

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE ENGENHARIA QUIMICA

RAFAEL GUGLIELMI DAROS

**ESTABILIZAÇÃO DE CARGAS MINERAIS PARA PRODUÇÃO DE *SLURRIES*
UTILIZADOS EM TINTAS ACRÍLICAS ARQUITETÔNICAS BASE ÁGUA**

CRICIUMA

2016

RAFAEL GUGLIELMI DAROS

**ESTABILIZAÇÃO DE CARGAS MINERAIS PARA PRODUÇÃO DE *SLURRIES*
UTILIZADOS EM TINTAS ACRÍLICAS ARQUITETÔNICAS BASE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenharia Química no Curso de Engenharia Química da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Ms. Emerson Colonetti

CRICIUMA

2016

RAFAEL GUGLIELMI DAROS

**ESTABILIZAÇÃO DE CARGAS MINERAIS PARA PRODUÇÃO DE *SLURRIES*
UTILIZADOS EM TINTAS ACRÍLICAS ARQUITETÔNICAS BASE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Química, no Curso de Engenharia Química da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Criciúma, 01 de dezembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Emerson Colonetti – Mestre – UNESC – Orientador

Prof. Luiz R. Alexandre – Engenheiro Químico – UNESC

Alexandre Dal Bó– Doutor - UNESC

A Dandara, ao Prof. Emerson e aos meus Pais que me deram apoio e incentivo incondicional a todo o tempo. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais, Carlos e Hilda, por proporcionar este passo que estou dando na vida acadêmica, pois me deram toda a base para chegar até onde cheguei.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho, Letícia, Jonatã, Alan, Fernando, Erika, Tatiane, Aline que me ajudaram mesmo que de forma sutil, mas se não fosse por eles, não teria dado tempo hábil a terminar o projeto.

A Dandara, que suportou e me apoiou em todos os momentos do trabalho, que esteve sempre ao meu lado para que conseguisse concluir o projeto, a você sou muito grato.

Ao meu professor orientador, Emerson, que esteve sempre disponível para responder qualquer dúvida minha e que me orientou durante todo este semestre para que pudéssemos concluir este projeto.

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José de Alencar

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo, desenvolver um *slurry* que pudesse substituir *slurries* utilizados na tinta da linha *premium* fosca da empresa Anjo Tintas. O *slurry* é uma dispersão de cargas minerais que é adicionado juntamente com o dióxido de titânio, utilizado como pigmento branco. Formulou-se quatro amostras de *slurries* utilizando as cargas minerais: caulim, carbonato de cálcio e dolomita. As quatro formulações foram submetidas aos testes de opacidade, brilho, teor de sólidos, viscosidade, estabilidade das cargas e pH. Os resultados foram comparados com aqueles considerados como padrão para os *slurries* utilizados na produção da Anjo Tintas. Após aprovação nestes testes, os *slurries* foram utilizados na formulação de tintas arquitetônica *premium* fosca, substituindo toda a carga mineral utilizada nas tintas, pelos *slurries* formulados. As tintas obtidas foram comparadas com uma tinta padrão que já se encontra em produção. A partir dessas formulações foram realizadas extensões sobre cartelas utilizadas para comparar opacidade do filme, padrão versus amostras com *slurry* teste. Este teste foi utilizado como uma pré-avaliação para continuar a bateria de testes. Dos quatro somente dois *slurries* foram aprovados. Os dois *slurries* aprovados foram submetidos aos testes de lavabilidade (teste de abrasão), de cobertura úmida e cobertura seca (rendimento). Os testes de lavabilidade, cobertura úmida e seca, foram realizados com base das normas da ABNT, que são utilizados pelo programa “Associação Brasileira dos Fabricantes de Tinta” ABRAFATI. Pode-se considerar que os resultados foram satisfatórios, tanto nos testes de liberação do *slurry* quanto com os testes na tinta *premium*.

