



FACULDADE DE PINDAMONHANGABA

**Ana Carolina Bispo dos Santos
Daiana Ferreira da Silva
Danieli Barbosa da Silva**

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES
DE TINTAS E VERNIZES NA LINHA DE PULVERIZADOS**

**Pindamonhangaba – SP
2012**



**Ana Carolina Bispo dos Santos
Daiana Ferreira da Silva
Danieli Barbosa da Silva**

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES
DE TINTAS E VERNIZES NA LINHA DE PULVERIZADOS**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Tecnólogo em Processos Químicos da Faculdade de Pindamonhangaba.

Orientador: Prof. Cláudio Ferreira da Costa.

**Pindamonhangaba – SP
2012**



**Ana Carolina Bispo dos Santos
Daiana Ferreira da Silva
Danieli Barbosa da Silva**

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES
DE TINTAS E VERNIZES NA LINHA DE PULVERIZADOS**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Tecnólogo em Processos Químicos da Faculdade de Pindamonhangaba.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cláudio Ferreira da Costa – Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Prof. Marco Sales – Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Prof. Orlando Honorato da Silva – Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Prof. Wlamir Gomes da Silva Braga – Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares e amigos que sempre estiveram presentes e fizeram de certa forma parte do sucesso que foi alcançado nesse período de aprendizado e aprofundamento de nossos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pela força que nos foi concedida para vencermos todas as etapas ao longo deste caminho, por nos ter abençoado com inteligência, sabedoria e discernimento para cumprir nossos deveres e obrigações com sucesso.

Aos nossos familiares, pois sem seu apoio e compreensão também não seria possível concluir esse projeto de vida. Por várias vezes, nas dificuldades encontradas eles foram nossos pilares, nos sustentando e nos ajudando a realizar com êxito nossas tarefas.

Aos nossos amigos que fazem parte de nossas histórias, e que muito contribuíram dando-nos forças para que não desistíssemos pelo meio do caminho.

Aos professores, em especial ao nosso orientador, que contribuíram com tanta dedicação para nossa formação pessoal e profissional.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para concretizarmos mais uma vitória em nossas vidas.

O nosso muito obrigado e que Deus nos abençoe e nos guie hoje e sempre.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabela 1 | – Função de alguns aditivos utilizados nas tintas e vernizes | 19 |
| Tabela 2 | – Parâmetros utilizados para o desenvolvimento de tinta acrílica | 21 |
| Tabela 3 | – Composição percentual das formulações de lacas | 24 |
| Tabela 4 | – Padrão visual de destacamento na área quadriculada, de acordo com a norma NBR 11003 (fora de escala) | 31 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 01 | – Resina | 16 |
| Figura 02 | – Mecanismo básico da reação de obtenção de um poliuretano | 18 |
| Figura 03 | – Pigmentos | 18 |
| Figura 04 | – Fotografia da etapa de pré-mistura e agitação | 22 |
| Figura 05 | – Fotografia de um moinho de “areia” | 22 |
| Figura 06 | – Esfera de vidro | 23 |
| Figura 07 | – (a) Cabine de pintura, (b) aplicação pulverizada | 25 |
| Figura 08 | – Estufa com circulação de ar | 25 |
| Figura 09 | – Balança semi analítica | 26 |
| Figura 10 | – Viscosímetro copo Ford 4 | 27 |
| Figura 11 | – Densímetro (picnômetro) | 27 |
| Figura 12 | – Grindômetro, régua de fio e espátula metálica fina | 28 |
| Figura 13 | – Gloss Meter – medidor de brilho | 29 |
| Figura 14 | – Teste de aderência | 30 |
| Figura 15 | – Cabine de luz | 32 |
| Figura 16 | – Determinar o grau de cura do filme de tinta | 33 |
| Figura 17 | – Teste de cura | 35 |
| Figura 18 | – Teste de aderência | 36 |
| Figura 19 | – Ensaio de medição de brilho | 37 |

LISTA SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|----------------------------|---|
| ABRAFATI | - Associação Brasileira dos Fabricantes de tintas |
| ABS | - Acrilonitrila Butadieno Estireno |
| ABNT | - Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ASTM | - American Society for Testing and Materials |
| CETESB | - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental |
| cm | - Centímetro |
| Eq/g | - Equivalente Grama |
| HVLP | - High Volume Low Pressure |
| Lbs/pol² | - Libras por Polegada ao Quadrado |
| m | - Metro |
| PIB | - Produto Interno Bruto |
| PP | - Polipropileno |
| PS | - Poliestireno |
| PU | - Poliuretano |
| UV | - Ultra Violeta |

RESUMO

Tendo em vista a importância da indústria de recobrimentos superficiais e a necessidade de conhecimento e aprofundamento sobre tintas e vernizes, este trabalho tem por objetivo apresentar as informações relativas do processo de desenvolvimento e fabricação de tintas e vernizes na linha de pulverizados. Demonstrar na prática as características da tinta líquida e aplicada (filme seco), os equipamentos e as matérias primas de uso contínuo do processo. Realizou-se uma pesquisa coletando materiais escritos por diferentes autores da área de tintas e vernizes como apoio teórico para o desenvolvimento desta pesquisa, a parte prática deste trabalho inicia-se no laboratório manuseando-se uma amostra de tinta. Para o desenvolvimento da tinta, inicialmente verifica-se em qual material será aplicado, se será de uso externo ou interno, sendo assim, faz-se um estudo sobre o tipo de resina, solventes compatíveis com a resina, aditivos e outros. Após os estudos do processo, realiza-se processo de desenvolvimento laboratorial, onde são realizados ensaios físico-químicos sobre a tinta líquida e aplicada, observando as características ideais para aprovação do material após a aplicação, em seguida, aprovação ou não do cliente.

Palavras-chave: Tintas. Vernizes. Resinas.

ABSTRACT

Given the importance of surface coatings industry and the need for knowledge and deepening of paints and varnishes. This work aims to present information on the process development and manufacturing of paints and varnishes in line sprayed. Demonstrate in practice the characteristics of liquid ink and applied (dry film), equipment and raw materials continue to use the process. A search is carried out by collecting material written by different authors in the field of inks and varnish as theoretical support for the development of this research, the practical working of this starts at laboratory handling a sample ink. For the development of ink initially occurs in which material is to be applied, whether to use external or internal, so it is a study on the type of resin, solvents compatible with the resin, and other additives. After the studies of the process is carried out development process laboratory where tests are conducted on the physico-chemical liquid ink and applied by observing the ideal characteristics for approval of the material after application, then the customer approval or not.

