

ESTÁGIO PRODEP III
FÁBRICA DE TINTAS 2000, Lda

***“INFLUÊNCIA DA FORMULAÇÃO E
BASES DE MOAGEM EM
ESMALTES”***

Lúcia Brandão

Dezembro 2000

66(047.3)
LEQ 1999/BRAL



66 (647.3) /LEQ 1999/ BRAL

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca " "	
Nº	68341
CDU	
Data	10/ 4 /2007

SUMÁRIO

A composição da base de moagem e velocidade adequada de moagem influenciam consideravelmente no produto final pretendido, nomeadamente brilho e nitidez de imagem, uma vez que a moagem é afectada directamente. A alteração de uma resina alquídica curta em óleo para uma do mesmo tipo mas esterinada aumentou consideravelmente a dureza e secagem dos esmaltes de secagem rápida estudados. Diferentes dispersantes não diminuíram a viscosidade da base de moagem do esmalte de secagem rápida preto utilizando o pigmento negro de fumo devido ao elevado incremento que este causa na viscosidade após a moagem. Uma mudança no tipo de pigmento não se mostrou a mais adequada tendo-se concluído que o negro de fumo é o pigmento mais adequado para produção de um esmalte preto “retinto”. A formulação do esmalte de secagem rápida preto precisa ainda de estudo bem como toda a gama de esmaltes de secagem rápida tendo como base a formulação do esmalte branco, cuja formulação demonstrou-se satisfatória.

ÍNDICE

SUMÁRIO.....	I
PREFÁCIO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
1. Definição de tinta.....	1
2. Natureza e principais características dos constituintes.....	1
3. Produção de uma tinta.....	4
Formulação das bases de moagem.....	16
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
2.1. Preparação dos esmaltes.....	20
2.2 Medição da viscosidade em DIN 4.....	20
2.3- Medição da viscosidade Brookfield.....	21
2.4 Medição da densidade	22
2.5- Determinação do grau de dispersão do pigmento.....	23
2.6- Determinação do tempo de secagem superficial e de endurecimento.....	24
2.7 Determinação da dureza pendular	25
2.8- Determinação de brilho	26
2.9 Comparação da brancura e razão de contraste	26
2.10- Avaliação da estabilidade em meio ambiente e estufa.....	27
2.11- Apreciação da aderência pelo método da quadrícula.....	27
3. RESULTADOS.....	29
Esmalte de Secagem Rápida Branco.....	29
Esmalte de Secagem Rápida Preto.....	30
4. DISCUSSÃO.....	33
5. CONCLUSÕES.....	35
6. BIBLIOGRAFIA.....	36
APÊNDICES.....	37

PREFÁCIO

Este relatório compreende três meses de estágio levados a cabo na Fábrica de Tintas 2000, Lda. compreendidos entre Outubro de 2000 e Dezembro de 2000 financiado pelo programa governamental PRODEP III.

Gostaria de agradecer ao Sr. José Borges pelo total apoio que me dispensou e toda a atenção dada à minha formação na área das tintas. Gostaria também de agradecer à Eng^a Teresa Castelo Branco por ter sido uma óptima colega de trabalho e a todo o pessoal do laboratório por ter feito o meu estágio ns empresa ter sido tão agradável.

Dezembro 2000

Lúcia Brandão

1. INTRODUÇÃO:

1- Definição de tinta

A designação de “tinta” engloba uma larga gama de produtos com características e utilizações muito diferentes tais como: esmaltes, primários, betumes, selantes e acabamentos para paredes e tectos.

Pode ser definida como: um líquido composto, de consistência variável e que uma vez aplicado sobre um substrato rígido, dá lugar após um certo tempo de secagem, a um filme homogéneo mais ou menos duro e elástico [1].

As tintas normalmente utilizadas na construção civil são constituídas por três componentes essenciais: ligantes, pigmentos e solventes. No caso particular dos vernizes incolores, não são usados pigmentos e cargas. Nos vernizes corados, os pigmentos são semi-transparentes (ao contrário das tintas onde são opacos).

2- Natureza e principais características dos constituintes

As tintas compõem-se essencialmente de:

- pigmentos e cargas
- veículo fixo
- veículo volátil
- aditivos

Pigmentos:

São materiais sólidos, que se apresentam sob a forma de partículas finamente divididas e são insolúveis nos líquidos existentes nas tintas. Estes conferem aos acabamentos a cor e a opacidade.

Os pigmentos podem ser classificados como: orgânicos, se na sua constituição existirem apenas átomos de C e H, este tipo de pigmentos são geralmente combustíveis e sensíveis à temperatura (ex: vermelhos de toluidina); inorgânicos,

onde são geralmente incombustíveis e insensíveis ao calor (ex: dióxido de titâneo). Relativamente ao processo de obtenção, os pigmentos podem ainda se classificar de naturais, quando são obtidos a partir de produtos naturais por moagem e peneiração; e sintéticos quando são preparados por reação química a partir de compostos orgânicos ou inorgânicos [1].

As principais características que um pigmento deve possuir, são [1]:

- opacidade
- poder corante
- finura e propriedades de suspensão
- estabilidade à luz
- estabilidade ao calor
- estabilidade aos agentes de corrosão ou propriedades anti-corrosivas
- poder de absorção de óleo

Em geral um pigmento não apresenta todas estas características com o mesmo grau de intensidade. Compete ao formulador tentar compensar as características, jogando com o teor de pigmento (nas tintas pode variar de 5 a 80%), e o teor dos outros constituintes (veículo, cargas e aditivos), para a obtenção de uma tinta que corresponda às condições pretendidas (protecção e decoração).

Como principais exemplos de pigmentos, temos: dióxido de titâneo (branco), óxidos de ferro (amarelo e vermelho), ftalocianinas (azuis e verdes).

Cargas:

São substâncias inorgânicas sob a forma de partículas mais ou menos finas, de fraco poder de cobertura, insolúveis no veículo e empregues como constituintes das tintas, com o fim de lhes conferir determinadas propriedades. São utilizados principalmente para dar 'corpo' à tinta, por razões de ordem económica e também de ordem técnica.

Consoante a sua origem podem se classificar em naturais, ex: barita (sulfato de bário natural), calcite (carbonato de cálcio), dolomite (carbonato duplo de cálcio e

magnésio), caolino, limonite, mica, talco, sílica. E podem se classificar em artificiais, ex: sulfato de bário precipitado, sílicas artificiais, alumina expandida [1].

Veículo fixo:

É constituído por uma ou mais resinas de natureza diversa funcionando como ligante ou aglutinante, no qual são dispersos os pigmentos que após a aplicação da tinta mantêm ligadas e distribuídas uniformemente na sua massa as partículas sólidas dos mesmos.

É o ligante, que para além de ser o responsável pela formação da película seca contínua, é também o responsável pela aderência à base, resistência química, mecânica, assim como de outras características do revestimento por pintura, tais como, maior ou menor impermeabilidade da película e resistência e durabilidade aos agentes atmosféricos. Conclui-se que o ligante é um dos principais constituintes da tinta, com vista às suas propriedades finais.

Como exemplos de veículos fixos, podem-se citar: dispersões aquosas, resinas alquídicas, epoxídicas, acrílicas, borraha clorada.

Veículo volátil:

O veículo volátil, é constituído por solventes e diluentes. O veículo volátil de uma tinta é também designado por matéria volátil e é formulado com uma mistura de solventes que dissolvam o veículo fixo. Os solventes são líquidos com maior ou menor velocidade de evaporação e poder solvente variável, que se usam para regular a viscosidade, seja na fase de fabricação da tinta ou seja depois na sua aplicação. Os solventes evaporam-se da tinta, uma parte já durante a aplicação e o restante na fase de secagem.

Aditivos:

São substâncias normalmente adicionadas em pequena percentagem à tinta ou verniz, com o fim de melhorar determinadas características. Os aditivos, em geral, são

líquidos viscosos ou sólidos pulverulentos, solúveis nos veículos e ajudam a desenvolver as condições de aplicação das tintas e as propriedades da película seca. Os aditivos são, por vezes, designados pelo nome da função específica que desempenham na tinta e não de acordo com a sua composição química [1].