Palavras-chave: Cargas minerais. *Slurry*. Opacidade. Tinta *Premium*. Alvura.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Processo de fabricação de tinta base água (Finger,R.L, Karas, P.A., Wieheteck, K.G., 2006).....	20
Figura 02 - Composição de uma tinta (Fazano, 1995).....	21
Figura 03 – a) Tixotropia; b) Pseudoplástico (Fazenda, 2009).....	24
Figura 04 - Estabilidade elétrica das partículas de pigmentos (Fazenda, 2009).....	25
Figura 05 - Diferença do índice de refração dos pigmentos inorgânicos (Dupont, 2007).....	28
Figura 06 – Formato das partículas das cargas minerais.....	31
Figura 07 - Microscopia eletrônica do caulim (Maia, 2007).....	32
Figura 08 - Microscopia da carga dolomita (Fazenda, 2009).....	34
Figura 09 – Microscopia das duas cargas PCC e GCC (Fazenda, 2009).....	35
Figura 10 – Moagem do <i>Slurry</i>	39
Figura 11: Análise cromatográfica da tinta padrão contra amostra.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Formulação base para produção do <i>slurry</i>	39
Tabela 02: Formulas desenvolvidas com as respectivas percentagens.....	47
Tabela 03: Faixa de referência dos <i>slurries</i> padrão da empresa.....	48
Tabela 04: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 1.....	48
Tabela 05: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 2.....	49
Tabela 06: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 3.....	49
Tabela 07: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 4.....	50
Tabela 08: Valores dos testes de liberação realizados com <i>slurry</i> de referência.....	51
Tabela 09: Resultados dos ensaios aplicados a tintas com os <i>slurries</i>	51
Tabela 10: Resultado dos testes realizados nas tintas produzidas com a Formulação 4.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCC Carbonato de Cálcio Precipitado

OP Ordem de Produção

MP Matéria Prima

ETE Estação de Tratamento de Efluente

NBR Norma Brasileira Regulamentadora

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 HISTÓRICO	15
3.2 TINTA	16
3.2.1 Planejamento de formulação	17
3.2.2 Produção da Tinta	18
3.2.3 Composição de uma tinta	21
3.3 MATÉRIAS PRIMAS	22
3.3.1 Resina	22
3.3.2 Solventes	22
3.3.3 Aditivos	23
3.3.3.1 Espessantes	23
3.3.3.2 Surfactantes	24
3.3.3.3 Dispersantes	24
3.3.3.4. Antiespumantes	25
3.3.3.5 Biocidas	25
3.3.3.6 Anti-sedimentantes	26
3.3.3.7 Preservador de Tancagem	26
3.3.3.8 Alcalinizante	26
3.3.4 Pigmentos	27
3.3.4.1 Pigmentos Orgânicos	27
3.3.4.2 Pigmentos Inorgânicos	28
3.3.4.3 Dióxido de titânio	29
3.3.5 Cargas Minerais	29
3.5.5.1 Caulim	32
3.5.5.2 Dolomita	33
3.5.5.3 Carbonato de Cálcio	34
3.5.5.4 <i>Slurry, filler</i> ou extensores	35
4 MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1. Estágio	37
4.2. Estudo das cargas e da tinta padrão formulada	37

4.2.1	Produção do <i>Slurry</i>	39
4.2.1.1	Pesagem dos produtos.....	40
4.2.1.2	Moagem.....	40
4.2.1.3	Filtragem.....	41
4.3	Caracterização dos <i>slurries</i> e das tintas formuladas.	41
4.3.1	Caracterização dos <i>slurries</i>	41
4.3.3.1	Poder de cobertura.....	41
4.3.1.2	Viscosidade.....	42
4.3.1.3	pH.....	42
4.3.1.4	Massa específica.....	42
4.3.1.5	Brilho.....	43
4.3.1.6	Teor de sólidos.....	43
4.3.1.7	Teste de estabilidade.....	43
4.3.2	Caracterização das tintas.....	44
4.3.2.1	Teste de razão de contraste.....	44
4.3.2.2	Teste de lavabilidade.....	44
4.3.3.3	Teste de cobertura úmida.....	44
4.3.3.4	Teste de cobertura seca.....	45
4.3.3.5	Teste de cor.....	45
5	Resultados e Discussão.....	46
5.1	Resultados das caracterizações dos <i>slurries</i>	46
5.1.1	Resultados e adequações das formulações.....	46
5.1.2	Resultados dos testes obtidos nos <i>slurries</i>	48
5.2	Resultado das caracterizações das tintas.....	50
6	Conclusão.....	55
	Referencias.....	57

1 INTRODUÇÃO

O termo *slurry* é a denominação dada a uma mistura de cargas minerais dispersas em um solvente, aos quais são utilizados os mais diversos processos de transformação, indo desde a extração a moagem e peneiramento. Estes processos têm como objetivo diminuir o tamanho de partícula das cargas minerais para que sejam manipuláveis e consiga uma melhor estabilização na dispersão.

Cada vez mais as cargas minerais estão sendo utilizadas como componentes nas formulações de tintas. Devido a interação existente entre os componentes da tinta e as cargas minerais torna-se de extrema importância conhecer a função de cada matéria prima e usa-la em cada caso específico, gerando dessa forma tintas destinados a cada necessidade específica.