Keywords: Paints. Varnishes. Resins.

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 | Justificativa da Escolha do Tema | 11 |
| 1.2 | Problema de Pesquisa | 11 |
| 1.3 | Objetivos | 11 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 11 |
| 1.3.2 | Objetivos Específico | 11 |
| 1.4 | Delimitação do Trabalho | 12 |
| 1.5 | Estrutura do Trabalho | 12 |
| 2 | DESENVOLVIMENTO | 13 |
| 2.1 | Histórico das tintas | 13 |
| 2.2 | O mercado de tintas e vernizes no Brasil | 14 |
| 2.3 | Os componentes de fórmula das tintas e vernizes | 15 |
| 2.3.1 | Resinas | 16 |
| 2.3.2 | Pigmentos | 18 |
| 2.3.3 | Aditivos | 19 |
| 2.3.4 | Solventes | 20 |
| 2.3.5 | Cargas | 20 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 21 |
| 3.1 | Processos de preparo de formulações da tinta base para o estudo | 21 |
| 3.1.1 | Pesagem | 21 |
| 3.1.2 | Pré-mistura ou empastamento | 22 |
| 3.1.3 | Moagem | 22 |
| 3.1.4 | Completagem | 23 |
| 3.2 | Composição da tinta e aplicação no substrato e cura do revestimento | 23 |
| 3.3 | Principais materiais utilizados para o desenvolvimento e controle de qualidade. | 25 |
| 3.3.1 | Balança | 26 |
| 3.3.2 | Viscosímetro | 26 |
| 3.3.3 | Densímetro | 27 |
| 3.3.4 | Grindômetro | 27 |
| 3.3.5 | Gloss Meter | 28 |
| 3.4 | Ensaio executados na tinta líquida e aplicada | 29 |
| 3.4.1 | Sedimentação | 29 |
| 3.4.2 | Tempo de vida útil (<i>pot-life</i>) da tinta líquida | 29 |
| 3.4.3 | Aderência | 29 |
| 3.4.4 | Medição de cor | 31 |
| 3.4.5 | Campo | 32 |
| 3.4.6 | Cura | 32 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 5 | CONCLUSÃO | 37 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| REFERÊNCIAS | 38 |
|--------------------------|-----------|

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa e Escolha de Tema

Esta pesquisa tem por objetivo contribuir com os acadêmicos e pesquisadores, com os profissionais da indústria de tintas, principalmente aqueles que atuam no segmento de tintas e vernizes. Por meio da exposição conceitual, pretende-se colaborar na formação de profissionais que estão iniciando nesta área e não tem conhecimento do processo de fabricação, tanto no desenvolvimento como no processo fabril.

Deste modo, baseando-se em obras de autores da área, a pesquisa sobre o processo de tintas e vernizes da linha pulverizada, somada à necessidade de aprofundamento sobre o tema, permitirá ampliar o conhecimento do ponto de vista teórico e prático.

Assim, espera-se que este estudo possa contribuir de forma eficaz quanto à ampliação de conhecimento daqueles que buscam na literatura informações necessárias para conhecer o processo de fabricação de tintas e vernizes.

1.2 Problema de Pesquisa

Tendo em vista o grande aumento da produção de tintas no país e a deficiência de literatura para ajudar no desenvolvimento da área, esta pesquisa tem por alvo o estudo de tintas e vernizes, de modo a contribuir com desenvolvimento do setor industrial. Sendo assim, o trabalho ficou restrito a algumas literaturas, porém, relevantes para o ramo de tintas e vernizes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar as informações necessárias para produzir tintas e vernizes.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Conhecer e analisar os procedimentos utilizados desde o seu desenvolvimento até o processo fabril e suas características;
- b) Demonstrar teoricamente essas características;

c) Avaliar o comportamento de todo o processo.

1.4 Delimitação do Trabalho

Para a exploração do tema, foi realizado um estudo sobre os processos de fabricação em uma indústria de tintas, bem como uma pesquisa bibliográfica sobre o processo de fabricação de tintas e vernizes da linha pulverizado.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em cinco seções, conforme descrito abaixo:

A primeira seção é composta pela introdução, justificativa da escolha do tema, problema de pesquisa, objetivos e delimitação do trabalho.

A segunda seção é composta pela fundamentação teórica, e revisão bibliográfica.

A terceira seção é formada pelos procedimentos metodológicos, na qual aponta o tipo de pesquisa, o instrumento de coleta de dados.

A quarta seção apresenta os resultados obtidos dos experimentos e demonstra a discussão dos resultados, com intuito de apurá-los, analisá-los e entendê-los.

A quinta e última seção apresenta as conclusões finais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

Os produtos das indústrias de materiais de revestimento superficial são indispensáveis para a preparação de todos os tipos de estruturas arquitetônicas, inclusive fábricas, contra os ataques do intemperismo. A madeira e o metal não revestidos são particularmente suscetíveis à deterioração, sobretudo nas cidades onde a fuligem e o dióxido de enxofre aceleram a ação deteriorante. Além do efeito puramente protetor, as tintas, os vernizes e as lacas tornam mais atraentes os artigos manufaturados e realçam o aspecto estético de um conjunto de casas e dos seus interiores. Esse é um caso em que a utilidade e o aspecto artístico caminham lado a lado.

A indústria de revestimentos superficiais é, na verdade, uma indústria antiga. Segundo a Bíblia, Noé foi aconselhado a usar piche por fora e por dentro da arca. A origem das tintas remonta aos tempos pré-históricos, quando os antigos habitantes da terra registravam suas atividades em figuras coloridas nas paredes das cavernas. Essas tintas grosseiras eram, provavelmente, constituídas por terras ou argilas suspensas em água. Os egípcios, desde muito cedo, desenvolveram a arte de pintar e, por volta de 1500 a. C., dispunham de um grande número e ampla variedade de cores. Em 1000 a. C., descobriram os predecessores dos vernizes atuais, usando resinas naturais ou cera de abelha como o ingrediente formado de película. Plínio descreve a fabricação do alvaiade a partir do chumbo e do vinagre, e é provável que este processo antigo seja semelhante ao velho processo holandês. Foi nos anos mais recentes, entretanto, que a indústria dos revestimentos conseguiu os maiores avanços, que podem ser atribuídos aos resultados da pesquisa científica e à aplicação da engenharia moderna. (SHREVE, 2008).

O aparecimento de novas técnicas de aplicação demanda profundas modificações na tecnologia das tintas, havendo, por vezes, a necessidade de desenvolvimento e atualização dos processos produtivos (FAZENDA et al., 2005).

