sendo, na maioria das vezes, causada por células de Bernard. Pode também ser enfocada como uma conseqüência ou efeito cromático da formação da célula. (FAZENDA, 2005)

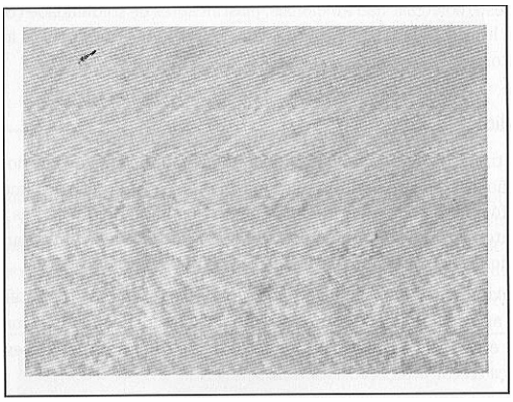


Figura 36 - Flotação

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 558.

Mapeamento: a observação da irregularidade da superfície pintada após a cura da tinta é chamada de mapeamento. Muitas vezes, é identificado como o aparecimento de impressões digitais, marcas de lixa e ponto de água, mas estes últimos são resultados da falta de umectação; o mapeamento normalmente é causado pelas diferenças de trocas térmicas com o substrato, que afetam a tensão superficial do filme, gerando, assim, as diferenças mencionadas. (FAZENDA, 2005)

Manchas d'água ou marcas: mudanças no aspecto da superfície como resultado do contato com a água diretamente sobre o filme ou substrato, podendo

gerar marcas semelhantes a pontos, anéis, manchas ou mesmo diminuição do brilho, são quase sempre causadas por falta de cura, presença de solventes hidrofílicos, aminas ou outros materiais polares, como oligômeros, sais, ácidos ou outros. (FAZENDA, 2005)

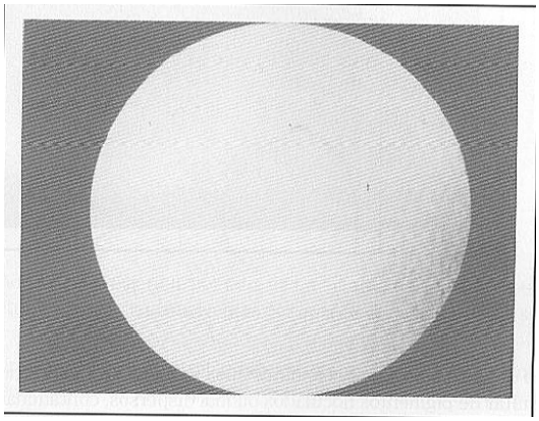


Figura 37 - Marcas d'água

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 559.

Névoa (blushing): névoa é o esbranquiçamento da superfície pintada, que ocorre durante a aplicação da tinta em condições de alta umidade relativa. Esse defeito ocorre mais frequentemente nas aplicações por pulverização. Durante a aplicação, a evaporação dos solventes provoca o resfriamento do filme até temperaturas abaixo do ponto de orvalho. A água condensada no filme ou na sua superfície provoca a precipitação das resinas e pigmentos, ou ainda, gera pequenos espaços vazios no filme. As regiões afetadas apresentam um aspecto leitoso e falta de brilho. (FAZENDA, 2005)

Olho de peixe: olhos de peixe são crateras distintas das crateras comuns por um centro constituído de uma região plana uniforme e circular. O olho de peixe é causado pela presença na tinta de glóbulos líquidos insolúveis ou não perfeitamente misturados ou, também, por gotículas provenientes do ar da pulverização. Visto que o defeito é provocado pela má incorporação de um material de baixa tensão superficial na tinta, o envelhecimento, ou, às vezes, a agitação rigorosa tende a resolver o problema. (FAZENDA, 2005)

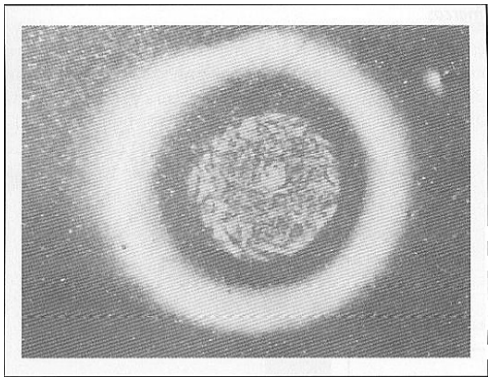


Figura 38 - Olho de peixe

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 560.