A escolha criteriosa das cargas minerais e o balanço entre seus componentes da formulação permite obter tintas com as características desejadas, como por exemplo, maior brilho, nivelamento, resistência química e física e maior rendimento e também redução de custo.

Tendo em vista que a empresa Anjo Tintas LTDA, Criciúma–SC, tem como foco, desenvolvimento e melhoria nos seus produtos e processos, houve a necessidade de desenvolvimento de um *slurry* qual pudesse substituir os *slurries* adquiridos das empresas fornecedoras empregados na tinta *premium*. Esta substituição possibilita a verticalização do estoque de matéria prima. A verticalização poderia ser usada como ampliação de estoque produtos acabados ou mesmo de novos equipamentos.

Levando estes aspectos em conta, o presente trabalho buscou através da pesquisa e análises, o desenvolvimento de um *slurry* que substitua os *slurries* adquiridos das empresas fornecedoras buscando aprimorar ou manter a qualidade da tinta, contribuindo com o foco da empresa Anjo Tintas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma formulação de *Slurry* para ser utilizado na linha de tintas acrílicas *Premium* da empresa Anjo Tintas a fim de substituir os *slurries* adquiridos de fornecedores externos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver formulações de *slurries* com características semelhantes aos *slurries* adquiridos das empresas fornecedoras.
- Elaborar as formulações desenvolvidas em equipamentos de laboratório.
- Caracterizar os *slurries* produzidos conforme as normas da Anjo Tintas e ABNT.
- Elaborar uma tinta padrão utilizando as melhores formulações de *slurries* obtidas e realizar as caracterizações das tintas conforme as normas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRICO

A tinta não tem uma data cronológica específica, estudos apontam que ela já tem sido utilizada antes mesma da última Era Glacial. Pinturas foram encontradas em cavernas aplicadas diretamente nas suas paredes. Os primitivos utilizavam como matéria prima, cal, terra, carvão, água, óxidos vermelho e amarelo. Geralmente utilizavam técnicas simples, pois eram misturados com os próprios dedos ou utilizando pedras. Acredita-se que essas pinturas teriam sido utilizadas como meio de comunicação entre diferentes raças da época, pois foi encontrado em uma caverna em Altamira na Espanha dois conjuntos de desenhos, sendo constatado que eram de duas escolas artísticas diferentes (Fazenda, 2009).

Os primeiros povos a utilizar os pigmentos sintéticos foram os Egípcios, eles desenvolveram um processo de obtenção a partir da calcinação de areia, soda e cobre. A partir disto eles foram desenvolvendo outras cores e tintas que pudessem ser mais duradouras para isso foram empregando em suas tintas cera de abelha, clara e gema de ovos, gelatina e goma arábica como seus ligantes. Estes novos pigmentos foram de extrema importância para a exportação na época (Verona, 2004).

Os pigmentos começaram a se popularizar no oriente e tanto os chineses como os japoneses utilizavam uma base de goma arábica para fazerem seus pigmentos, utilizando azurita, caulim, zarcão, azul ultramarino, carbonato básico de cobre e outros pigmentos comuns da região. Estas bases pigmentadas eram utilizadas para colorir as finas porcelanas da notável arte oriental (Fazenda, 2005).

O grande avanço em relação ao desenvolvimento de tintas aconteceu no século XVIII, quando Watin, em 1773, descreveu tecnicamente a primeira indústria de tintas e vernizes e como é conhecida atualmente. O primeiro pigmento artificial com conhecimento químico, *Prussian blue*, foi descoberto em 1704. A primeira vez que foi utilizado aguarrás como solvente em uma tinta foi em 1740. Com relação aos secantes, um aditivo utilizado para acelerar o processo de secagem dos óleos vegetais, foram

utilizados pela primeira vez em meados dos anos de 1840 (Lambourne and Strivents, 1999).

A comercialização de pigmentos e tintas se iniciou em 1918, quando começaram a ser manufaturadas sinteticamente tornando-as disponíveis para comércio. O dióxido de titânio (TiO_2) começou a ser introduzido nas formulações em larga escala, buscando melhorar algumas propriedades nas tintas, tais como poder de cobertura do filme e a alvura (brancura) (Lambourne and Strivents, 1999).

Por muito tempo a formulação de uma tinta foi sendo guardada cuidadosamente e era passada de geração em geração, tornando-se praticamente uma arte sigilosa. Como as tintas eram produzidas em pequenas quantidades, eram utilizados equipamentos arcaicos e métodos de mistura manuais e muito trabalhosos, como as tintas eram de difícil produção consequentemente elas se tornavam caras e eram disponibilizadas apenas para uma classe mais alta da sociedade (Fazenda, 2005). Contudo, com o surgimento das primeiras fábricas de tintas com processos mais eficazes e utilizando matérias mais sofisticados, a partir da Revolução Industrial, a indústria de tinta alcançou seu maior crescimento, atingindo assim um maior número de pessoas (Fazenda, 2009).