ADITIVO	FUNÇÃO
dispersante	facilitar a dispersão dos produtos pulverulentos nos veículos
espessante	provocar o aumento da consistência (viscosidade)
fungicida	reduzir o ataque da película pelos fungos
bactericida	evitar a putrefação da tinta na embalagem
molhante	diminuir a tensão superficial entre a fase sólida e fase líquida
plastificante	conferir elasticidade e uma boa flexibilidade à película
anti-espuma	diminuir ou evitar a formação de espumas indesejáveis

3- Produção de uma tinta

• INTRODUÇÃO

O fabrico de uma tinta consiste na dispersão de pigmentos e cargas num meio ligante, constituído por resinas, solventes e por vezes aditivos especiais. A dispersibilidade é a propriedade que um pigmento tem de se desagregar em partículas e repartir-se num meio ligante em solução. As partículas individuais dos aglomerados estão unidas entre si com uma energia tal, que para separá-las tem-se que efectuar um trabalho que ultrapasse essa energia durante a dispersão [1]. Em função da energia de coesão que mantém unidas estas partículas, o pigmento alcançará o estado disperso com maior ou menor facilidade ou rapidez. Neste sentido se pode falar de pigmentos fáceis ou difíceis de dispersar. O resultado da dispersão depende de uma série de factores, sobretudo da dispersibilidade do pigmento, da máquina utilizada para a operação e da composição do material moído.

Uma deficiente dispersão dos pigmentos e cargas pode alterar as características da tinta, tais como: grau de moagem, brilho, força corante, opacidade, flutuação de cor,

estabilidade da tinta, entre outras características que podem ser afectadas por uma dispersão não adequada.

Todos os estágios de produção de uma tinta são importantes e afectam consideravelmente a produtividade, a concentração do pigmento e outras propriedades no produto final. Os principais estágios são: pré-mistura, dispersão (moagem) e acabamento.

- PRÉ-MISTURA

A necessidade da pré-mistura deve-se ao facto as partículas de pigmentos entregues nas indústrias de tintas geralmente apresentam-se aglomerados, e estas aglomerações podem desenvolver-se por diversas razões [2]:

- depósitos intersticiais remanescentes da evaporação das águas de cristalização do pigmento (processo de fabricação do mesmo);
- por sinterização de partículas durante o método de preparação (altas temperaturas de processo);
- pressão de forças de compactação desenvolvidas quando os sacos de pigmentos são empilhados uns sobre os outros.

Tais situações levam o usuário à necessidade de dispersar os pós previamente para utilizá-los em condições de homogeneidade e estabilidade.

Dispersão e homogeneização não são sinónimos, pois condições de processo adequadas para uma mistura podem não ser adequadas para a dispersão, e vice-versa. Uma tinta pode ser melhor definida como uma dispersão de partículas de pigmento em um veículo, ao invés de uma simples mistura de pigmento e veículo [2]. Mistura implica em agitação conjunta ou homogeneização, e a mistura resultante pode ser mais grosseira; dispersão implica em dissipar, separar as partículas até a última distribuição de partículas primárias cujas dimensões são relativamente pequenas.

Assim, o propósito da pré-mistura é homogeneizar a dispersão para que depois os aglomerados de pigmento sejam quebrados mecanicamente, sendo a superfície interna de cada partícula umectada.

• DISPERSÃO

Disco dispersor de alta velocidade

É um dos mais simples sistemas de dispersão empregados na indústria de tintas e consiste essencialmente de um disco serrado com as bordas alternadas montado em um eixo de alta rotação, que é verticalmente colocado em um tanque cilíndrico. A lâmina impulsora é plana e o disco de bordas chapadas.

A acção dispersante do disco dispersor de alta velocidade baseia-se em forças de cisalhamento [2]. Experiências têm demonstrado que a velocidade periférica da lâmina de impulsão pode chegar a 20,3 m/s ou mais, para a dispersão satisfatória dos pigmentos [2]. Para além da velocidade periférica óptima existem alguns requisitos quanto às condições de trabalho a ser seguidos para se obter uma boa dispersão, a figura 1 ilustra a posição ideal do disco dispersor no tanque em relação ao diâmetro "D" [1].

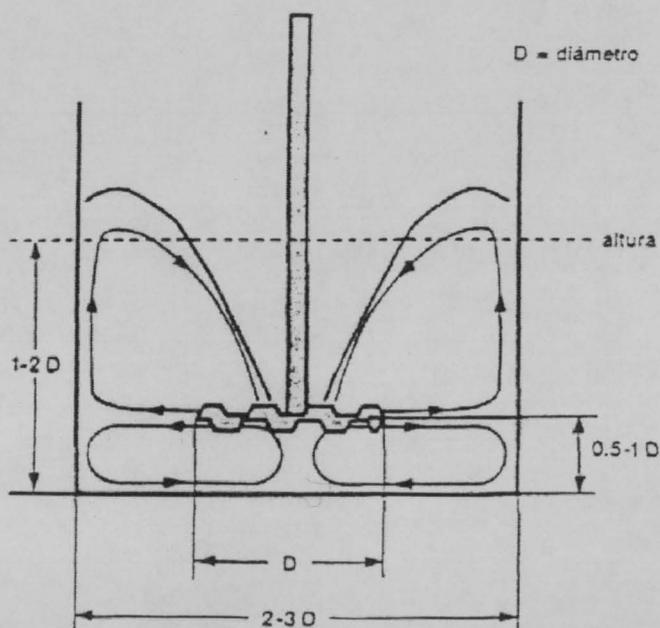


Figura 1- Posicionamento correcto do disco dispersor [1]

Nestas condições forma-se um remoinho característico, que chega ao disco e faz com que a pasta retorne aos 'dentes' do disco, onde actuam forças de cisalhamento muito intensas. As forças de dispersão que gerem o dispersor não são grandes, os pigmentos

fáceis de dispersar separam-se com uma finura de aproximadamente 10 microns e a operação demora poucos minutos [1]. Se se respeitarem as condições descritas pode durar entre 10 a 20 minutos, em função da dispersibilidade do pigmento em presença. O máximo grau de dispersão com um dispersor de alta velocidade é atingido dentro de períodos relativamente curtos após o estágio de adição das cargas e pigmentos (Fig. 2).

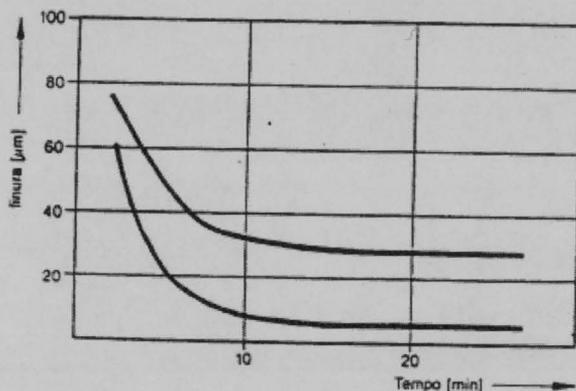


Figura 2- Variação do grau de dispersão do pigmento com o tempo. [1]

Outro factor importante na dispersão é a pasta de moagem. Esta tem que ter viscosidade alta porque só assim se formam correntes laminares, necessárias para que possam existir forças de cisalhamento [1]. O disco dispersor é considerado um equipamento que produz dois tipos de acções, o impacto e o atrito [2]. Concluiu-se de experiências práticas que dispersores de alta velocidade têm chance de operar com maior eficiência se o atrito for considerado como factor primário [1]. A dispersão de pigmentos em uma base de moagem por atrito é atingida por fluxo laminar. Qualquer ocorrência de turbulência simplesmente prejudica o atrito e as partículas do pigmento tendem a girar em torno delas, ao invés de se agredirem entre si.

Os fluidos em movimento apresentam dois padrões distintos de fluxo. Se a força de cisalhamento produzida no escoamento for suficientemente baixa, as camadas do líquido deslizam sobre si mesmas em ordem, caracterizando o fluxo laminar. Com a força de cisalhamento aumentada, atinge-se um ponto crítico onde o movimento subitamente torna-se caótico (turbulento). Nesse momento, a força laminar é vencida, e em seu lugar aparece um movimento turbulento, onde as “lâminas” do líquido buscam qualquer direcção possível ao movimento.

O sistema turbulento pode parecer melhor que o laminar, mas na turbulência formam-se bolsas de material que não dispersam e, ao contrário do que parece, o fluxo laminar garante a dispersão efectiva, visto que promove o arraste de uma camada sobre a outra rompendo acúmulos de pigmento e separando-os. É evidente que quanto mais viscoso for o veículo a base de moagem, mais efectiva será a dispersão dos agregados. A mistura é feita em regime turbulento e a dispersão em regime laminar.

Para a molhagem do pigmento, é também muito útil a formação de forças de gravitação, quando a pasta de dispersão atravessa zonas com grandes diferenças de pressão nas imediações do disco dentado do dispersor.

Dowling [1] analisou e fez recomendações para se obter a melhor base de moagem com dióxido de titânio e tabulou as informações encontradas na tabela 1.

Tabela 1- Variáveis analisadas para obtenção optimizada da pasta de moagem com dióxido de titânio.