Pontos (sujeira): são defeitos semelhantes a minúsculos grânulos que ocorrem aleatoriamente na superfície. Podem resultar de pigmentos floculados ou mal dispersos, contaminantes, partículas gelificadas de resinas, resinas ou pigmentos precipitados devido a choques, ou ainda de alguns produtos de reação química entre componentes da tinta (pigmentos reativos). (FAZENDA, 2005)

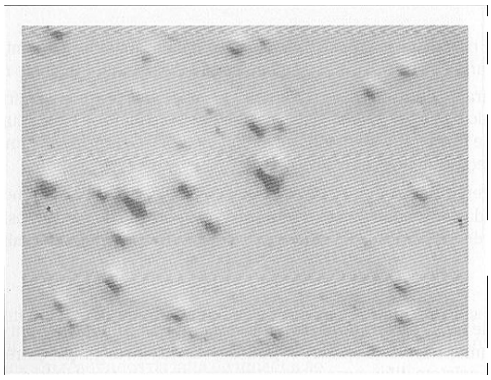


Figura 39 - Sujeira

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 560.

Repelência (crawling and deweting): durante a aplicação das tintas, as forças gravitacionais e as de cisalhamento normalmente são suficientes para promover o seu espalhamento na superfície. Entretanto, durante ou pouco depois da aplicação, observa-se repelência ou retração da tinta no substrato. Esse defeito pode ocorrer em grandes áreas e, sendo assim, a tinta fica empoçada em zonas separadas umas das outras ou pode ocorrer em bordas e cantos de um pincel pintado. (FAZENDA, 2005)

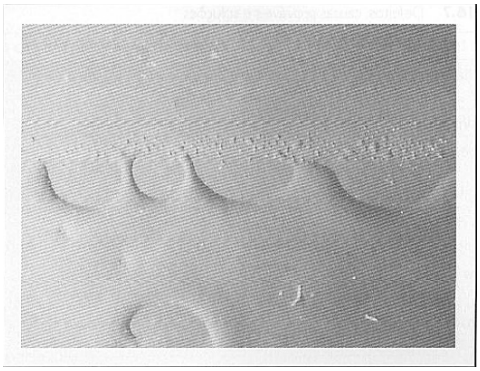


Figura 40 - Repelência

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 561.

Rub up: é a mudança de cor resultante do esfregamento de uma tinta recém aplicada com o dedo ou espátula. Efetuado alguns minutos ou até meia hora após a aplicação do filme, as alterações na cor indicam floculação, estratificação, flotação e sérios problemas de cor. (FAZENDA, 2005)

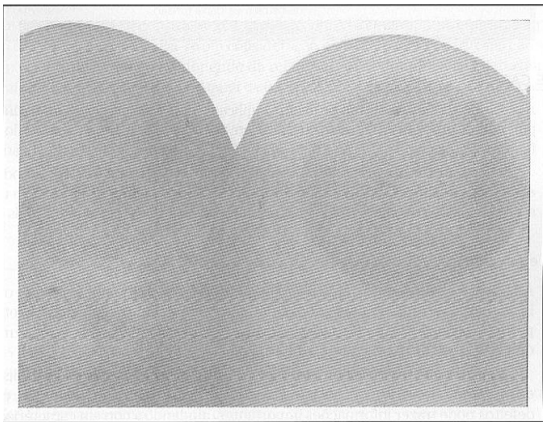


Figura 41 - Rub up

Fonte: Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia, 2005, p. 561.

8 PRINCIPAIS PROBLEMAS

Os problemas foram fornecidos pela empresa Itemp Somefor e encontram-se disponíveis no site da mesma. Os mesmos acontecem por falta de preparação da superfície ou preparação inadequada.

Fissuras: trincas estreitas e sem continuidade

Causas Prováveis: são causadas pelo tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação do reboco, ocasionando fissuras em toda a superfície. Podem ocorrer também devido a movimentação da estrutura do prédio e em áreas onde foi aplicada camada excessiva de tinta.