Grande parte das tintas disponíveis no mercado tem como principal etapa da industrialização a aplicação pelo usuário, seguida da cura do produto *in loco*. O diferencial para as tintas tipo linha industrial (pulverizado) se dá justamente por um processo automatizado o que melhora a qualidade e controle na aplicação, contribuindo para menores problemas e “retrabalhos”. Porém, esta aplicação manual das tintas, pode ter um ou mais aplicadores numa mesma linha de produção, logo, poderá haver diferenças de camadas das

tintas aplicadas, fazendo com que o resultado final não ocorra de forma mais uniforme, no entanto, satisfatório.

No Brasil, o histórico das indústrias de tintas e vernizes tem início no ano 1886, compreendendo um período de aproximadamente 100 anos. Para seguir uma cronologia é necessário voltar ao início do século XVI e embarcar nas caravelas de Pedro Álvares Cabral, que ao chegar nesta terra desconhecida e que futuramente seria chamada de Brasil, cujo nome se deu pelo fato de sua observação em uma interessante árvore, semelhante à outra, já conhecida na região costeira do Oriente, o pau-brasil, da qual se extraía uma substância corante utilizada na época em tinturaria.

No final deste mesmo século, os portugueses decidiram investir nas tintas, vernizes e revestimentos para a construção naval, e criaram o estaleiro de Ribeira das Naus, em Salvador, utilizando-se do “breu de frecha”, extraído das árvores *sincatã* e *anani*, na calafetagem das naus (TELLES, 1989).

A história da indústria brasileira de tintas tem dois começos significativos. O primeiro, em 1886, na cidade de Blumenau, Santa Catarina. O segundo, em 1904, na cidade do Rio de Janeiro, então Distrito Federal. Os 18 anos e os mil quilômetros que separam as duas iniciativas não representam grande diferença, se considerarmos as semelhanças entre os empreendedores e suas realizações. Os pioneiros são Paulo Hering, fundador das Tintas Hering, e Carlos Kuenerz, fundador da usina São Cristóvão. Emigrantes alemães, eles encontraram no Brasil pátria e lar. Ao novo país doaram talento, trabalho, espírito criativo e inovador. Traçando seus caminhos na virada do século XIX, eles foram espectadores e personagens dos primórdios da industrialização do país acrescentando, cada um a seu modo e vocação, uma parcela de progresso à nossa cultura e desenvolvimento econômico (ABRAFATI, 2011).

2.2 O mercado de tintas e vernizes no Brasil

O mercado de tintas e vernizes no Brasil é composto por produtos das linhas imobiliária, industrial e automotiva, o setor de tintas e vernizes tem números expressivos e grande potencial para crescimento. Embora muitas vezes não fosse dada sua real importância e acaba passando por despercebido, as tintas são produtos fundamentais para quaisquer tipos de material que fabrique: veículos automotivos, bicicletas, capacetes, móveis, brinquedos, eletrodomésticos, vestuário, equipamentos, artesanatos, em impressão e serigrafia e na construção civil, superando assim a marca de um bilhão de litros de tintas produzidos anualmente.

Segundo informações da CETESB (2008), volume citado acima coloca o Brasil como o quarto produtor mundial de tintas, com um mercado formado por grandes empresas (nacionais e multinacionais) e fabricantes de médio e pequeno porte, voltados para o consumo em geral e para segmentos com necessidades específicas. Estima-se que mais de 400 indústrias operem atualmente no País, responsáveis pela geração de quase 16 mil empregos diretos.

Em 2005 foram consumidos 319,757 milhões de galões de tintas – um incremento de 3,03% sobre a demanda do ano anterior, que foi de 310,366 milhões de galões de tintas e vernizes. Este volume correspondeu a um faturamento, no ano passado, de US\$ 2,04 bilhões, valor que em 2004 chegou a US\$ 1,75 bilhão. O aumento de 16,77% no faturamento deve-se não apenas à evolução do setor, mas também à desvalorização do real frente ao dólar, ocorrida em 2005(CETESB, 2008).

Tais números, no entanto, ficaram abaixo do esperado por representantes do setor, devido à pequena evolução da economia como um todo e ao fraco crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em 2005. O histórico de desempenho do setor indica que o mercado de tintas cresce em um nível semelhante ao da economia brasileira – em períodos de crescimento moderado (CETESB, 2008).

2.3 Os componentes da fórmula das tintas e vernizes

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI, 2011), em suas diversas publicações, define as tintas e vernizes como uma preparação, geralmente na forma líquida, cuja finalidade é a de revestir uma dada superfície ou substrato para conferir beleza e proteção. Quando essa tinta não contém pigmentos, ela é chamada de **verniz**. Por ter pigmentos, a tinta cobre o substrato, enquanto o verniz deixa transparente. Por conta da característica de transparência dos vernizes, sua qualidade e aspecto final devem ser bastante elevados, visto que este tipo de produto – o verniz – deixa o substrato à mostra sendo então necessária uma boa aderência ao substrato e elevada resistência físico-química ao intemperismo e abrasões (ABRAFATI, 2011).

Na linha industrial, os substratos mais utilizados, aplicado de modo pulverizado, são: PS, PP, ABS, alumínio, aço inoxidável e laminado a frio, podendo ser aplicado diretamente sobre estas superfícies, ou ainda em sistema de três camadas: *primer*, tinta e por fim o verniz. Assim como as tintas, existem vários tipos de vernizes, e sua denominação também se dá pela composição da resina que o constitui. Uma tinta líquida geralmente possui quatro

componentes básicos, que são: resinas, solventes, pigmentos e aditivos, onde o verniz é composto por todos estes componentes, exceto o pigmento.

2.3.1 Resinas

Principal componente de uma tinta ou verniz com características particularmente desejáveis na aplicação final destes produtos, a resina responde pela maioria das propriedades físico-químicas da formulação (GENTIL, 1996).

Resina (Figura 1) é a parte não volátil da tinta, que serve para aglomerar as partículas de pigmentos. A resina também denomina o tipo de tinta ou revestimento empregado. Assim, por exemplo, tem-se as tintas acrílicas, alquídicas, epoxídicas, dentre outras. Antigamente as resinas eram à base de compostos naturais, vegetais ou animais. Hoje em dia, são obtidas através da indústria química ou petroquímica por meio de reações complexas, originando polímeros que conferem às tintas propriedades de resistência e durabilidade muito superior às antigas.