A preparação das tintas evoluiu muito e ficou para trás o tempo que se misturava corantes com os mais diversos ligantes. Hoje, ao entrar em uma loja de artigos de pintura, há inúmeros tipos de materiais para colorir, desde lápis até as tintas acrílicas, passando por vários processos na produção deles, sendo envasados e vendidos em tubos ou latas.

3.2 TINTA

Existem muitos significados para descrever o que é tinta, porem isto depende do grau de especialidade do leitor. Em uma definição mais genérica e simplificada (Verona, 2004) sugere que tinta é uma mescla de pigmentos e veículos, que juntos formam um líquido ou pasta que podem ser aplicadas sobre uma superfície, formando um revestimento aderente e que confira cor e proteção. Tecnicamente falando a composição

e as funções das tintas são mais complexas. De acordo com Fazano (1995), uma tinta pode ser entendida como uma dispersão de pigmentos em um meio aglomerante que, ao ser aplicado em um substrato, forma uma camada termoplástica ou termofixa. Camada termoplástica é entendida como um filme onde não ocorre nenhuma transformação química entre os elementos que a constitui, sendo que para camada termofixa precisa-se de uma reação química, irreversível.

Com o passar do tempo as tintas foram ganhando várias finalidades além da principal que seria o embelezamento do substrato, tendo como o desenvolvimento de novos produtos a principal causa para estas novas funções, tais como: proteção contra desgastes a corrosão e a ataques bacteriológico do substrato, manutenção e condições higiênicas, sinalização de trânsito e outras funções adicionais.

Seria difícil imaginar o mundo de hoje sem as atribuições oferecidas pelas tintas. Os ambientes pintados apresentam um aspecto de higiene, ideal para um bem-estar das pessoas que moram ou visitam o local. Deste modo, é possível afirmar que as tintas são inclusas no modo e na qualidade de vida das pessoas.

3.2.1 Planejamento de formulação

As grandes quantidades de matérias primas que compõem a formulação da tinta é um fator que dificulta o processo de melhoria do produto. Para conseguir um resultado ideal na formulação é necessário balancear as matérias primas utilizadas a fim de obter a melhor relação para se alcançar os parâmetros já estabelecidos pela empresa. Esta mesma ideia é necessária visando balancear os fatores econômicos e de aplicabilidade final.

Para se obter um bom resultado final, é essencial que o formulador tenha conhecimento das características principais de cada matéria prima utilizada na formulação do produto a ser desenvolvido.

Fazano (1995) determina um processo básico de formulação, resumida em três estágios de formulação:

- Primeiro estágio - Definição do produto.
 - Determinar as exigências e papel do produto;
 - Caracterizar e elencar as matérias primas a serem usadas.
- Segundo estágio - Fabricação em laboratório.
 - Criar fórmulas experimentais;
 - Analisar e controlar as propriedades inerentes do produto;
 - Avaliar o desempenho da formulação.
- Terceiro estágio - A Industrialização.
 - Determinar os parâmetros para a produção;
 - Avaliar o desempenho do produto.

3.2.2 Produção da Tinta

Resumidamente o processo produtivo de uma tinta consiste em uma mistura inicial de solventes e aditivos, seguido de dispersão dos pigmentos (TiO_2 e cargas minerais), posteriormente passando por um moinho para a redução do tamanho de partícula, após isso chega-se a etapa de completagem adicionando o restante dos aditivos e por fim a filtragem.

O início da fabricação de uma tinta acontece com uma seleção e análise das matérias primas pelo controle de qualidade, onde se assegura com embasamento nos testes aplicados que os parâmetros exigidos estão realmente de acordo com o que está sendo fornecido. Após esta etapa as matérias primas estão aprovadas para uso na

formulação para que seja atingido um maior nível de pureza no produto final. Em seguida são apresentadas as etapas do processo de fabricação de tinta (Fazano, 1995):

- Separação e pesagem: Etapa onde o formulador seleciona a quantidade necessária de matéria prima para a formulação;

- Pré-mistura: Neste ponto é feito a adição do pigmento, juntamente com aditivos e solvente para que se tenha uma boa dispersão e alcance uma mistura homogênea sem que ocorra o aglomeramento de pigmentos. Este processo é feito em dispersores de alta rotação;

- Moagem: Esta etapa é utilizada a mistura homogênea obtida no processo de pré-mistura, a fim de reduzir o tamanho de partícula dos pigmentos para obter a máxima capacidade dele. Para o processo de moagem é utilizado moinho que pode ser de vários tipos e tamanhos, estes determinados pela característica e necessidade da empresa, os tipos de moinhos mais utilizados são: moinho de rolos, de bolas e de areia.