Figura 42 – Fissuras

Fonte: Itemp Maestria

Mofo ou bolor: manchas e ou pontos pretos ou verdes na superfície.

Manchas ou pontos pretos, acinzentados ou amarronzados sobre a superfície (PQI)

Causas Prováveis: aparece geralmente em áreas úmidas e que recebem pouca luz do sol, assim como banheiros e cozinhas.

Figura 43 – Mofo ou bolor

Fonte: Itemp Maestria

Desagregamento: a pintura descasca da superfície junto com partes do reboco que se encontra esfarelando

Causa Provável: reboco podre e está esfarelando

Figura 44 – Desagregamento
Fonte: Itemp Maestria

Descascamento: a tinta não aderiu à superfície e começou a descascar.

Causas Prováveis: normalmente ocorre porque a tinta que foi aplicada sobre superfície empoeirada e ou suja de óleo; em superfície recém pintada pode ocorrer devido à deterioração do filme anterior. Uma vez que o filme anterior está soltando a nova camada se solta em conjunto.

Figura 45 - Descascamento
Fonte: Itemp Maestria

Bolhas: problema resultante de falta de adesão localizada.

Causas Prováveis: exposição da superfície recém pintada a umidade excessiva; em paredes externas normalmente ocorre devido a aplicação de massa corrida, produto este indicado somente para interiores; em paredes internas ocorre quando não se elimina o pó da massa após o lixamento.

Figura 46 – Bolhas

Fonte: Itemp Maestria

.

Eflorescência: manchas brancas na superfície pintada, em decorrência de depósito de sais.

Causas Prováveis: excesso de umidade no interior da parede, passando para a superfície; falta de preparação adequada da superfície, removendo sinais de eflorescências anteriores; excessiva umidade proveniente de vapores (banheiros e cozinhas).

Figura 47 – Eflorescência

Fonte: Itemp Maestria

Calcinação/ baixa resistência à alcalinidade: deterioração do filme formando uma camada de um fino pó sobre a superfície exposta ao tempo, podendo causar desbotamento da cor.

Causas Prováveis: uso externo de uma tinta indicada para interiores; aplicação de tinta sobre superfície recém construída, antes da cura total do reboco (30 dias); uso de massa de reboco com quantidade excessiva de cal, aumentando a alcalinidade da parede.

Figura 48 – Calcinação/ baixa resistência à alcalinidade

Fonte: Itemp Maestria

Falta de uniformidade de brilho: a desigualdade do brilha da pintura apresenta manchas brilhantes ou foscas na superfície

Causas Prováveis: aplicação da tinta de maneira errada; espalhamento desigual do material durante a aplicação e selagem da superfície insuficiente apresentando diferente absorção em pontos diferenciados.

Figura 49 – Falta de uniformidade de brilho

Fonte: Itemp Maestria

Baixa resistência à abrasão: quando se esfrega a tinta, a esponja remove total ou parcialmente o filme.

Causas Prováveis: limpeza da superfície sem que a tinta esteja totalmente seca; escolha da tinta de baixa resistência em ambientes de muito movimento e limpar a superfície com material muito abrasivo.

Figura 50 – Baixa resistência à abrasão

Fonte: Itemp Maestria

Alastramento / nivelamento inadequado: a superfície após seca apresenta marcas de pincel e aspecto de casca de laranja.

Causas Prováveis: falta de diluição ou utilização de rolo de pêlo alto e / ou pincel de cerdas duras.

Figura 51 – Alastramento / nivelamento inadequado

Fonte: Itemp Maestria

Baixo poder de cobertura: a superfície mesmo depois de pintada não encobre totalmente o substrato.

Causas Prováveis: falta de diluição (baixo alastramento); utilização de rolo de pêlo alto (baixo alastramento); excesso de diluição e cores de tonalidade muito forte.