Variável	Unidade de laboratório	Unidade de fábrica
ϕ do disco (cm)	7,6	D
ϕ do tanque (cm)	21,6	2,8 D
Altura da carga da base de moagem	15,2	2,0 D
Distância entre o disco e o fundo (cm)	4,6	0,6 D
Velocidade periférica (cm/s)	2000	2000
Veículo não-volátil (% em massa)	25-35	25-35
Volume de pigmento contido numa base de moagem (% em volume)	42-46	42-46
Tempo de dispersão (s)	720	600-900

O dispersor a disco de alta velocidade é provavelmente o mais simples, rápido e de menor custo dos equipamentos de dispersão de pigmentos em veículos convencionais [2]. Tem também a vantagem de poder ser empregado em todas as fases da

preparação da tinta (carregamento, pré-mistura, dispersão, descarga, acabamento e tingimento).

O dispersor a disco é também um bom misturador e pode ser usado para preparar pré-misturas para carregamento do moinho de esferas e similares e/ou conduzir operações pós-mistura. Este equipamento exige relativamente baixo investimento de capital inicial sendo que a única parte que necessita reposição periódica é o disco dispersor.

A maior desvantagem do dispersor é dispersar mal ou pouco os aglomerados. Mesmo quando apenas uma pequena fracção dos pigmentos está acima do tamanho, aglomerados duros ou contaminantes estranhos não são eficientemente dispersados [2].

Moinho vertical

O Moinho Vertical é um dispersor contínuo, tendo sido usado desde 1950 para dispersão de pigmentos com “Areia de Ottawa 30 Mesh” como elemento de moagem. Bons resultados foram obtidos com uso de esferas de vidro e outros elementos de moagem sintéticos nas décadas seguintes.

O moinho vertical pode ser dividido em duas componentes: um estacionário e outro rotacional. O componente estacionário é composto por uma câmara cilíndrica vertical montada com um eixo perpendicular longitudinal, a qual conserva os elementos de moagem em seu interior. A parte giratória é composta do eixo rotacional provido de uma série de discos anulares montados equidistantemente. O fundo da câmara é fechado, excepto por uma válvula de entrada de material acoplada à sua tubulação. No topo do casco, localiza-se a saída da base de moagem, circundada por uma tela.

Embora o moinho vertical seja um dispersor de processo contínuo, o material de alimentação deve ser homogêneo, daí a necessidade de se dispersar previamente a base de moagem. A transferência do material pré-disperso é usualmente feito por gravidade. No entanto, há casos em que se utilizam bombas de escoamento positivo.

O processo de dispersão em moinho vertical consiste basicamente em bombear-se uma mistura homogênea de pigmento/veículo (base de moagem) através de uma câmara cilíndrica contendo o elemento de moagem e sujeita a intensa agitação. Durante a passagem ascendente através da zona de agitação, a base de moagem é 'retida' e 'moída' entre as partículas do elemento de moagem, onde uma forte acção de cisalhamento efectua a dispersão do pigmento no veículo. Ao emergir da zona activa, a base dispersa atravessa uma tela, que permite a passagem do líquido enquanto retém o elemento de moagem.

A base dispersa pode ser convenientemente bombeada para um tanque de estocagem ou ser reciclada de volta para o tanque de moagem, caso haja necessidade de redispersões. A agitação das partículas é produzida por discos que revolvem a altas velocidades a mistura agente de moagem/base de moagem (velocidade periférica de 10m/s), onde as partículas do elemento de moagem e a base de moagem adjacentes à superfície dos discos são lançadas contra as paredes do moinho [2].

O cisalhamento é o principal mecanismo pelo qual a dispersão é efectuada. As forças de cisalhamento são geradas pelo movimento das partículas do agente de moagem umas contra as outras. Estas forças actuam na mistura líquido/pigmento e partículas, causando o rompimento dos aglomerados [2].

Variáveis no processo de moagem por moinho vertical

Vazão

O fluxo através do moinho é controlado manualmente por variação da velocidade do disco agitador ou pela bomba de deslocamento positivo. Quanto menor o fluxo, maior o tempo de residência na unidade e mais trabalho na moagem é executado.

Pigmentos de fácil dispersão exigem fluxo maior enquanto que pigmentos de difícil dispersão são processados em menores fluxos.

Elemento de moagem

O modelo original do moinho vertical, fabricado em 1952, utilizava areia de Ottawa de 20 a 40 Mesh, que tem sido até hoje o elemento de moagem mais comumente usado. Este tipo de areia é o único utilizado em seu estado natural, com diâmetro de partícula variando em $0,6 \pm 0,2$ mm. As partículas podem ser consideradas uniformes em tamanho e em forma esférica. Estas duas características, uniformidade de tamanho e geometria, são as que a tornam utilizável como elemento de moagem. Ultimamente, muitos outros tipos de elementos de moagem, todos sintéticos, têm surgido no mercado: vidro, aço, cerâmica, óxido de zircônio e óxido de alumínio.

Tamanho

Tanto areia como esferas estão sujeitas a separação por tela na saída do moinho. Esta tela pode ter a forma de fenda, orifícios ou outra configuração, e a prática é seleccionar um tamanho de esfera cujo diâmetro exceda em 50% o valor máximo da abertura, caso contrário a tela na saída se torna ineficiente.

Dois factores devem ser considerados na selecção:

- a- O tamanho do diâmetro especificado: representa uma distribuição média da quantidade de diâmetros especificados, conseqüentemente, o menor diâmetro nesta distribuição deve ser controle secundário de dimensão.
- b- Troca do elemento de moagem: eventualmente deverá ser trocado ou então substituída a tela por outra de menor abertura.

Densidade

Esferas de baixa densidade, tanto quanto as partículas de areia, têm a vantagem de minimizar o peso da mistura (elemento de moagem/base de moagem) na câmara de moagem. Isto é benéfico, uma vez que a mistura densa induz à abrasão e ao desgaste do moinho [2]. Esferas de baixa densidade também reduzem a tendência do elemento de moagem a depositar-se e empacotar no fundo do moinho.

Embora as esferas de baixa densidade tenham a vantagem de apresentar um peso menor, falham ao fornecer energia de dispersão oferecida pelas de maior densidade. Assim, os elementos de moagem de altas densidades são empregues em processos com pigmento de difícil dispersão ou mais aglomerados [2].

Calibragem

A proporção 1:1 de volume de elemento de moagem para base de moagem é considerada padrão para carga média e resulta em uma ótima eficiência de moagem [2]. Na prática, às vezes é necessário trabalhar com altas viscosidades e altas concentrações de pigmentos. O uso de menores quantidades de elemento de moagem torna-se necessário a fim de diminuir a temperatura de operação.

Temperatura

Normalmente, bases de moagem formuladas com veículos convencionais, são processadas a temperaturas de 43°C a 65°C [2]. Bases de moagem com alta viscosidade podem ser trabalhadas desde que a temperatura no interior do moinho seja elevada suficientemente para reduzir esta viscosidade a níveis aceitáveis, garantindo assim a processabilidade do produto. Em muitas fábricas a faixa de operação de temperatura do moinho é de 40°C a 65°C com fluxo moderado de água de resfriamento. A moagem quando realizada nesta faixa permite cargas maiores de pigmentos devido à redução de viscosidade.

Para cada sistema pigmento/resina/solvente há uma composição da base de moagem que oferece ótima condição de dispersão, permitindo uma moagem satisfatória [2]. Além disso, deve ser lembrado que qualquer temperatura de operação muito baixa pode gerar uma circulação pobre da base de moagem (dependendo da viscosidade de processo), com um desgaste excessivo do equipamento e deficiência nos resultados da operação de dispersão.

Velocidade periférica

Durante a operação de moagem, toda a acção exigida para movimentação da mistura líquido/elemento de moagem, que por sua vez gera o efeito de cisalhamento, é fornecida pelo movimento giratório dos discos anelares.

Experimentalmente, a garantia da eficácia da dispersão é conseguida pela velocidade rotacional padrão expressa em velocidade periférica do disco que se aproxima de valores na ordem dos 10 m/s [2].

O moinho vertical tem numerosas vantagens como dispersor, mas a principal delas está em sua versatilidade em manusear uma larga faixa de pigmentos com sua capacidade de produzir excelentes dispersões destes pigmentos a baixo custo.