- Completagem: Nesta parte utiliza-se a pasta obtida no processo de moagem dos pigmentos e adiciona-se no restante das matérias primas (Resina, solventes, aditivos e cargas minerais) a fim de completar o processo de formulação. Este processo de adição é feito em um tanque separadamente, sob agitação para se atingir uma mistura homogênea;

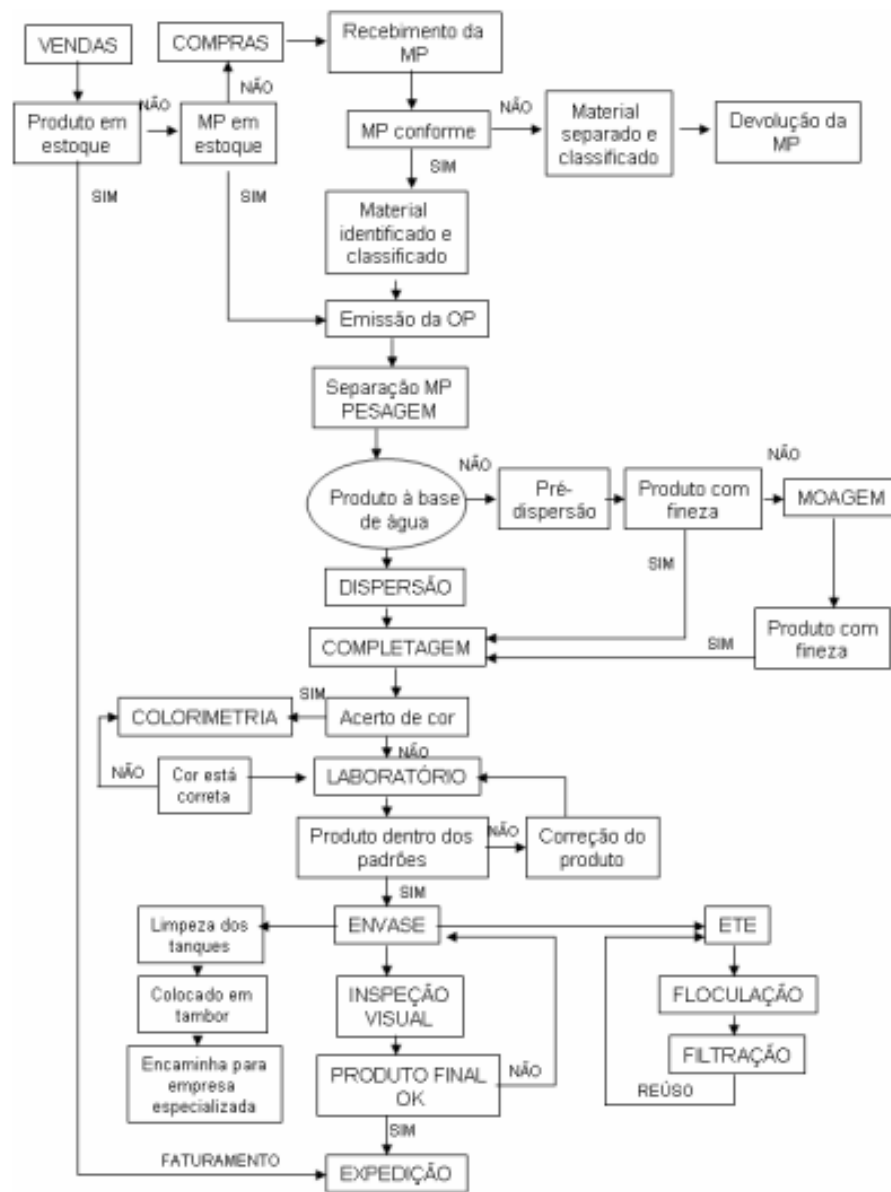
- Tingimento e colorimetria: Etapa na qual é adicionado os pigmentos para conferir a cor específica da tinta, é nesta etapa que o colorista acerta a cor da tinta com um padrão já estabelecido, usando processo visual ou de espectrofotometria;

- Controle de qualidade: A tinta depois de acertada a cor é enviada ao laboratório para ser submetida a vários testes, a fim de determinar viscosidade, pH, densidade, brilho, secagem, aderência, trinca, aplicação, entre outros testes. Após passar por esta bateria de testes e todos os resultados estarem dentro dos parâmetros estabelecidos é feito a liberação da tinta para envasamento.