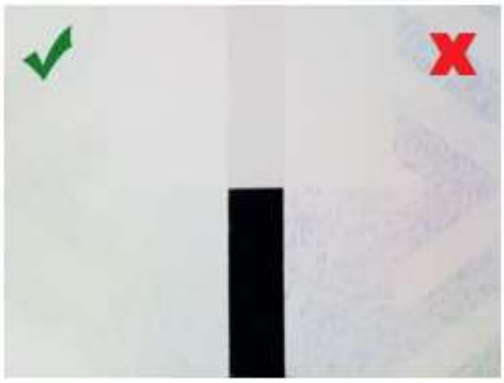


Figura 52 – Baixo poder de cobertura

Fonte: Itemp Maestria

Adesão de duas superfícies: Adesão de duas superfícies quando pressionadas uma sobre a outra. Exemplo: a porta gruda no batente.

Causas Prováveis: não aguardar portas e janelas secarem totalmente antes de fechá-las e/ou uso de tintas alto ou semi brilho de baixa qualidade.

Figura 53 – Adesão de duas superfícies

Fonte: Paint Quality Institute

Crateras / espumação: crateras surgem do rompimento de bolhas causadas pela espumação.

Causas Prováveis: agitação da lata de tinta parcialmente cheia; uso de uma tinta de baixa qualidade, ou, muito velha; aplicação muito rápida da tinta, especialmente com rolo; uso de rolo com comprimento de pêlo não adequado; passar muitas vezes o rolo ou o pincel sobre o mesmo lugar; aplicação de tinta alto ou semi brilho sobre uma superfície porosa.

Figura 54 – Crateras / espumação

Fonte: Paint Quality Institute

Descamação: ruptura na pintura causada pelo desgaste natural do tempo, levando ao total comprometimento da superfície. No estado inicial o problema se apresenta como uma fina fissura e em seguida, num estágio mais avançado, começam a ocorrer as descamações da tinta.

Causas Prováveis: uso de tinta de baixa qualidade, que oferece pouca adesão e flexibilidade; diluição exagerada da tinta; inadequada preparação da superfície, ou aplicação de tinta sobre madeira bruta sem selador; excessiva fragilização de tinta alquídica envelhecida.

Figura 55 - Descamação

Fonte: Paint Quality Institute

Enrugamento: formação de rugas e ondulações sobre a superfície ocorrem quando a tinta ainda está úmida.

Causas Prováveis: a tinta é aplicada em uma camada muito espessa (mais provável com uso de tintas alquídicas ou base óleo); pintura realizada sob condições extremas de calor ou frio, isso faz com que a camada mais externa do filme seque mais rápido, enquanto que a camada de baixo ainda permaneça úmida; expor uma superfície, que não esteja totalmente seca, à muita umidade; aplicação de uma camada de tinta, sem que, o selador esteja totalmente seco; pintura sobre superfície suja ou engordurada.

Figura 56 - Enrugamento

Fonte: Paint Quality Institute

Escorrimento da tinta: escorrimento de tinta, logo após ser aplicada, resulta em cobertura irregular da superfície.

Causas Prováveis: aplicação de uma camada muito espessa; aplicação da tinta sob condições de frio ou umidade; uso de uma tinta muito diluída; usar pistola com o bico muito próximo à superfície que recebe a tinta.

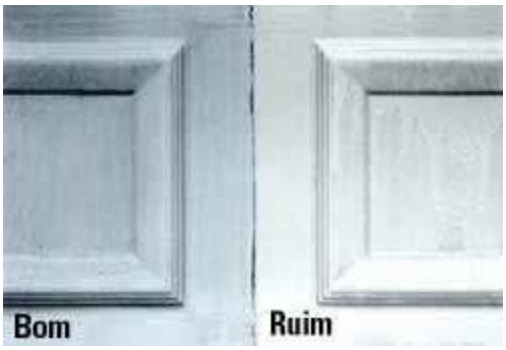


Figura 57 – Escorrimento da tinta

Fonte: Paint Quality Institute

Não uniformidade de cor: efeito de cor não uniforme pode aparecer quando uma superfície é pintada com rolo, e os cantos são com pincel. Geralmente, os recortes pintados com pincel ficam mais escuros e, às vezes, mais brilhantes, isso também pode ocorrer quando a aplicação da tinta nos recortes é feita com pistola.

Causas Prováveis: usualmente um efeito de diferença na cobertura; pinturas feitas com pincel, geralmente, resultam em menor taxa de espalhamento que o rolo, produzindo assim, um filme mais espesso e consequentemente com maior cobertura; adição de corantes em uma tinta imprópria para tingimento ou uso em quantidade inadequada de corante.