Outras vantagens do moinho vertical incluem [2]:

- a- Mínima atenção e fácil operação: sob condições normais de operação necessita apenas de ajuste das faixas de especificação de acordo com a fórmula. Várias unidades podem ser operadas simultaneamente por um único operador.
- b- Tamanho de carga variável: uma vez que o moinho opera em processo contínuo, o tamanho do lote é flexível, limitado somente pela capacidade do tanque de pré-mistura. Pequenos lotes são limitados por considerações económicas, tempo de processo e perdas. Aconselha-se o uso de pequenas unidades para pequenos lotes e grandes unidades para grandes lotes.
- c- Rapidez na lavagem: a lavagem do moinho é realizada por fluxo de solvente ou mistura solvente/resina pela unidade e tubulações. Este método de limpeza não leva mais do que meia hora. Mudanças drásticas de cores, do vermelho para o amarelo, por exemplo, requerem um tempo mais prolongado de limpeza. Em casos extremos a mudança de elementos de moagem é inevitável. Em situações onde a cor, qualidade e riscos de contaminação não são críticos, a recarga pode ser feita sem qualquer limpeza.
- d- Reprodutibilidade: uma vez que a faixa de variação dos parâmetros de processo esteja estabelecida, lote a lote, a reprodutibilidade da qualidade é boa.
- e- Baixa manutenção: requer pequenos espaços de uso com eventuais necessidades de paradas para manutenção.

- f- Custo reduzido: custo inicial relativamente baixo, baixo consumo de potência e energia.

Como principais desvantagens, temos [2]:

- a- Processo em dois estágios: o moinho necessita de uma pré-dispersão da mistura de alimentação antes que se possa iniciar a moagem propriamente dita.
- b- Emissão de vapores: sendo aberto à atmosfera, há emissão constante de vapores de solvente, que pode ser minimizada com o uso de vedação na saída.
- c- Entupimento da tela: é mais resultado de operação inadequada do que uma desvantagem. A formação de pele sobre a mesma, com a secagem da resina sobre a superfície da tela, obstrui os poros, bloqueando-a. Isto geralmente ocorre quando o processo de dispersão contém resina de secagem rápida, ou solventes de baixo ponto de fulgor. Este problema pode ser eliminado, usando-se moinhos fechados ou adotando-se lavagens intermitentes ao longo do processo.
- d- Não dispersa grandes aglomerados: o moinho de areia não está equipado para operar com grandes aglomerados de pigmentos.
- e- Difícil limpeza para mudanças drásticas de cores: a limpeza entre mudanças de cores (exemplo: preto para amarelo) é difícil, sendo necessária a mudança de carga do elemento de moagem. Para se evitar isto costuma-se utilizar um moinho para cada gama de cores.

Formulação das bases de moagem

As dispersões são formuladas com uma quantidade de pigmento e veículo com propriedades de umectação, viscosidade e estabilidade; em geral deve ser usada a máxima quantidade de solvente que não comprometa a estabilidade da dispersão na base de moagem. O solvente, além de ajudar na umectação do pó, permite a utilização de altas concentrações de pigmento na composição, aumentando o rendimento da operação [2].

O efeito crítico da composição da base de moagem é ilustrado na figura 3 para dispersão de dióxido de titânio em veículo alquídic.

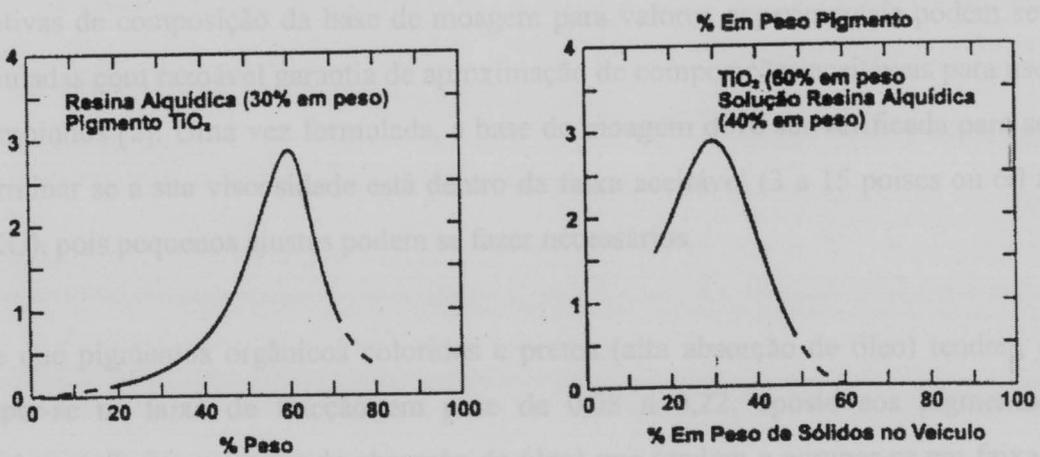


Figura 3- (A) Vazão comparativa versus a percentagem em peso de dióxido de titâneo na formulação da base de moagem com 30% em peso de resina alquídica. (B) Vazão comparativa versus a percentagem de sólidos (não-voláteis) em resina alquídica, fixados 60% em peso de dióxido de titâneo na composição da base de moagem [2].

A figura 4 fornece regiões de formulações recomendadas para base de moagem pretendidas para processo de moinho. Testes mostraram que o conteúdo de não voláteis na faixa de 15 a 35% em peso no veículo são indicadas, sendo o limite inferior para pigmentos de fácil dispersão e o limite superior para pigmentos de difícil dispersão [2].

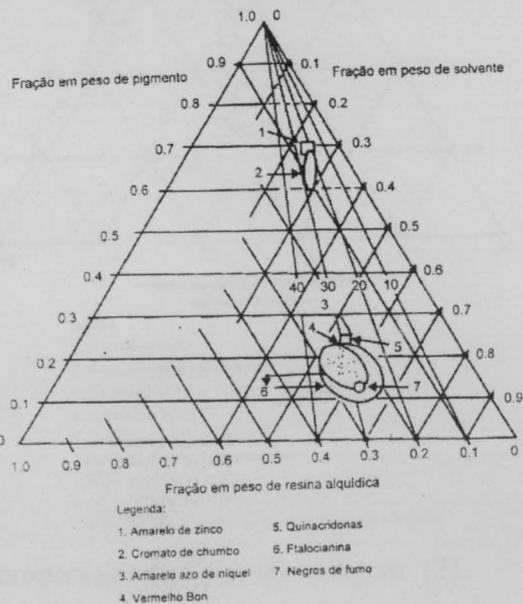


Figura 4- Gráfico de composição de bases de maagem [2].

A composição em peso é formulada com veículo alquídico. A partir deste gráfico, tentativas de composição da base de moagem para valores experimentais podem ser formuladas com razoável garantia de aproximação de composições aceitáveis para uso nos moinhos [2]. Uma vez formulada, a base de moagem deve ser verificada para se determinar se a sua viscosidade está dentro da faixa aceitável (3 a 15 poises ou 60 a 95 KU), pois pequenos ajustes podem se fazer necessários.

Note que pigmentos orgânicos coloridos e pretos (alta absorção de óleo) tendem a agrupar-se na faixa de fracção em peso de 0,08 a 0,22, oposto aos pigmentos inorgânicos (baixa a moderada absorção de óleo) que tendem a agrupar-se em faixas de fracção em peso de 0,58 a 0,70.

Quando a densidade é eliminada como um factor de formulação contribuinte e a composição da base de moagem está representada em base de fracções volumétricas, a diferença entre pigmentos de alta absorção de óleo e os de baixa absorção é apresentada em menor extensão (Fig. 5).

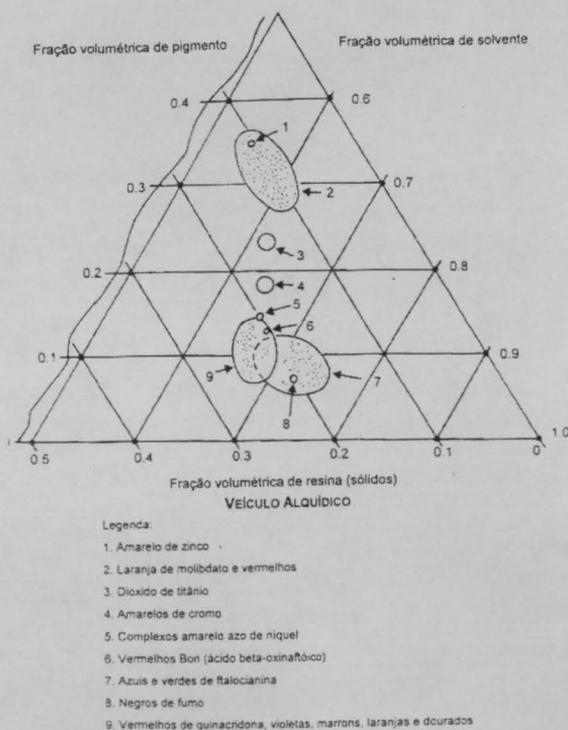


Figura 5- Gráfico de composição de bases de moagem [2].