- Envasamento/Estocagem: Após a tinta ser liberada pelo laboratório, ela é envasada em embalagens pré-determinadas por máquinas pneumáticas e em seguida são estocadas no depósito para envio ao cliente.

Na Figura 01 é possível ver o processo completo de fabricação de uma tinta base água, desde a entrada do pedido até a parte de expedição do produto.

Figura 01: Processo de fabricação de tinta base água

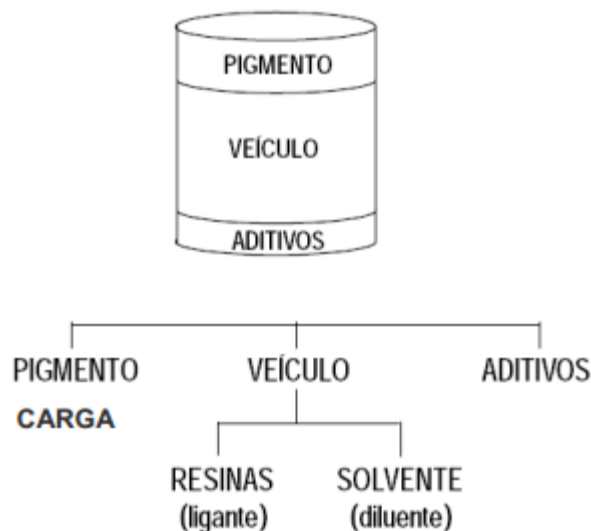


3.2.3 Composição de uma tinta

As matérias primas que compõem uma tinta, são subdivididas em dois grupos: a parte sólida e a líquida. A parte sólida seria toda aquela parte em que após seco o filme ela fica aderida ao substrato aplicado, com isso podemos citar como exemplo, as resinas, pigmentos e cargas minerais. Já a parte líquida equivaleria aos solventes e aditivos que de alguma forma agem sobre a tinta, porém quando aplicadas evaporam deixando o substrato.

Explicando de uma maneira melhor, entende-se que tintas são composta por: resina, pigmentos, aditivos, cargas e solventes, conforme ilustrado na Figura 02 (Fazano, 1995; Fazenda, 2005).

Figura 02 – Composição de uma tinta



Fonte: Fazano, 1995.

3.3 MATÉRIAS PRIMAS

3.3.1 Resina

As primeiras tintas que surgiram utilizavam basicamente resina de origem natural (vegetal), contudo, as resinas utilizadas hoje pelas industriais de tinta são sintéticas e são compostos de alto peso molecular. São comumente chamados de veículo e/ou ligante e também são responsáveis por formar o filme na superfície do substrato, transformando a tinta do estado sólido para o líquido. A resina possui um papel fundamental na formação da película da tinta, pois é ela quem faz o nivelamento dos pigmentos e a adesão deles nesta película, sem ela seria apenas uma mistura de cargas minerais, pigmentos e solventes, e os aditivos seriam adicionados sem proporcionar suas atribuições (Barbosa, 2010).

As resinas atribuem propriedades às tintas como resistência a lavabilidade, brilho, aderência, flexibilidade, durabilidade e outras propriedades.

3.3.2 Solventes

O solvente é um veículo volátil, geralmente de baixo ponto de ebulição, incolor e neutro. É capaz de solubilizar a resina, garantindo uma mistura homogênea, e de ajustar a sua viscosidade, promovendo uma melhora na aplicabilidade e na aderência ao substrato. Os solventes são determinados de acordo com a natureza da tinta, e agem mantendo os pigmentos e a resina dispersos em um estado fluido. Após aplicação da tinta, os solventes evaporam de forma gradual, conferindo a tinta um melhor nivelamento e tempo para a formação uniforme do filme. Normalmente os solventes são inertes e não reagem com os componentes da tinta (Lambourne, 1999).