Figura 58 – não uniformidade de cor

Fonte: Paint Quality Institute

Polimento da tinta: aumento do brilho e poder de reflexão da tinta, quando esfregada.

Causas Prováveis: uso de tintas foscas em locais de grande tráfego, onde é aconselhável usar tintas alto brilho; o local recebe freqüente limpeza para a remoção de manchas; móveis pressionados contra a parede; uso de tintas de baixa qualidade, que oferecem pouca resistência a manchas e à limpeza.

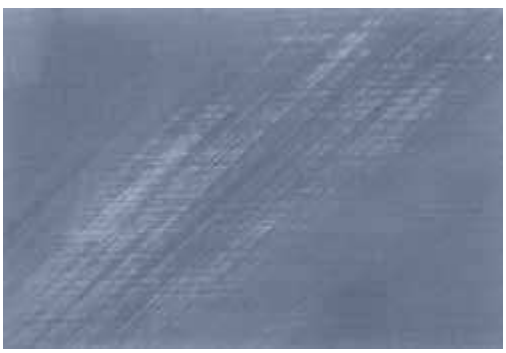


Figura 59 – Polimento da tinta

Fonte: Paint Quality Institute

Rachaduras na superfície: rachaduras profundas e irregulares.

Causas Prováveis: a tinta é aplicada em uma camada muito espessa, geralmente, sobre superfície porosa; a tinta é aplicada em uma camada muito espessa, a fim de melhorar o poder de cobertura de um produto de baixa qualidade; acúmulo de tinta nos cantos da superfície, durante a aplicação.

Figura 60 – Rachaduras na superfície

Fonte: Paint Quality Institute

Respingo: o rolo respinga tinta durante a aplicação.

Causas Prováveis: uso interno de uma tinta indicada para superfícies externas; uso de uma tinta base água de baixa qualidade.

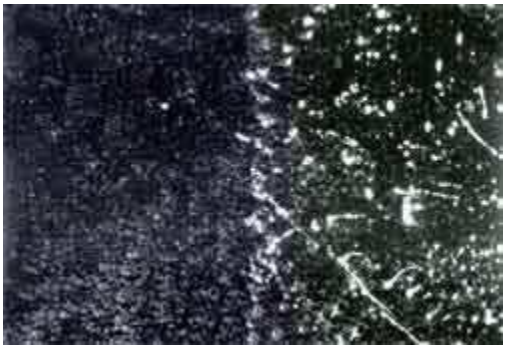


Figura 61 - Respingo

Fonte: Paint Quality Institute

Baixa adesão a metais galvanizados: a tinta não adere a superfícies de metal galvanizado.

Causas Prováveis: incorreta preparação da superfície, por exemplo, remoção insuficiente da ferrugem; falha na aplicação do selador antes de aplicação de tinta

base óleo ou latex vinílico; não lixar corretamente superfícies de acabamento esmaltado ou brilhoso antes da pintura.

Figura 62 – Baixa adesão a metais galvanizados

Fonte: Paint Quality Institute

Desbotamento: prematuro ou excessivo clareamento da cor original da tinta. Ocorre, geralmente, em superfícies expostas constantemente à luz do sol. Esse problema pode ser um resultado de calcinação.

Causas Prováveis: uso externo de tinta indicada para superfícies internas; uso de tinta de baixa qualidade, culminando em rápida deterioração do filme; uso de determinadas cores de tinta mais suscetíveis aos raios UV (como tons de vermelho, azul e amarelo); tingimento de tinta branca não indicada para o processo ou dosagem excessiva de uma base clara ou média.

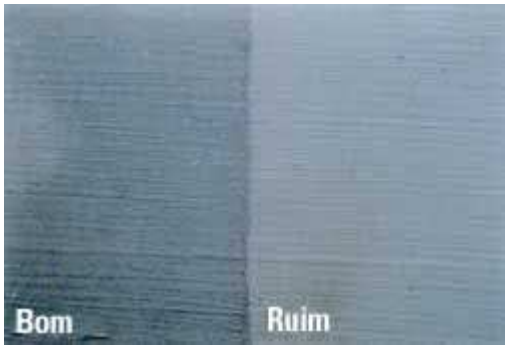


Figura 63 - Desbotamento

Fonte: Paint Quality Institute

Ferrugem: manchas marrom avermelhadas sobre a tinta.