• ACABAMENTO

O estágio de acabamento implica na redução da base de moagem com solventes, resinas ou veículo para dar à tinta as condições satisfatórias de aplicação.

Podem ocorrer alguns problemas durante o acabamento que derivam basicamente da incompatibilidade entre a base de moagem e o veículo de acabamento. O termo 'choque coloidal' tem sido utilizado para descrever uma condição caótica que aumenta quando dois veículos diferentes são abruptamente colocados em contacto [2].

Dificuldades durante o acabamento podem ocorrer não só pela presença de diferentes veículos mas também por diferenças de viscosidade, tensão superficial, temperatura e outros aspectos.

O objectivo maior na preparação de tintas é alcançar uniformidade na mistura. Isto implica não somente um bom sistema de dispersão do pigmento, mas também uma boa homogeneização no veículo de acabamento.

Um efeito comum que pode ocorrer é a precipitação da resina causada por erros na técnica de acabamento. A composição da base de moagem em resina alquídica (67% sólidos em xilol) tolera diluição com solvente mineral até 27% de sólidos [2].

Para evitar este tipo de situação apresentam-se algumas alternativas:

- a- Ordem de adição inversa: o solvente deve ser adicionado sobre a base a ser completada com forte agitação, evitando o perigo da precipitação. A forte agitação pode e deve ser bem utilizada para assegurar que uma pequena adição de solvente seja imediatamente absorvida pela massa a ser completada.
- b- Por simples formulação, na base de moagem e no veículo do acabamento devem ser assegurados os limites de tolerância, evitando-se a precipitação da resina.

Em resumo, para se evitar ou minimizar os problemas de acabamento, deve-se adicionar o solvente ou o veículo à base de moagem sobre vigorosa agitação e

formular (base de moagem e o acabamento) respeitando-se sempre os limites de tolerância das resinas aos solventes utilizados.

Outro problema que pode ocorrer é a separação da resina de um pigmento, esta aumenta em situações onde a maior quantidade de solvente ou veículo rico em solvente é inadvertidamente colocado em contacto com uma menor quantidade de base de moagem rica em resina [2].

Nesta situação, o solvente penetra na base rica em resina, envolvendo as partículas de pigmento e, por redução drástica do veículo da base, quebra-se a eficiência da dispersão. Assim, a estabilidade do pigmento é prejudicada e floclula.

A solução para este problema é inverter a ordem de adição, adicionando-se o solvente vagorosamente sobre a base de moagem com vigorosa agitação. Deste modo, o solvente não chega a atingir a concentração limite para causar a separação das partículas de pigmento do veículo [2].

Outra técnica consiste em pré-misturar a resina com solvente antes de adicioná-lo à base de moagem.

A separação por solvente também pode ocorrer durante o acabamento. Quando um veículo rico em solvente entra em contacto com um veículo pobre em solvente, ocorre uma migração e interdifusão imediatas, formando uma única fase uniforme de composição intermediária em conteúdo de solvente.

Durante o processo de acabamento, deve-se visualizar que há um rápido movimento do solvente do veículo rico para o veículo pobre, o que consiste em um risco potencial de operação, podendo ocorrer floclulação. Para se evitar esta tendência à floclulação, deve-se utilizar solventes de alto peso molecular (solventes de maior peso molecular possuem menor difusão, conseqüentemente há menor chance de uma partícula de pigmento unir-se a outra). Outras alternativas consistem na formulação de bases de moagem e veículo de acabamento de modo a aproximar as suas características, ou adequar a sequência de acabamento por etapas, adicionando o veículo de forma lenta com agitação vigorosa [2].

A ocorrência de sedimentação, outro problema que pode ocorrer durante o acabamento, pode ser evitada por simples uso durante a sequência de diluição de uma ordem de adição de material. Deve-se, então, adicionar o veículo de acabamento à base de moagem sobre condições vigorosas de agitação. Isto feito, a base de moagem torna-se capaz de continuamente aceitar pequenos incrementos de veículo de acabamento rico em resina, que devido à acção vigorosa não se chega a comprometer a operação. Como resultado, a separação por solvente é evitada e o perigo da sedimentação é automaticamente eliminado. A sedimentação se apresenta quando a quebra de estabilidade da dispersão ocorre de forma acentuada, o que pode ocorrer em qualquer dos dois casos comentados anteriormente [2].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparação dos esmaltes

Os esmaltes foram preparados conforme a ficha de ensaio em questão (Apêndices A e B), pesando-se as matérias primas para uma cuba com capacidade para 3L com o auxílio de uma balança electrónica de precisão 0,1 g.

Para a moagem do pigmento foi utilizado o dispersor de alta velocidade para preparar as pré-misturas dos esmaltes e o moinho de esferas para a moagem propriamente dita, a quantidade de esferas utilizadas era aproximadamente 30% do volume da cuba e a moagem do pigmento demorava em média 30 min a 2000 rpm e o diâmetro da hélice era de 10 cm.

Após a moagem a pasta era separada das esferas com o auxílio de um funil com uma tela aclopada para uma outra cuba onde se efectuava o acabamento conforme a ficha de ensaio. De seguida controlavam-se os parâmetros pretendidos.

2.2 Medição da viscosidade em DIN 4 [3]

Aparelhos e utensílios

Copo de escoamento DIN 4

Termómetro com sensibilidade de 1°C

Cronómetro

Banho

Espátula

Técnica de ensaio

- Colocou-se a amostra no banho até estabilizar a temperatura a $20\pm 1^\circ\text{C}$.
- Retirou-se a amostra do banho, homogeneizou-se, com auxílio de uma espátula, tendo-se tido o cuidado de não deixar entrar ar na amostra, verificou-se a temperatura com um termómetro com sensibilidade de 1°C.

- Tapou-se com o dedo o orifício inferior do copo e introduziu-se a amostra tendo o cuidado de não deixar entrar nenhuma bolha de ar.
- Deslocou-se a espátula horizontalmente, no topo de modo a remover o excesso de líquido.
- Retirou-se o dedo que tapava o orifício inferior do copo de modo a simultaneamente ter-se iniciado a medição do tempo de escoamento com o cronómetro.
- Interrompeu-se a medição do tempo de escoamento assim que o líquido deixou de correr em fio.

2.3- Medição da viscosidade Brookfield [3]

Aparelhos e utensílios

Viscosímetro Brookfield

Termómetro com sensibilidade de 1°C

Conjunto de hastes

Espátula

Recipiente apropriado

Banho

Técnica de ensaio

- Colocou-se a amostra no banho até estabilização da temperatura a $20\pm 1^\circ\text{C}$ (ou outra temperatura especificada).
- Verificou-se, com o auxílio do nível existente na parte traseira do viscosímetro, se este se encontrava nivelado. Caso não estivesse, nivelou-se rodando os parafusos onde o viscosímetro se apoia.
- Retirou-se a amostra do banho, homogeneizou-se bem, evitando-se a entrada de ar e verificou-se a temperatura com termómetro de sensibilidade de 1°C.
- Caso a gama viscosidade fosse previamente conhecida, escolheu-se a combinação haste/velocidade adequada, conforme manual. Se a gama de viscosidade não fosse previamente conhecida, fez-se uma primeira leitura usando a combinação de menor sensibilidade e utilizou-se o valor obtido como base para a escolha da combinação haste/velocidade a usar na determinação.

- Prendeu-se a haste ao adaptador do viscosímetro, mandando-o firme e rodando a haste.
- Colocou-se o botão existente no painel frontal do viscosímetro, na posição correspondente à haste seleccionada e o botão existente no painel lateral direito na posição correspondente à velocidade seleccionada.
- Mergulhou-se a haste no produto a ensaiar, fazendo-se deslizar cuidadosamente o viscosímetro no seu suporte, até ao nível do produto se encontrar na marca de imersão existente na haste e ligou-se o viscosímetro.
- Leu-se o valor indicado no visor existente no painel frontal do viscosímetro, assim que o valor se estabilizou ou 15 segundos após o início da medição.