Há basicamente duas formas de classificação das resinas: as termofixas, que são obtidas por reações de polimerização do sistema de resinas juntamente com a evaporação de solventes; e as termoplásticas, em que o filme é obtido somente por evaporação de solvente. As propriedades dos filmes termofixos são superiores aos termoplásticos, com relação a brilho, resistência química, resistência mecânica, durabilidade e outras (BATISTA, 2004).



Figura 1 – Resina

Fonte: Alibaba.com

Seguem abaixo as definições das principais resinas:

Resinas acrílicas: As resinas acrílicas são polímeros obtidos a partir de monômeros de ésteres dos ácidos acrílicos e metacrílicos. Os polímeros acrílicos mais utilizados na indústria de tintas são os poliácrlatos e polimetacrilatos.

Resinas epóxi: Os grupos C-C-O das extremidades são os grupos epóxi que dão nome à resina. O número maior de repetições do grupo citado acima, mais flexível, mais impermeável, e mais aderente é a resina e indica também se a resina é sólida ou líquida. Sendo n o número do grupo C-C-O, n grande -> sólida, n pequeno -> líquida. A resina epóxi sozinha não tem propriedades interessantes para tintas. É necessário uma reação com catalisador, agente de cura ou endurecedor e dependendo da sua natureza química teremos propriedades diferentes e específicas.

Resinas alquídicas: polímero obtido pela esterificação de poliácidos e ácidos graxos com poliálcoois. Usadas para tintas que secam por oxidação ou polimerização por calor.

Resina nitrocelulose: Produzida pela reação de celulose, altamente purificada, com ácido nítrico, na presença de ácido sulfúrico. A nitrocelulose possui grande uso na obtenção de lacas, cujo sistema de cura é por evaporação de solventes. São usados em composições de secagem rápida para pintura de automóveis, objetos industriais, móveis de madeira, aviões, brinquedos e papel celofane.

Resina poliéster: ésteres são produtos da reação de ácidos com álcoois. Quando ela é modificada com óleo, recebe o nome de alquídica. As resinas poliéster são usadas na fabricação de *primers* e acabamentos de cura à estufa, combinadas com resinas amínicas, epoxídicas ou com poliisocianatos bloqueados e não bloqueados que funciona como um catalisador de indústria.

Resinas Poliuretano: são resinas hidroxiladas, pode ser acrílica, poliéster, epóxi, por exemplo, na obtenção dos PU's, a maioria das reações são com isocianatos e ocorre através da adição à dupla ligação C=N. Um centro nucleofílico contendo um átomo de hidrogênio ativo ataca o carbono eletrofílico e o átomo de hidrogênio ativo é então adicionado ao nitrogênio, como mostrado na Figura 2. Existem isocianatos alifático e aromático, aquele é menos reativo que este, porém, o isocianato aromático tende a amarelar mais quando exposto a raios UV, sendo utilizado mais para ambiente interno, o isocianato alifático é mais usado para uso externo.

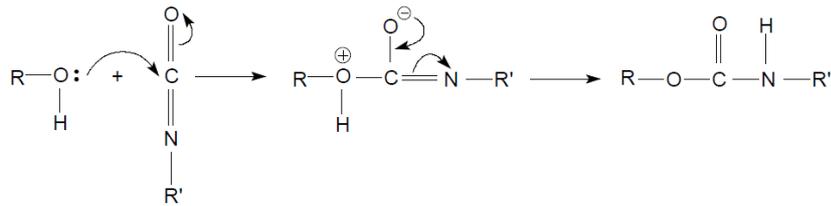


Figura 2 – Mecanismo básico da reação de obtenção de um poliuretano

2.3.2 Pigmentos

Componente básico em uma tinta são os pigmentos (Figura 3) que são responsáveis principalmente por sua cor e maior durabilidade. Pigmento é um material sólido finamente dividido, insolúvel no meio. Utilizado para conferir cor, opacidade, certas características de resistência e outros efeitos. São divididos em pigmentos coloridos (conferem cor), não coloridos e anticorrosivos, conferem proteção aos metais (FAZENDA et al., 2005).

A função dos pigmentos e dos fíleres não é formar simplesmente uma superfície colorida, agradável pelo estético, qualquer que seja importância deste fator. As partículas sólidas na tinta refletem muitos dos raios de luz destrutivos e, dessa maneira, ajudam a prolongar a duração de toda a tinta. Em geral, os pigmentos devem ser opacos, a fim de que tenham um bom poder de cobertura, e quimicamente inertes, a fim de que tenham estabilidade e uma vida longa. Os pigmentos devem ser atóxicos ou pelo menos ter uma toxidez muito baixa, não só para pintores, mas também para os usuários dos recintos pintados. Finalmente, os pigmentos devem ser molháveis pelos constituintes formadores de película e também baratos. Os diferentes pigmentos possuem diferentes poderes de cobertura por unidade de massa. Sem os materiais formadores de película, os pigmentos não seriam mantidos na superfície.



Figura 3 – Pigmentos

2.3.3 Aditivos

Aditivos são ingredientes que, adicionados às tintas, proporcionam características especiais às mesmas ou melhorias nas suas propriedades. São utilizados para auxiliar nas diversas fases da fabricação e conferir características necessárias à aplicação.

Podemos dizer que existe uma variedade enorme de aditivos usados na indústria de tintas e vernizes, como secantes, anti-sedimentantes, niveladores, antiespumante. Em uma formulação qualquer, raramente o total de aditivos excedem 5% da composição e esses são usualmente divididos por funções e não por composição química ou forma física (FAZENDA, 2005).

Seguem as descrições dos aditivos mais importantes na Tabela 1:

Tabela 1 – Função de alguns aditivos utilizados nas tintas e vernizes

| Aditivos | | Função |
|-------------------------|----------------|---|
| Aditivos de Cinética | Secantes | Catalisadores da secagem oxidativa de resinas alquídicas e óleos vegetais polimerizados. |
| | Antipele | Evitam a formação de uma película semissólida de tinta ou verniz na parte superior desta na fase líquida. |
| Aditivos de Processos | Dispersantes | Melhoram a dispersão dos pigmentos nas tintas. |
| | <i>Flow</i> | Ajudam a corrigir defeitos de alastramento em um revestimento. |
| | Antiespumantes | Evitam a formação de bolhas de ar, espumas, na tinta líquida ou no verniz. |
| | Umectantes | Nos sistemas aquosos aumentam a molhabilidade de cargas e pigmentos, facilitando sua dispersão. |
| | Desaerantes | Estouram as espumas formadas durante e após a agitação. |
| Aditivos de preservação | Bactericidas | Evitam a degradação do filme da tinta devida à ação de bactérias, fungos, etc.. |

Fonte: quimica.com

2.3.4 Solventes

Utilizados na solubilização da resina, no controle e acerto de viscosidade e auxilia no processo de fabricação das tintas e na aplicação. Os solventes são classificados em verdadeiros, auxiliares e falsos: os verdadeiros são aqueles que são miscíveis, em qualquer proporção, com uma determinada resina; os solventes auxiliares são aqueles que não solubilizam a resina, mas auxiliam o solvente verdadeiro na solubilização do veículo; e os falsos solventes são aqueles possuem baixo poder de solvência (GENTIL, 1996).