Causas Prováveis: pregos de ferro não galvanizado tendem à enferrujar, causando comprometimento de toda superfície; pregos não galvanizados que não tenham sido colocados até o fim; pregos galvanizados enferrujam após longa exposição ao tempo.

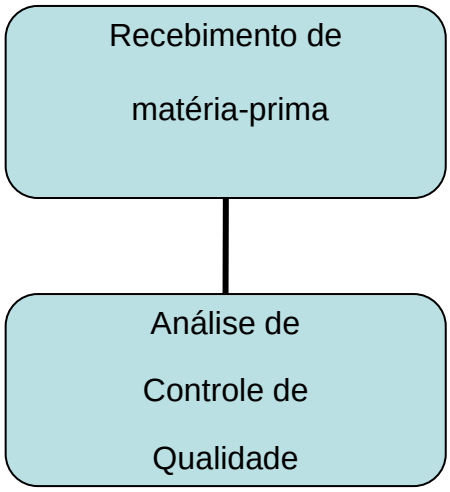
Figura 64 - Ferrugem

Fonte: Paint Quality Institute

9 ESTUDO DE CASO

A indústria de tintas é caracterizada pela produção em lotes, o que facilita o ajuste da cor e o acerto final das propriedades da tinta. Nas etapas de fabricação, predominam as operações físicas (mistura, dispersão, completagem, filtração e envase), sendo que as conversões químicas acontecem na produção dos componentes (matérias-primas) da tinta e secagem do filme após a aplicação. (YAMANAKA et al, 2006).

O fluxograma a seguir descreve o processo industrial do produto látex base água de uma indústria de tintas localizada em Bauru, conforme citado na introdução deste trabalho.



Início do Processo Produtivo

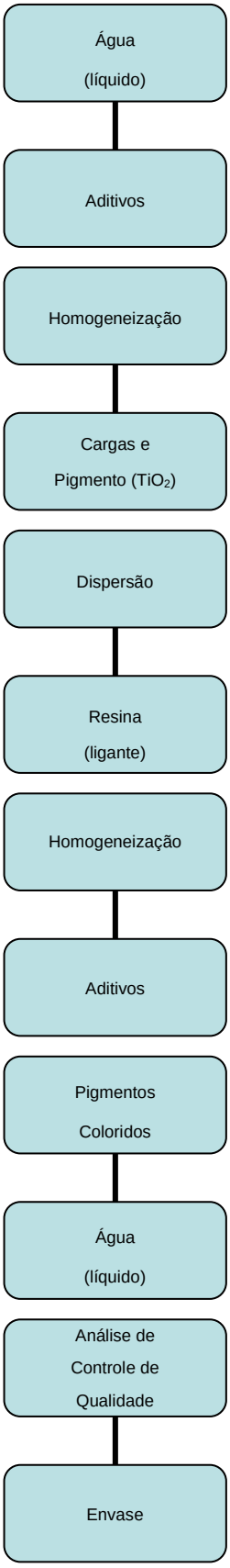


Figura 65 – Fluxograma do processo – estudo de caso

- **Recebimento de matérias–primas**
- **Análise das matérias-primas pelo Controle de Qualidade**, onde são validadas por testes de cobertura e densidade em cargas; análise de existência de grumulos em resina e análise de certificado de qualidade das demais matérias-primas.

As mesmas estão acondicionadas em tambores, containeres, sacos e tanques em aço inoxidável.

- **Dosagem de parte da água** (líquido)
- **Adição de aditivos**: bactericida, fungicida, dispersante, regulador de pH, anti-espuma...
- **Homogeneização**: momento em que é ligado o dispersor e realizado a mistura dos materiais.
- **Dosagem das cargas minerais e pigmento (TiO_2)** que estão estocados em tanques de aço inoxidável
- **Dispersão**: novamente é ligado o dispersor para realizar a homogeneização e dispersão dos produtos.
- **Dosagem da resina** (ligante): componente essencial e principal das formulações, que serve como ligante das cargas.
- **Homogeneização**: mistura da resina com as cargas e aditivos.
- **Adição de aditivos**: coalescente, anti-espuma, espessante para ajustar a viscosidade do produto e outros.
- **Pigmentos coloridos**: podem ser os pigmentos orgânicos e/ou inorgânicos, que servem para conferir cor.
- **Água** (líquido): finalização da formulação e completagem.
- **Análise de controle de qualidade**: onde são realizados testes de cobertura, lavabilidade, cor, pH, densidade e viscosidade.