2.4 Medição da densidade [3]

Aparelhos e utensílios

Picnómetro com tampa ajustável, orifício central de 1mm de diâmetro e capacidade de 100 mL

Termómetro com sensibilidade de 1°C

Balança analítica com sensibilidade de 0,1 g

Banho

Espátula

Técnica de ensaio

- Colocou-se a amostra no banho até estabilização da temperatura a $20 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Retirou-se a amostra do banho, homogeneizou-se cuidadosamente com uma espátula, evitando-se a introdução de ar, e verificou-se a temperatura com um termómetro de sensibilidade 1°C.
- Numa balança com sensibilidade de 0,1 g, pesou-se o picnómetro vazio com a respectiva tampa, registou-se o valor obtido (mi).
- Encheu-se o picnómetro com a amostra, evitando-se a formação de bolhas de ar e assegurando a ocupação de todo o seu volume. Colocou-se a tampa e certificou-se do seu ajuste.
- Removeu-se o excesso de amostra rejeitado através do orifício da tampa com o auxílio de um pano ou papel macio.

- Na mesma balança em que foi pesado o picnómetro vazio, pesou-se o picnómetro com a amostra e registou-se o valor (m_f).

A densidade foi determinada recorrendo-se à seguinte expressão:

$$d=(m_f-m_i)/v \quad (1)$$

Sendo : m_f a massa do picnómetro com a amostra

m_i a massa do picnómetro vazio

v a capacidade do picnómetro

d a densidade

2.5- Determinação do grau de dispersão do pigmento [3]

Aparelhos e utensílios

Grindómetro 1513

Espátula

Técnica de ensaio

- Colocou-se o grindómetro sobre uma superfície horizontal, lisa e antiderrapante.
- Com o auxílio de uma espátula, deitou-se uma gota da amostra a determinar na extremidade mais funda da ranhura, assegurando-se que não retenha bolhas de ar.
- Com o auxílio do cursor (Apêndice C), 'estendeu-se' a tinta ao longo da ranhura num movimento uniforme. O cursor devia estar colocado perpendicularmente ao eixo das ranhuras.
- Leu-se imediatamente o grau de dispersão, olhando para a régua de lado, perpendicularmente ao comprimento do canal, e num ângulo de 20-30° entre a régua e a linha de visão.
- O grau de dispersão do pigmento, em graus Hegman, corresponde ao ponto onde se começa a observar com certa frequência os agregados de pigmento (Apêndice C).

2.6- Determinação do tempo de secagem superficial e de endurecimento [3]

Aparelhos e utensílios

Aplicador de tinta (filmógrafo) que permita obter uma película da espessura indicada para o ensaio. Não havendo especificação contrária, utilizou-se por defeito a espessura de 75 μm .

Réguas de vidro com cerca de 25mm x 300mm x 3mm

Drying Recorder

Técnica de ensaio

- Seleccionou-se a velocidade requerida para o tempo de secagem pretendida (6, 12 ou 24 horas), rodando-se o botão de controlo. Aplicou-se a tinta sobre a régua de vidro de modo a obter uma película com a espessura desejada.
- Colocou-se imediatamente a régua de vidro, com o filme aplicado, no repectivo suporte horizontal do aparelho. Colocou-se na posição inicial a agulha sobre o filme de tinta e ligou-se o aparelho. A agulha moveu-se com uma velocidade uniforme sobre a régua até atingir o seu curso completo para o tempo estipulado.

Apresentação dos resultados

As marcas deixadas pela agulha corresponderão ao seguinte processo de secagem:

- i. A 1ª etapa correspondente a uma impressão em forma de pera, indicando o tempo de evaporação do solvente.
- ii. A 2ª etapa indica uma pista contínua, correspondente à transição sol- gel.
- iii. A 3ª etapa marca uma pista descontínua, correspondendo ao tempo de secagem superficial.
- iv. Na 4ª etapa a agulha já não penetra na película, tem-se então o tempo de secagem final ou tempo de secagem endurecimento.

2.7 Determinação da dureza pendular [3]

Aparelhos e utensílios

Durómetro de pêndulo Persoz /König

Painel de ensaio em vidro polido (100 x 100 x 5) mm

Filmógrafo

Condições para ensaio

Os painéis de ensaio em vidro polido devem ser revestidos com filmógrafo, com uma espessura de filme húmido de 100 μm (ou outra, salvo especificação). A secagem deve prolongar-se durante 16 horas no mínimo, a uma temperatura de $20\pm 2^\circ\text{C}$ e $50\pm 5\%$ de humidade relativa salvo especificação em contrário, as medições foram feitas após 24 e 168 horas de secagem.

Técnica de ensaio

- Colocou-se o painel de ensaio sobre a plataforma com o revestimento para cima e regulou-se a posição horizontal com o auxílio de parafusos niveladores na base do aparelho utilizando-se o nível de bolha.
- Escolheu-se o tipo de pêndulo a utilizar: König.
- Limpou-se as esferas de apoio com um tecido macio embebido em éter.
- Verificou-se se o zero da escala coincide com a posição de repouso da ponta do pêndulo. Colocou-se o visualizador digital em zero, pressionando-se o botão respectivo.
- Levou-se o pêndulo à sua posição inicial e pulsou-se o disparador, de seguida soltou-se o disparador rapidamente.
- O contador parou automaticamente quando o pêndulo deixou de ultrapassar a divisão dos 3° (König).
- Repetiu-se o ensaio pelo menos três vezes e fez-se a média dos resultados.

2.8- Determinação de brilho [3]

Aparelhos e utensílios

Brilhómetro de geometria 60°

Placa de vidro polido, transparente, de dimensões 215 x 90 x 3,90 mm

Base metálica negra

Aplicador

Técnica de ensaio

- Aplicou-se a tinta fazendo-se deslizar o aplicador horizontalmente e com velocidade constante sobre a placa de vidro. A espessura da película aplicada foi de 100 µm.
- Colocou-se a placa de vidro no suporte até secagem completa da película, segundo as condições de secagem especificadas.
- Colocou-se a placa de vidro, com a película completamente seca, sobre a base metálica negra, pousou-se sobre aquela o brilhómetro paralelamente ao sentido de aplicação e procedeu-se à medição do brilho.
- Efectuou-se a medição do brilho em três pontos da película.

2.9 Comparação da brancura e razão de contraste [3]

Aparelhos e utensílios

Base de aplicação, com mola para fixar o suporte à base.

Aplicador em espiral, de 100 µm húmidos de espessura

Cartas de cobertura de cartolina impressas e envernizadas (8,8 x 14,5 cm) com uma zona branca (8,8 x 5,5 cm) e outra negra (8,8 x 5,5 cm).

Espectrofotómetro com sistema computadorizado

Técnica de ensaio

- Colocou-se a carta de cobertura sobre a base de aplicação e fixou-se aquela com a mola. Pousou-se sobre a carta de cobertura e junto à mola, o aplicador.
- Agitou-se vigorosamente a amostra, com ajuda de uma espátula, distribuiu-se junto ao aplicador e sobre a carta uma pequena quantidade de amostra (o

suficiente para cobrir a carta), e logo de seguida segurando-se as extremidades do aplicador, sem pressionar, deslizou-se o mesmo ao longo da carta cobrindo-a uniformemente e deixou-se secar.

- Procedeu-se à leitura computadorizada da zona branca da carta de cobertura para a medição do índice de brancura, de seguida leu-se a zona preta da carta de cobertura para juntamente com a zona branca obter-se a razão de contraste.

2.10- Avaliação da estabilidade em meio ambiente e estufa [3]

Aparelhos e utensílios

Viscosímetro DIN 4

Balança eletrónica de precisão $\pm 0,1$ g

Picnómetro aço 100 mL

Estufa

Espátula

Ciclo de ensaio

Estabilidade em meio ambiente: 24 horas, à temperatura ambiente do laboratório

Estabilidade em estufa: 16 horas a 50°C, 8 horas, temperatura ambiente do laboratório

Observação da estabilidade: ao fim de 1, 3, 5 dias (cada dia corresponde a 1 ciclo)

Técnica de ensaio

- Observou-se e registou-se o aspecto e cheiro da amostra
- Homogeneizou-se a amostra e controlou-se a viscosidade e densidade
- Fechou-se bem a embalagem e registou-se o seu peso total.

2.11- Apreciação da aderência pelo método da quadrícula [3]

Aparelhos e utensílios

Aparelho de corte Mod. A 29/IV

Medidor de espessura de filme seco

Lupa

Escova de pêlos macios

Fita adesiva

- Os substratos eram perfeitamente planos e de origem ferrosa, tendo sido lixados e desengordurados previamente, foi aplicado um primário adequado e depois do tempo de secagem deste aplicaram-se as amostras que foi condicionada a um tempo de secagem de pelo menos 16 horas a uma temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e a uma humidade relativa de $50\pm 5\%$ e não exposta à luz solar directa.
- Colocou-se o aparelho de corte num palno normal à superfície e exerceu-se sobre o instrumento uma pressão uniforme, produzindo-se no revestimento 6 incisões paralelas e igualmente afastadas entre si.
- Perpendicularmente a estas incisões, executou-se da mesma maneira e com o mesmo afastamento, o mesmo número de incisões paralelas para formar uma quadrícula com 25 quadrados.
- Examinou-se a superfície e com o auxílio de uma escova macia removeram-se os quadrados (da película) não aderentes ao substrato, repetindo-se esta operação cinco vezes em ambos os sentidos das duas diagonais da quadrícula.
- Recomeçou-se o ensaio em duas outras zonas do provete, para obter-se três ensaios concordantes.
- A classificação em 6 classes encontra-se no Apêndice C.