Os solventes 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 alcoóis, acetatos, cetonas, éteres, etc.

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.

Seguem alguns solventes mais usados na linha industrial: Álcool etílico, Acetato de etila, Acetato de Butila, Butil Glicol, Toluol e Xilol.

2.3.5 Cargas

As cargas são partículas de natureza semelhante a dos pigmentos, portanto, são partículas sólidas, insolúveis no meio, destinadas a melhorar as propriedades físicas, mecânicas e químicas. Porém, devido seu menor índice de absorção de óleo e menor poder de cobertura do que os pigmentos, as cargas possuem então um menor custo (VERGÉS, 2005).

Dentre suas variadas funções e composições químicas, pode-se descrever as cargas como partículas sólidas com ação anticorrosivas (os silicatos de alumínio, carbonato de cálcio), agentes fosqueantes (as sílicas), ou seja, os que conferem ao revestimento um brilho menor do que o original, onde se aumentando a quantidade deste na formulação, tem-se cada vez mais uma redução do brilho, as ceras, que possuem dupla função, ou seja, ação principal de agentes deslizantes, diminuindo o coeficiente de atrito na superfície revestida e ação secundária também como fosqueante.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A tinta utilizada neste projeto foi preparada em laboratório, conhecida como laca é formada por resinas acrílicas, aditivos, solventes (acetatos, alcoóis) e pigmento branco, no caso do verniz não há pigmento. Na Tabela 2 abaixo estão descrito os parâmetros mais utilizados para esse tipo de tinta e aplicação.

Tabela 2 – Parâmetros utilizados para o desenvolvimento de tintas acrílica (laca).

| | UNIDADE | PARAMÊTROS |
|----------------------------|-------------------|--------------------|
| VISCOSIDADE | segundos | 50 - 60 |
| SÓLIDOS | g | 20 - 40 |
| ADERÊNCIA | % | 99 – 100* |
| RESISTENCIA QUÍMICA | ciclos | Mínimo 25 ciclos** |
| DENSIDADE | g/cm ² | 0,940 – 1,000 |
| BRILHO | ub | 65 - 75 |

*ver item 3.4.3

**ver item 3.4.5

3.1 Processos de preparo de formulação da tinta

Para a execução dos ensaios na tinta líquida e aplicada, a tinta é preparada através de procedimentos padrões utilizados em laboratórios de desenvolvimento. As etapas são:

- Pesagem;
- Pré-mistura ou empastamento;
- Moagem;
- Completagem;
- Análises.

3.1.1 Pesagem

Na pesagem são adicionadas ordenadamente as matérias-primas primárias, são essas: resinas, solventes, aditivos e pigmento.

3.1.2 Pré-mistura ou empastamento

Nesta fase, o material pesado passa por uma pré-mistura e agitação (figura 4).



Figura 4 – Fotografia da etapa de pré-mistura e agitação

3.1.3 Moagem

O produto pré-disperso foi submetido à dispersão no moinho de “areia” (Figura 5), sendo utilizado o material do moinho: esferas de vidro (Figura 6). É inserido no moinho a tinta pré-dispersa e moída com dois ou mais ciclos completos para alcançarmos a fineza necessária para a etapa seguinte, sendo esta propriedade determinada com um grindômetro, onde o valor de $7H$ na escala de *Hegman* é o resultado ideal para o decorrer do processo.

Durante esta operação ocorre o desagregamento dos pigmentos e cargas e ao mesmo tempo há a formação de uma dispersão maximizada e estabilizada desses sólidos. A dispersão maximizada e estabilizada permite o melhoramento do poder de cobertura, durante um período de tempo correspondente a validade da mesma evitando quebra de dispersão do pigmento.



Figura 5 – Fotografia de um moinho de “areia”



Figura 6 – Fotografia de Esfera de vidro

3.1.4 Completagem

Encerrado o processo de moagem, o produto é recolhido e adicionado à quantidade de solventes, resinas e aditivos proporcionais para completar os componentes de fórmula da composição, pois há uma perda no processo de moagem que tem que ser levada em consideração; e em seguida foi realizada sua agitação mecânica, por quinze minutos, para melhor homogeneização das matérias- primas.

Este estágio é chamado de completagem, que consiste na adição percentual na base de moagem do restante dos componentes da formulação para conferir à tinta condições satisfatórias de aplicação, bem como o fechamento da composição final desta em 100%.

Nesta etapa de processo de fabricação da tinta, ou seja, a operação de completagem, segundo FAZENDA (2005) deve ser realizada com muita cautela, pois nela são envolvidas implicações técnicas que, frequentemente causam sérios problemas como floculação ou sedimentação do pigmento, arruinando totalmente o processo e a qualidade do produto final.

3.2 Composição da Tinta e Aplicação no substrato e cura do revestimento

Na Tabela 3 segue a composição da tinta em estudo, o percentual de sólidos da tinta varia de acordo com a característica, a laca é usada com viscosidade de 11 a 13 segundos, sendo assim, a tinta precisa ou não de diluente, depende da viscosidade inicial. Outras linhas de tintas industrial como epoxi, PU também varia a quantidade de sólidos, e viscosidade, pra aplicação pulverizado viscosidade em torno de 14 a 22 segundos.

Tabela 3 – Composição percentual das formulações de lacas

| Materias primas | Percentual (%) |
|------------------------|-----------------------|
| Resina | 20 |
| Pigmentos | 10 |
| Solventes | 69 |
| Aditivos | 1 |

A tinta e o verniz são aplicados (Figura 7) com pistola hvlp Devilbess e apresentam camada de $26 \cdot 10^{-5}$ m (26 μ m), sendo a faixa especificada de 20 a 30 μ m.

Após a cura e resfriamento ao ar, mede-se então a espessura da camada com um micrômetro, simulando assim em laboratório a aplicação similar à realizada em uma linha convencional de pintura.