Análises OK – produto aprovado e pronto para envase.

Análise reprovada volta o produto para ajuste e novamente são refeitos todos os testes, até que seja aprovado.

Os produtos antes de serem produzidos na unidade fabril são desenvolvidos em laboratório e passam por mais de 20 análises, que se prolongam por um período de aproximadamente 30 dias, até que se obtenha a certificação de qualidade do

produto. Só então as formulações são aprovadas e passam a ser produzidas. A partir disso são realizados somente alguns testes de re-certificação de qualidade dos mesmos.

Todas as tintas / produtos devem estar dentro das especificações determinadas pelas normas ABNT (ANEXO B).

10 CONCLUSÃO

Com o referencial teórico estudado e o estudo de caso realizado, foi possível verificar que o processo analisado é semelhante aos processos encontrados nas bibliografias.

É importante salientar que a escolha das matérias-primas é fundamental para que se obtenha um produto de qualidade, pois cada uma tem suas características específicas para determinado tipo de produto (que no caso estudado é tinta base água) e sua aplicação. Também foi observado que durante o processo de fabricação, alguns problemas podem surgir devido à incompatibilidade dos produtos e às alterações nos parâmetros de processos, na qual essa combinação de elementos define as propriedades de resistência e de aspecto.

Outro fator importante para o bom desempenho do produto final (tinta) é o adequado tratamento prévio de superfície.

REFERENCIA

FAZENDA, Jorge (Coord). **Tintas Ciência e Tecnologia.** 4. ed. São Paulo : Edgard Blucher Ltda, 2009.

FAZENDA, Jorge. **Tintas Imobiliárias de Qualidade**: livro de rótulos da Abrafati. São Paulo: Blucher, 2008. 476p

FAZENDA, Jorge (Coord). **Tintas & Vernizes**: ciência e tecnologia. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2005. 1039p

FAZENDA, Jorge (Coord). **Tintas & Vernizes**: ciência e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1995.

INDICADORES – Consumo de Tintas e Vernizes. Sitivesp. Disponível em: <http://www.sitivesp.org.br>. Acesso em: 09 nov.2010.

_____. NBR 15079 – Tintas para construção civil – Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais – Tintas látex nas cores claras – ABNT, 2008.

PAPEL dos componentes nas tintas. **Paint Quality Institute**, c2008. Disponível em: < http://www.pqi.com.br/dq/dql.html >. Acesso em: 15 ago. 2010.