3. RESULTADOS:

- Esmalte de Secagem Rápida Branco:**

FE 16032 - Controlo do amarelecimento provocado pela resina alquídica curta em óleo, a medição do índice de amarelo YI (E 313) variou numa média de 3 para 7,5 conforme a prolongação do tempo de secagem em carta de 1 até 20 dias com uma observação visual notória da variação da cor principalmente após um dia de aplicação (Tab. 2).

Tabela 2- Variação das principais características dos esmaltes ao longo do tempo.

Propriedade/ensaio	FE 16032 A						FE 16032 C				
	1 dia	2 dias	5 dias	6 dias	7 dias	20 dias	1 dia	4 dias	5 dias	6 dias	19 dias
Brancura	77,46	73,71	68,58	67,68	66,69	61,67	76,54	70,19	68,99	67,75	62,10
Razão de contraste	92,63	92,88	92,69	92,52	92,56	92,45	94,06	94,02	94,04	94,02	93,75
Índice de amarelo	3,17	4,29	5,82	6,04	6,35	7,8	3,26	5,15	5,49	5,86	7,54

FE 16118- O objectivo deste ensaio foi melhorar a dureza e secagem do esmalte de secagem rápida branco relativamente ao actualmente produzido na fábrica mas mantendo-se o brilho, para tal reformulou-se o esmalte mudando-se a resina de uma alquídica curta em óleo para uma alquídica esterificada curta em óleo (Apêndice A). A alteração da resina não mudou o amarelecimento do esmalte onde os mesmos valores de índice de amarelo foram registados com o mesmo tempo de secagem para os esmaltes feitos com a resina alquídica curta em óleo e com a esterificada.

FE 16132- Este ensaio teve como objectivo a introdução do PI 95 na formulação do esmalte e o acerto da viscosidade, uma vez que nos ensaios anteriores o esmalte tinha uma viscosidade abaixo da padrão. Os resultados da dureza e tempo de secagem encontram-se na tabela 3.

Tabela 3- Características controladas do esmalte nos diferentes ensaios.

Propriedade/ensaio	FE16032 B	FE16118 A	FE16118 B	FE16118 C	FE 16132 A
Brilho (%)	94,0	82,0	82,5	86,2	85,7
Secagem-Endurecimento (min)	270	15	15	20	15
Dureza pend.-1 semana (sK)	54,0	101,0	110,0	85,4	
Brancura	79,5	84,1	81,0	78,3	80,1
Razão de contraste	93,2	95,6	95,0	95,0	95,4

- **Esmalte de Secagem Rápida Preto:**

FE 16052 – Melhoramento da moagem, brilho e nitidez com a moagem feita por microesferas, com base na bibliografia [2], onde se tentou otimizar a pasta de moagem utilizando as recomendações descritas, nomeadamente a velocidade adequada de moagem, a razão entre o diâmetro da cuba e do disco rotativo, percentagem volúmica de esferas na cuba (30% (v/v)), bem como outros parâmetros. Teve-se ainda em conta a melhor a percentagem de resina, solvente e pigmento na pasta de moagem para uma melhor obtenção do grau de moagem.

O ensaio A foi efectuado conforme a ordem de fabrico executada na fábrica para ser utilizado como ensaio de comparação (Apêndice A). No ensaio B foi reduzida a percentagem mássica de resina na base de moagem de 27,5% para 12,5 % e um aumento da percentagem mássica de solvente de 6 % para 11 % (Tab. 4). Esta alteração na pasta de moagem aumentou a moagem de 6 H para 6,5 H e um aumento notório na nitidez de imagem e brilho quando observada a aplicação em vidro. Um terceiro ensaio C foi também realizado, onde se diminuiu ainda mais a percentagem mássica de resina (8 %) com uma percentagem de solvente de 9 % uma vez que estes valores aproximam-se mais das percentagens sugeridas na bibliografia [1] onde se observou uma moagem de 7 H e maior nitidez de imagem. Apesar da pasta de moagem antes da moagem se ter tornado mais fina devido à menor concentração de resina, no fim da moagem esta engrossava consideravelmente devido, provavelmente ao aumento da dispersão do pigmento. Para estes ensaios fez-se o controlo da secagem superficial e endurecimento, dureza pendular, brilho e razão de contraste (Tab. 5).

Tabela 4 –Variação da composição da pasta de moagem para o ensaio 16052.

Matérias primas	A (% p/p)	B (% p/p)	C (% p/p)
resina alquídica curta em óleo	27,500	12,500	8,000
solvente	6,000	11,000	9,000
dispersante	0,500	0,500	0,500
negro de fumo	4,500	4,500	4,500
carga	7,000	7,000	7,000
gel anti-sedimentante	1,000	1,000	1,000
molhante	0,600	0,600	0,600

Tabela 5- Características dos diferentes esmaltes relativos ao ensaio 16052.

Característica/Ensaio	A	B	C
Moagem (H)	6,0	6,5	7,0
Secagem-endurecimento (h)	16	12	16
Brilho (%)	94	94,5	94,5
Razão de contraste	100,20	100,04	99,14

FE 16083 – Com estes ensaios tentou-se diminuir a viscosidade da pasta de moagem após a moagem do negro de fumo. Para tal alterou-se o dispersante utilizado, onde o dispersante 163 foi substituído pelo dispersante 4010 e 130, ambos recomendados para negro de fumo (Tab. 6). Da utilização do primeiro utilizando a mesma composição da base de moagem utilizada para o fabrico obteve-se logo uma maior moagem e nitidez de imagem, mostrando-se este dispersante mais adequado para o negro de fumo, mas não se notou um abaixamento na viscosidade (Tab. 7). A utilização do dispersante 130 aumentou consideravelmente a viscosidade da pasta de moagem mesmo antes da moagem.

Tabela 6- Composição da base de moagem para o ensaio 16083.

Matérias primas	A (% p/p)	B (% p/p)	C (% p/p)
resina alquídica curta em óleo	27,500	27,500	12,500
solvente	6,000	6,000	11,000
dispersante 4010	2,700	-	-
dispersante 130	-	1,800	2,700
negro de fumo	4,500	4,500	4,500
carga	7,000	7,000	7,000
gel anti-sedimentante	1,000	1,000	1,000
molhante	0,600	0,600	0,600

Tabela 7- Variação da viscosidade da pasta de moagem para os diferentes ensaios.

P/L	FE 16053 A	FE 16083 A	FE 16083 B	FE 16083 C	FE 19107 A
	70%	70%	70%	153%	110%
viscosidade da pasta antes da moagem	40P (R6;200 rpm) T>20°C	50P (R7;200 rpm) T>20°C	700P (R7;50 rpm) T=19°C	1,4P (R3;100 rpm) T=19°C	2,0P (R3;100 rpm) T=19°C
viscosidade da pasta depois da moagem	150P (R7;100 rpm) T>20°C	320P (R7;100 rpm) T=19°C	-	60P (R7;100 rpm) T=19°C	142P (R7;100rpm) T=19°C

FE 16107- O objectivo deste ensaio foi aumentar a dureza e a secagem do esmalte modificando-se a resina alquídica curta em óleo para uma alquídica esterinada curta em óleo (Apêndice A). A variação da dureza pode ser verificada na tabela 8.

Tabela 8- Variação da dureza e secagem do esmalte conforme o ensaio.

Ensaio	FE 16052 C	FE16083 C	FE 10107 A	FE16124 A	FE16124 B
Dureza 24 horas (sK)	35	35	62	61	75
Dureza 1 semana (sK)	63	65	119	114	120
Secagem-endurecimento	16 h	> 24 h	1 h	5 h	15

FE 16124- Ensaio para noções de formulação de esmaltes. O objectivo foi produzir o esmalte de secagem rápida preto com uma boa dureza e brilho. No ensaio A (Tab. 9) não se obteve a cobertura necessária e o pigmento de óxido de ferro provocou um acastanhamento do esmalte muito acentuado, além do mais o esmalte não possuía a viscosidade necessária pois apresentava-se muito diluído. Deste modo o ensaio seguinte teve como objectivo produzir um bom esmalte mas utilizando-se o negro de fumo.