O processo de secagem ou cura das tintas após a aplicação ocorreu em estufa com circulação de ar a temperatura de 60°C. A temperatura foi medida com um termômetro inserido na parte superior da estufa. A tinta é então aplicada no substrato e o material é levado à estufa com a temperatura previamente ajustada e o cronômetro acionado para que se controle o tempo de secagem; após o tempo determinado o painel é retirado da estufa e resfriado a temperatura ambiente.

A estufa (Figura 8) utilizada é estacionária com circulação de ar, com temperatura de trabalho de 60°C conferindo condições equivalentes ao processo industrial.

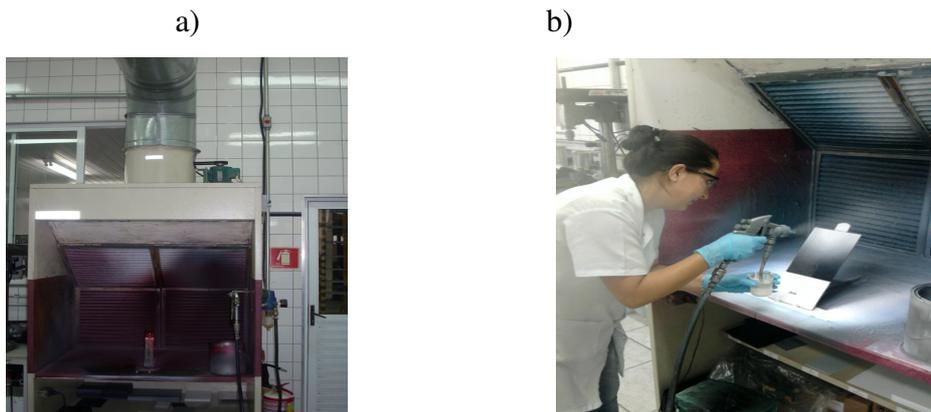


Figura 7 – (a) Fotografia da Cabine de pintura, (b) Fotografia da aplicação pulverizada



Figura 8 –Fotografia da Estufa com circulação de ar

3.3 Principais materiais utilizados para o desenvolvimento e controle de qualidade

Para a preparação das amostras utilizam-se os seguintes materiais e equipamentos:

- Béquer de 1 litro;
- Haste metálica tipo *Cowles*;
- Balanças analíticas;
- Espátulas metálicas;
- Moinho de “areia”;
- Grindômetro *Omicron*, modelo 155;
- Agitador com motor pneumático *Schulz*;
- Substratos PS 1,0 mm;

- Grindômetro;
- *GlossMeter*;
- Densímetro;
- Pistola Devilbess HVLP com pressão de 30 a 40 lbs/pol²
- Estufa estacionária *Aalborg*, modelo H-12-1000AA;
- Viscosímetros copo Ford nº4;

Uma breve descrição dos principais equipamentos utilizados:

3.3.1 Balança

Balança (Figura 9) de uso rotineiro, para medidas da ordem de centenas a 0,01g.



Figura 9 – Fotografia da Balança analítica

3.3.2 Viscosímetro (copo Ford nº4)

O controle de viscosidade pelo copo Ford nº4 (Figura 10) é um dos métodos mais antigos, simples e eficiente. O método se baseia na contagem do tempo de escoamento de um volume de amostra através de um orifício calibrado. O tempo decorrido desde a liberação do orifício até a interrupção do filete é o valor da viscosidade Ford que é medida em segundos.



Figura 10 – Fotografia do Viscosímetro copo Ford 4

3.3.3 Densímetro (picnômetro)

A análise da densidade de uma amostra, determinada em laboratório, é a massa de um certo volume desta amostra em um recipiente chamado picnômetro (Figura 11). O picnômetro é um pequeno instrumento de laboratório construído cuidadosamente de forma que o seu volume seja invariável. Ele possui uma abertura suficientemente larga e tampa muito bem esmerilhada, provida de um orifício capilar longitudinal. Muito utilizado para determinar a densidade de um sólido ou líquido. Na determinação da densidade deve-se realizar sobre uma superfície plana, ter o cuidado para não deixar bolhas de ar no interior do picnômetro. A temperatura da determinação é muito importante, pois pode interferir no volume do picnômetro e da amostra.



Figura 11 – Fotografia do Densímetro (picnômetro)

3.3.4 Grindômetro, régua de fio e espátula metálica fina.

O grindômetro (Figura 12) é utilizado para analisar o grau de fineza da tinta. Para tintas recém-moídas somente iniciar os testes após resfriamento à temperatura ambiente, colocar uma porção de tinta na extremidade mais profunda - Ponto 0 na escala Hegman (NS). O grindômetro deve estar apoiado horizontalmente, com a régua raspadora (fio) levemente inclinada para frente, estender a tinta ao longo de toda a canaleta, uniforme. Efetuar imediatamente a leitura para evitar a evaporação do solvente, o tempo de extensão e a leitura não deve exceder 10 segundos. Efetuar a leitura, levando o grindômetro à altura dos olhos e contra luz e verificar no grindômetro a parte da extensão onde apresenta visualmente a tinta com aspecto uniforme e sem partículas, na lateral checar a escala Hegman (NS) correspondente.

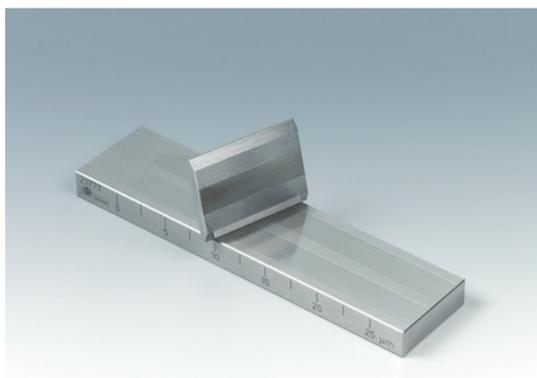


Figura 12 – Grindômetro, régua de fio e espátula metálica fina

3.3.5 Gloss Meter – medidor de brilho

Gloss Meter (Figura 13) é utilizado para medir o brilho da tinta. O aparelho usado é modelo *GLOSSGARD* do catálogo CG-7260-A com cabeça sensora de 60 graus fabricado pela *GARDNER LABORATORY INC*. O mesmo é ajustado todas as vezes antes do uso. Coloque o instrumento sobre o padrão de vidro preto depois aperte o botão de controle (*mode*) até que o medidor indique "*calibration ® operate*" em seguida aperte o botão (*operate*) e aguarde a mensagem "*calibration done*". Em seguida pode-se verificar o brilho. Escolher sobre a superfície em teste uma área limpa e seca e fazer a leitura do brilho da superfície em questão. Sempre no mínimo em três pontos do substrato. O valor do brilho será obtido através da média dos valores encontrado (lido) no visor do instrumento.