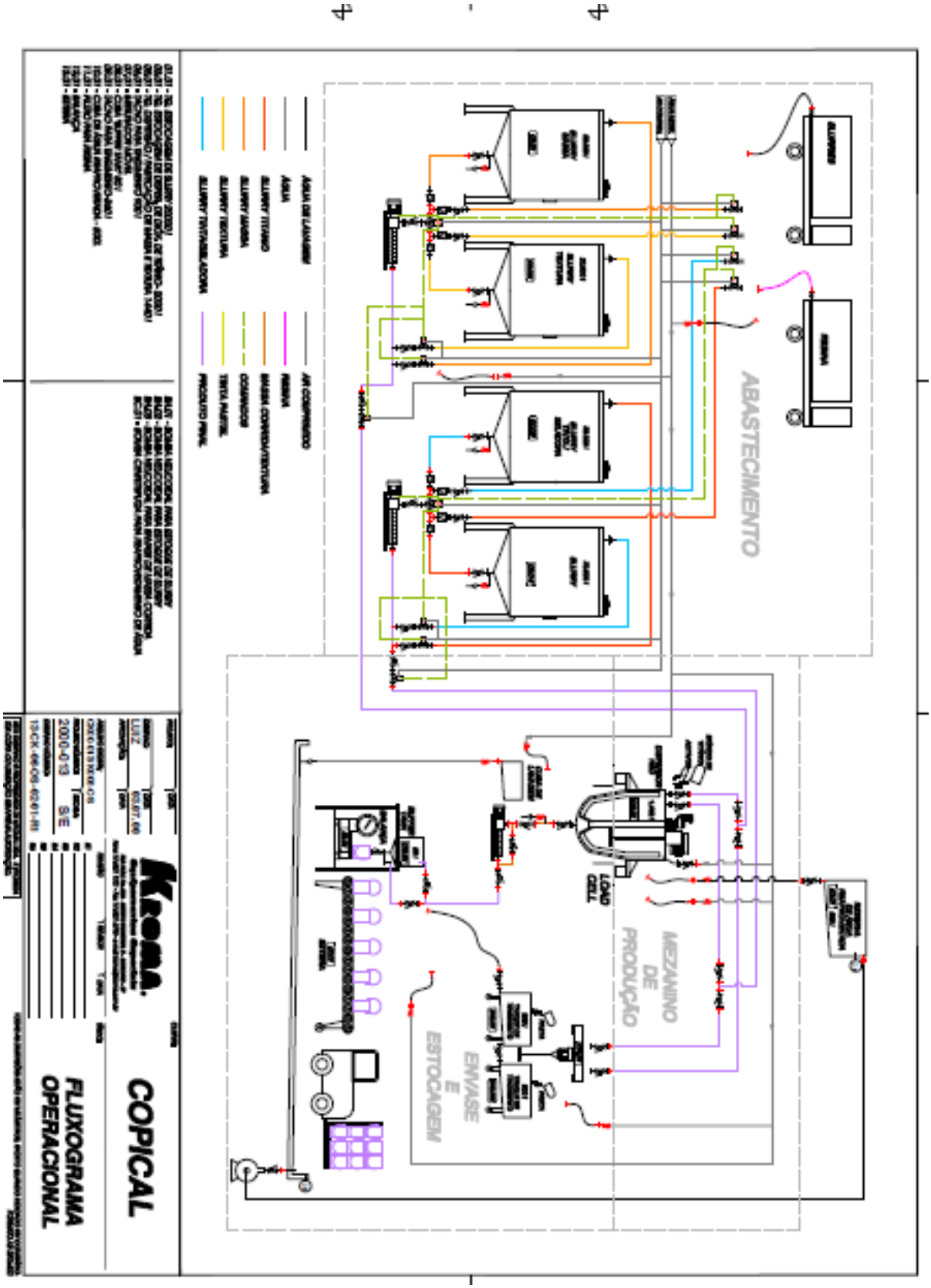
SHREVE e Brink Jr. **Indústrias de Processos Químicos**. 4. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 1997. 732p

SOLUÇÕES de problemas. **Paint Quality Institute,** c2008. Disponível em: < http://www.pqi.com.br/dq/dql.html >. Acesso em: 15 out. 2010.

SUPORTE. **Itemp Maestria.** Disponível em: < http://www.tintasmaestria.com.br >. Acesso em 18 out.2010.

YAMANAKA et al. **Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes**–Série P+L. 2006. Disponível em: < http:// www.abrafati.com.br/bnews3/images/multimidia/.../sbd.pdf - Similares>. Acesso em 05 set.2010

ANEXO A – Planta geral da fábrica de tintas - produção



ANEXO B - Classificação de tintas segundo norma ABNT NBR 15079

Norma em vigência desde Junho de 2008

1. PREMIUM
2. STANDARD
3. ECONÔMICO

Entendendo a norma ABNT NBR 15079

Requisitos	Método de Ensaio	Unidade	Limites mínimos dos requisitos de desempenho		
			Tinta Látex Econômica	Tinta látex Standard	Tinta látex Premium
Poder de cobertura de tinta seca	ABNT NBR 14942	m^2/L	4,0	5,0	6,0
Poder de cobertura de tinta úmida	ABNT NBR 14943	%	55,0	85,0	90,0
Resistência a abrasão úmida sem pasta abrasiva	ABNT NBR 15078	Ciclos	100	-	-
Resistência a abrasão úmida com pasta abrasiva	ABNT NBR 14940	Ciclos	-	40	100