3.3.3 Aditivos

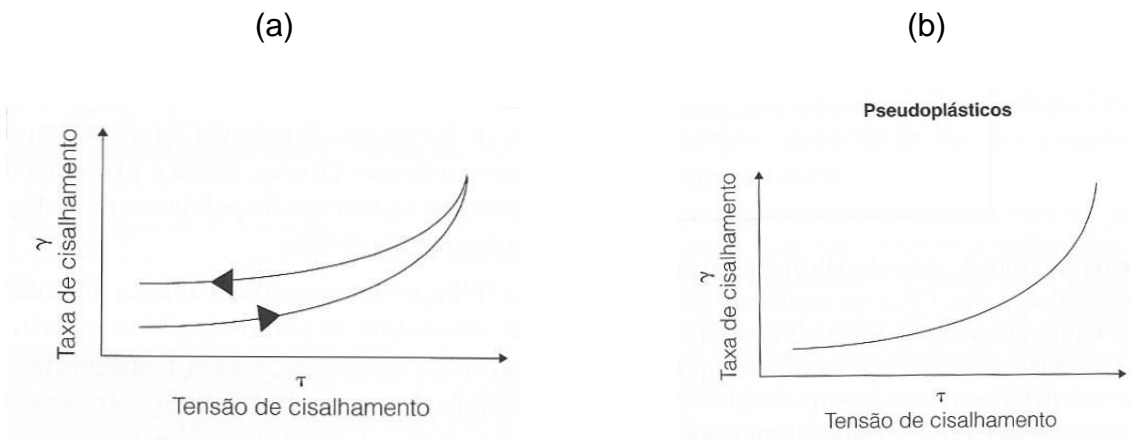
Os aditivos compreendem uma enorme quantidade de componentes, que são adicionados às tintas para modificar alguma característica ou mesmo conferir melhoria nas suas propriedades. Os aditivos devem ser usados na formulação de forma criteriosa, pois devem ser utilizados em pequenas frações. Quando usados em excesso ao invés de solucionar algum problema ele lhe trará mais um. O uso dos aditivos raramente ultrapassa os 5% do total da formulação com isso conferem-lhe importantes propriedades em aplicabilidade e aspecto do filme posteriormente aplicado (Lambourne, 1999).

Existe uma gama enorme de aditivos que são usados nas tintas e eles são baseados em suas funções como: espessantes, surfactantes, dispersantes, antiespumante, entre outros. Será comentado abaixo brevemente sobre alguns deles e suas funções.

3.3.3.1 Espessantes

Os espessantes são aditivos que modificam a reologia da tinta, permitindo a modificação da viscosidade que influi diretamente na aplicação da tinta. O mesmo quando dosado corretamente pode evitar a formação de aglomeração dos pigmentos depois de dispersos na tinta, evita também o escorrimento na aplicação, melhora o nivelamento entre outras características. Geralmente as tintas arquitetônicas possuem dois tipos de viscosidade: a tixotrópica, Figura 03a, que ao sofrer uma força cisalhante por um período de tempo a tinta reduz sua viscosidade, comumente utilizada para tintas de alto sólidos; pseudoplástica, Figura 03b, com o aumento da taxa cisalhante a viscosidade diminui, voltando ao seu estado normal de viscosidade rapidamente ao parar de exercer essa força. Estas duas propriedades podem ser balanceadas para estar dando melhor resultado na aplicação, evitando alguns problemas (Ciullo, 1996).

Figura 03 – a) Tixotropia; b) Pseudoplástico



Fonte: Fazenda, 2009

3.3.3.2 Surfactantes

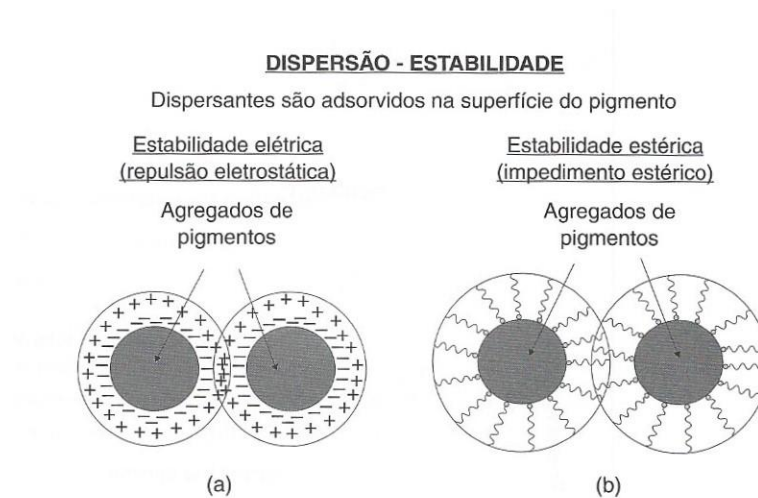
Surfactantes são agentes tensoativos que reduzem a tensão superficial dos líquidos, aumentando assim a molhabilidade, permitindo que o veículo molhe a superfície das partículas dos pigmentos e cargas minerais, melhorando a homogeneidade da mistura e permite que o dispersante atue sobre os pigmentos e cargas minerais. São utilizados geralmente em baixas concentrações, em torno de 0,2 - 0,5% (Fazenda, 2009)

3.3.3.3 Dispersantes

Os dispersantes são geralmente usados para modificar a carga elétrica dos pigmentos e cargas minerais. Agem sobre os seus aglomerados evitando que se agrupem por meio da repulsão de cargas elétricas. Os dispersantes são geralmente sais de sódio e amônia, que são atribuídos respectivamente de dispersantes Aniônicos e não iônicos. Estes dispersantes têm como função principal a estabilização das partículas na mistura, pois desta forma evitam que os pigmentos ou cargas sedimentem na tinta ou

tenham um reaglomeramento das partículas. Conforme apresentado na Figura 04, a estabilização pode ser elétrica ou por efeito estérica.