Figura 13 – Fotografia do *Gloss Meter* – medidor de brilho

3.4 Ensaios executado na tinta líquida e aplicada

No decorrer do desenvolvimento de uma tinta, faz-se necessária aplicação de vários testes na fase líquida e aplicada, dessa forma, a tinta será desenvolvida com qualidade exigida pela empresa onde a mesma é criada, atendendo também aos requisitos solicitados pelo cliente. A partir do desenvolvimento de uma amostra, a tinta também terá que ser produzida em escala industrial com a mesma qualidade, por isso, serão realizados distintos testes descritos a seguir.

3.4.1 Ensaio de sedimentação

Verifica-se se há uma sedimentação da parte sólida da tinta, observa-se o aspecto do precipitado, com a espátula testa-se a dureza, agitando-a, nota-se se o fundo é mole ou duro, sendo mole, deve-se prosseguir com a aplicação, constatando o fundo duro, deve-se realizar novos testes para diminuir a sedimentação.

3.4.2 Ensaio do tempo de vida útil (*pot-life*) da tinta líquida

Um dos testes a ser realizado no processo, quando a tinta for catalisada, é a verificação do tempo de vida útil. Este período de tempo permite saber se o processo pode ou não ser executado em produção, onde se tem um intervalo na aplicação de 1h ou mais, sendo assim, o processo tem seu limite de tempo para executar aplicação antes da mistura virar gel, ou inadequada para aplicação.

3.4.3 Ensaio de aderência

Este ensaio destina-se a avaliar a adesão do filme orgânico ao substrato. Essa aderência depende fundamentalmente de dois fatores: a coesão entre os constituintes do revestimento e a adesão do revestimento ao substrato. Assim sendo, o destacamento da tinta do substrato pode ocorrer devido as falhas de natureza adesiva (película/substrato ou entre demãos) ou coesiva (internamente numa das camadas de tinta).

A adesão é uma propriedade interfacial, uma função da natureza química do polímero, do seu grau de polimerização, e também função do substrato e do preparo de sua superfície. O método para este ensaio normas brasileira NBR 11003 e americana ASTM D 3359, baseiam se no corte do filme e aplicação de fita adesiva sobre as áreas de incisão (Figura 14), com posterior remoção, quando se avaliará a área ensaiada, filme/substrato, quanto ao destacamento da película.

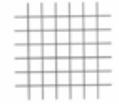
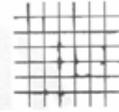
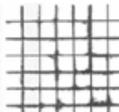
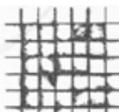
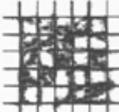
A verificação do grau de aderência é feita em função do destacamento do revestimento ao longo dos cortes. No caso do corte em grade, para a norma brasileira, pode variar de Gr0 a Gr4, onde quanto menor o índice melhor é a aderência do revestimento.

A verificação do grau de aderência é feita em função do destacamento do revestimento ao longo dos cortes (Tabela 4). No caso do corte em grade, para a norma brasileira, pode variar de Gr0 a Gr4, onde quanto menor o índice melhor é a aderência do revestimento.



Figura 14 – Fotografia do teste de aderência

Tabela 4 – Padrão visual de destacamento na área quadriculada, de acordo com a norma NBR 11003 (fora de escala)

| Código | Figura |
|---|---|
| Gr ₀ Nenhuma área da película destacada |  |
| Gr ₁ Área da película destacada, cerca de 5 % da área quadriculada |  |
| Gr ₂ Área da película destacada, cerca de 15 % da área quadriculada |  |
| Gr ₃ Área da película destacada, cerca de 35 % da área quadriculada |  |
| Gr ₄ Área da película destacada, cerca de 65 % da área quadriculada |  |

3.4.4 Ensaio de medição de cor

Ensaio de cor faz-se necessário sempre quando a cor da amostra estiver diferente do padrão. Esse ensaio é realizado durante o tingimento da tinta. Sempre aplicando o padrão e a amostra em desenvolvimento. Acontece um ajuste visual e por aparelho, o visual é realizado pelo técnico apenas com a ajuda da cabine de luz (Figura 15), com iluminação sol ou algum parâmetro fornecido pelo cliente, já com o aparelho de medição de cor Método CIELAB utiliza um tratamento matemático das mesmas intensidades relativas das radiações correspondentes as cores vermelha, verde e azul, o qual visa uniformizar o espaçamento entre as cores no espaço calorimétrico (LOPES et al, 2001). Segundo Spinelli (2002) o espaço L*a*b* (Figura 11) e o mais usado para medir a cor dos objetos, sendo utilizado em todos os campos visuais. De uma maneira geral, ambos os sistemas fazem uso de três parâmetros para a identificação de uma cor:

- parâmetro L^* : indica o grau de luminosidade. Varia entre 0 (preto) e 100 (branco);
- parâmetro a^* : $a^* < 0$ maior participação da cor verde; $a^* > 0$ – maior participação da cor vermelha;
- parâmetro b^* : $b^* < 0$ – maior participação da cor azul; $b^* > 0$ – maior participação da cor amarela.

onde: a^* e b^* são denominadas coordenadas cromáticas.



Figura 15 – Fotografia da Cabine de luz

3.4.5 Ensaio de campo

O ensaio de campo é útil para o estudo da eficiência de medidas de proteção, da seleção do material mais adequado para determinado ambiente externo, também estimar a durabilidade provável nesse meio.

Este ensaio consiste na exposição de várias amostras replicadas a meios que são análogos àqueles em serviço e produz resultados bem confiáveis, sendo em contrapartida, muito demorado. A atmosfera é o meio no qual os materiais estão mais frequentemente expostos. Os fatores que influenciam a atmosfera incluem temperatura, umidade relativa, frequência e quantidade de chuva, direção e velocidade do vento. Neste trabalho foi escolhida a exposição em ambiente atmosférico industrial.

3.4.6 Ensaio de cura

Determinar o grau de cura do filme de tinta, baseada na resistência do filme em questão, à fricção com determinado solvente. Enrolar pelo menos quatro voltas do morim em torno do dedo indicador (Figura 16). Saturar o pano com o solvente e selecionar uma área de, no mínimo, 15 cm de comprimento e, exercendo forte pressão, friccionar a superfície pintada

com o pano saturado com solvente, com movimento para frente e para trás, tomando cuidado de friccionar sempre a mesma área sempre contar cada ida e volta como sendo um ciclo completo. O mínimo de fricções que a superfície pintada deve resistir é acertado com o fabricante da tinta de modo a refletir um nível adequado da cura do revestimento.