Tabela 9- Características controladas dos esmaltes do ensaio 16124.

Propriedade/ensaio	FE 16124 A	FE 16124 B
Brilho (%)	83,5	91,8
Secagem-endurecimento	5 h	15 min
Razão de contraste	99,71	99,64
Dureza pendular- 24h (sK)	61	75
Dureza pendular- 1 semana (sK)	114	120

4. DISCUSSÃO:

O esmalte de secagem rápida branco reformulado apresentou uma boa secagem, brilho satisfatório, dureza pretendida e com a viscosidade necessária relativamente ao esmalte de secagem rápida actualmente produzido pela fábrica, deste modo sugere-se a alteração da formulação do esmalte.

Houve um melhoramento nas características controladas do esmalte de secagem rápida preto, nomeadamente brilho e moagem tendo como base a bibliografia utilizada [1] (FE 16052), mas não se conseguiu o abaixamento da viscosidade da pasta de moagem após a moagem.

Tornou-se, então, necessário testar novos dispersantes para um abaixamento da viscosidade visando-se a facilidade de fabrico por microesferas deste esmalte tendo em conta que o produto final devia apresentar uma boa nitidez, boa moagem e brilho (FE 16083). Conforme os resultados apresentados o abaixamento da viscosidade da pasta de moagem não foi obtido, isso porque o negro de fumo é um pigmento que causa o aumento da viscosidade quando utilizado em esmaltes. É de mencionar que o negro de fumo utilizado é recomendado para tintas de impressão e talvez por isso também se tenha problemas com a viscosidade.

Do mesmo modo como no esmalte de secagem rápida branco tentou-se aumentar a dureza mudando-se a resina na formulação do esmalte, a mudança de uma resina alquídica curta em óleo para uma alquídica esterinada também curta em óleo aumentou consideravelmente a dureza e facilidade de secagem para níveis satisfatórios. Logo recomenda-se o fabrico deste esmalte com a resina testada.

O passo seguinte foi a mudança do pigmento negro de fumo para óxido de ferro preto (FE 16124 A), onde não houve qualquer problema com o aumento de viscosidade mas o esmalte produzido tornou-se 'russo' devido à utilização do óxido de ferro e este pigmento também não é resistente à intempérie, desse modo para se produzir um esmalte preto com as características pretendidas deve-se utilizar negro de fumo, mas em menor quantidade pois suspeitava-se de que na formulação original estivesse-se a

adicionar pigmento em demasia ao esmalte (FE 16124 B). Este esmalte com uma percentagem de negro de fumo de 3,0 % mostrou bom cobrimento, brilho e secagem.

A avaliação da estabilidade para os ensaios 16118 A, B e C mostrou um ligeiro aumento da viscosidade do esmalte de secagem rápida branco bem como uma ligeira sedimentação e separação de fases, relativamente ao esmalte preto no ensaio 16124 B a viscosidade deste aumenta consideravelmente com o tempo sendo necessário conseguir-se estabilizar a tinta, neste mesmo esmalte também ocorre uma ligeira separação de fases mas não apresenta sedimentação.

5. CONCLUSÕES:

A nova formulação do esmalte de secagem rápida branco foi otimizada para uma melhor secagem e dureza. O esmalte de secagem rápida preto com a formulação original mostrou um grande melhoramento relativamente ao brilho e nitidez de imagem quando as indicações sugeridas pela bibliografia eram seguidas.

A formulação do esmalte de secagem rápida preto precisa ainda de estudo bem como toda a gama de esmaltes de secagem rápida tendo como base a formulação do esmalte branco, cuja formulação demonstrou-se satisfatória, e utilizando a resina alquídica esterificada curta em óleo que tem apresentado uma boa dureza e boa secagem.

6. BIBLIOGRAFIA:

[1]- Borges, J, “Noções de Formulação ‘Tintas Plásticas’”, Curso de Formação, Deptº Investigação e Desenvolvimento, Construção Civil-Aquosos, Fábrica de Tintas 2000, Lda., Setembro,1998.

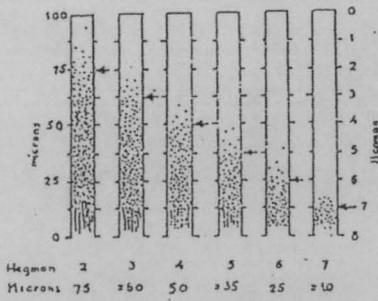
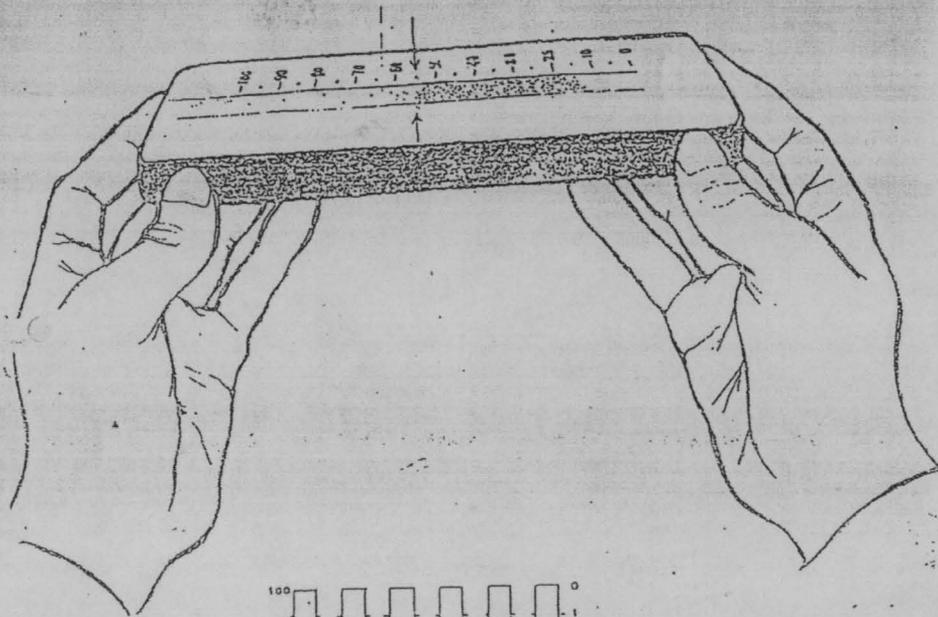
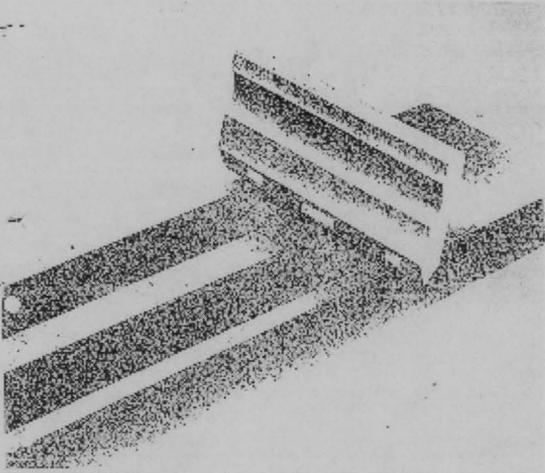
[2]- Kairalla, R. B., Gianfardoni, A. L. C., Prado, P. S., Tiano, P. C. M.. “Processo de Fabricação”, Capítulo 17, pág 789 – 850 (enxerto).

[3]- Normas de Procedimentos de Ensaio Laboratoriais, Fábrica de Tintas 2000, Lda.

[4]- Catálogo Tioxide

[5]- Catálogo BYK

APÊNDICE C:



QUADRO I - Classificação da aderência

Classificação	Descrição	Exemplo para seis incisões)
0	Os bordos das incisões são perfeitamente lisos; nenhum dos quadrados da quadrícula se destacou.	
1	Destacamento de pequenas faixas do revestimento nas intersecções das incisões que não afecta mais de 5% da quadrícula.	
2	O revestimento destacou-se ao longo dos bordos das intersecções das incisões e afectando nitidamente entre 5 e 15% da quadrícula.	
3	O revestimento destacou-se ao longo dos bordos das incisões, em parte ou na totalidade, em largas faixas, ou destacou-se em parte ou na totalidade em diversas zonas das quadrículas, afectando nitidamente entre 15 e 35% da quadrícula.	
4	O revestimento destacou-se ao longo dos bordos das incisões em largas faixas, ou alguns quadrados destacaram-se em parte ou na totalidade afectando nitidamente entre 35 e 65% da quadrícula.	
5	Todos os graus de destacamento que não podem ser classificados até à classe 4.	



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000088341