Figura 16 – Fotografia do ensaio para determinar o grau de cura do filme de tinta

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados encontrados na tinta líquida.

Os resultados que podem ser observados na tinta líquida são viscosidade, densidade e o seu tempo de vida útil, sedimentação.

4.1.1 Ensaio de viscosidade

Verificou-se a viscosidade da tinta entre 56 segundos, dentro do parâmetro de 50 a 60 segundos para tintas acrílicas (lacas). Para aplicação foi diluída a tinta com adição de diluente específico, viscosidade de aplicação encontrada 12 segundos, utilizado como parâmetro de 11 a 13 segundos, medido no copo Ford 4.

4.1.3 Ensaio de densidade

Realizou-se o ensaio de densidade, conforme descrito neste trabalho, obteve o peso específico de $0,976 \text{ g/cm}^3$. Resultado este satisfatório, dentro do parâmetro estipulado.

4.1.3 Ensaio de sedimentação

Observou-se visualmente a tinta no *becker* e conferiu inserindo levemente a espátula na tinta até o fundo, fazendo um pequeno movimento e retirando a espátula, verificou que há uma sedimentação insignificante, de fundo mole, de homogeneização fácil e rápida, pode se afirmar, que a tinta está apta para ser aplicada.

4.2 Resultados encontrados na tinta aplicada

Na tinta aplicada os principais resultados são cura, cor, aderência e brilho.

4.2.1 Ensaio de Cura

O resultado observado na tinta sólida (filme seco) foi satisfatório, o álcool etílico 99° GL não atacou o filme seco antes do especificado, 50 ciclos. Sendo assim, o resultado é satisfatório devido ao uso das tintas acrílicas, usados em produtos do tipo eletrônico, onde esse material é limpo com pano molhado com álcool etílico 92,8° INPM.



Figura 17 – Teste de cura

4.2.2 Ensaio de cor

Na tinta aplicada foi utilizado apenas pigmento branco, e nessa ocasião não se fez necessário ajuste de cor, sendo assim, a cor final é satisfatória.

4.2.3 Ensaio de aderência

Nesta pesquisa, os ensaios foram executados, em princípio, de acordo com a norma brasileira NBR 11003. Como neste trabalho, o interesse é apenas verificar a propriedade da adesão entre a tinta e substrato (Figura 18), os ensaios limitaram-se as amostras submetidas ao ensaio de imediato realizado logo após a pintura.

Padrão visual de destacamento na área quadriculada observado, de acordo com a norma NBR 11003, é Gr0, indica que a tinta é 100% aderente ao substrato.



Figura 18 – Fotografia do teste de aderência

4.2.4 Ensaio de brilho

O ensaio de brilho foi realizado após aplicação e cura da tinta, após o resfriamento do substrato foi verificado o brilho em três pontos do substrato pintado em estudo como demonstrado na figura 19. Realizou-se o cálculo da média do resultado obtido, o brilho encontrado foi de 70ub.



Figura 19 – Fotografia da medição de brilho

5 CONCLUSÃO

Pode-se dizer que o resultado obtido nesta pesquisa confirmou a importância da indústria de recobrimentos superficiais e a necessidade de conhecimento e aprofundamento nesta área, sobretudo no ramo de tintas e vernizes.

As informações apresentadas neste trabalho se fizeram necessárias para a propagação da importância das técnicas e resultados no processo de desenvolvimento e fabril de tintas e vernizes na linha de pulverizados como um todo.

A partir da coleta de materiais escritos por diferentes autores da área como apoio para escolher a melhor técnica, resinas e solventes compatíveis, tipos de aditivos adequados, utilizar a carga como fosqueante, foi de fundamental importância para o desenvolvimento da tinta.

Demonstraram-se na prática as características da tinta líquida e aplicada (filme seco), os equipamentos e as matérias primas de uso contínuo do processo e importância da realização de uma pesquisa coletando materiais escritos por diferentes autores da área como apoio para a escolha certa de resinas e solventes compatíveis, tipos de aditivos, e o uso de carga como fosqueantes, e de suma importância para o desenvolvimento da tinta.

Deve-se observar que na placa de PS pintada contendo uma amostra preparada com resina acrílica, pigmento branco e solventes compatíveis, confirma que há resistência a álcool etílico, que tem aderência ao substrato, não ocorreu destacamento e prolonga a vida útil do material. Assim, conclui-se que a amostra preparada com resina acrílica e aplicada na placa de PS, além de ter resistência a álcool, também obteve aderência a contatos físicos.

REFERÊNCIAS

ABRAFATI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br>> Acesso em: 02 nov. 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11003: Tintas – Determinação de aderência**. Rio de Janeiro, p. 9, out. 2009.

ASTM D 3359. *Standard test method for measuring adhesion by tape test*. 2 ed, p. 8, 2009

BATISTA, M. A. J. **Síntese de e caracterização de revestimentos poliésteres e caracterização de revestimentos poliéster/ melamina após degradação em intemperismo acelerado**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia química de Lorena. Lorena. p. 30, 2004.

CETESB – Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes – Série P+L – 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/tintas.pdf> Acesso 21 ago. 2012.

FAZENDA, J. M. et al. **Tintas e vernizes**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 6-8

GENTIL, V. *Corrosão*. 3 ed. São Paulo: LTC, 1996. p. 345.

INDUSTRIAS DE TINTAS E VERNIZES <<http://meuartigo.brasilecola.com/quimica/industria-tintas-vernizes.htm>> Acesso em: 23 jun. 2012.

LOPES, P.E.; CASTELLO, J.B.C.; CORDONCILLO, E.C. **Esmaltes Y Pigmentos Ceramicos**. Castellon: Faenza Editrice Iberica, Tomo I, 2001. p. 300.

SHREVE, R. N.; BRINK, J. A. **Indústrias de Processos Químicos**. Guanabara: LTC, 4 ed, p. 717, 2008.

SPINELLI, A. **Síntese de pigmento cerâmico contendo óxido de ferro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002. 75f.

TELLES, C. Q. **A indústria de tintas no Brasil: Cem anos de cor e História**. São Paulo: CLA Comunicações, 1989. P. 15-100.

VERGÉS, G. R. **Estudo do desempenho de sistemas de pintura para materiais das redes de distribuição de energia elétrica situadas em regiões litorâneas**. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2005.