Figura 04: Estabilidade elétrica das partículas de pigmentos.



Fonte: Fazenda, 2009.

3.3.3.4. Antiespumantes

Os aditivos antiespumantes agem sobre a tinta para romper a película das bolhas formada quando a tinta está em formulação sob forte agitação. O antiespumante age também quando a tinta é aplicada sobre um substrato, pois no momento da aplicação, o próprio equipamento utilizado causa o surgimento de bolhas. Os aditivos presentes agem também sobre esse tipo de bolhas.

3.3.3.5 Biocidas

Este tipo de aditivo também é chamado de bactericida, fungicida e algicida, os biocidas agem diretamente na preservação da tinta na vida útil dela em relação à micro-organismos como: fungos, bactérias e algas. São utilizados também como preservadores

da tinta na embalagem evitando a formação de odores na tinta e como preservadores também da película da tinta após aplicado, para o não surgimentos destes micro-organismos.

3.3.3.6 Anti-sedimentantes

Estes aditivos proporcionam a não sedimentação dos pigmentos e outros sólidos. Geralmente são de dois tipos, celulósico ou natural. No caso dos celulósicos a eficiência de espessamento deve-se ao seu peso molecular, pois quanto maior a molécula, mais difícil será a mobilidade entre ela, formando um emaranhado celulósico e consequentemente aumentando a viscosidade. Já os naturais, utiliza-se argilas como agente espessador, agindo da mesma forma que os celulósicos, forma-se um emaranhado de partículas de forma totalmente aleatória conferindo assim propriedades espessantes e suspensoras (Fazenda, 2009).

3.3.3.7 Preservador de Tancagem

Este aditivo é utilizado para preservação da embalagem contra a corrosão após envasamento da tinta e também como inibidor de corrosão nas tancagens de formulação. Geralmente usa-se os nitratos para fazer essa proteção (WEG, 2009).

3.3.3.8 Alcalinizante

O alcalinizante é utilizado como um regulador do pH da tinta, com um pH mais alcalino se acelera o espessamento de alguns aditivos e mantém em uma faixa ideal para o envasamento e a não proliferação de bactérias.

3.3.4 Pigmentos

Os pigmentos também chamados comumente de elemento de cobertura, são substâncias sólidas muito finas, em torno de 5 μm . Normalmente são dispersos na tinta, sendo insolúveis na resina e no solvente, contribuindo para uma formação de uma camada sólida de parte orgânica na película de tinta (Barbosa, 2010).

As principais finalidades do pigmento são de conferir cor, opacidade, podendo também proporcionar um acréscimo a durabilidade e proteção ao intemperismo aumentando assim a vida útil da tinta. Eles são também responsáveis por conferir resistência físico-química e por controlar o brilho da tinta. Atribuem ainda, propriedades especiais com a utilização de alguns pigmentos, como: proteção anticorrosivas e prevenção de incrustação (Gastal, 1998).

Existe uma variedade de pigmentos no mercado, de várias cores, propriedades e composição química. Estes pigmentos são classificados de diferentes formas, como: pigmentos orgânicos, inorgânicos (Fazenda, 2005).

Logo abaixo descreveremos suas características e funcionalidades específicas de cada um.

3.3.4.1 Pigmentos Orgânicos

Este tipo de pigmento como o próprio nome já indica, são compostos orgânicos e são insolúveis nos meios em que são utilizados. Possuem vários tipos de cristais, porém são mais comuns no mercado os aciculares. Os pigmentos orgânicos em geral apresentam um poder de tingimento e brilho maiores que os pigmentos inorgânicos e inertes, porém sua resistência química é inferior a eles, tendo esta como uma das principais propriedades a ser analisada na escolha de um pigmento orgânico (Fazenda, 2005).

3.3.4.2 Pigmentos Inorgânicos

São ditos pigmentos inorgânicos todos os pigmentos brancos, cargas minerais e uma grande variedade de pigmentos coloridos (amarelo e vermelho são os principais), sintéticos ou naturais, de natureza química inorgânica não apresentando a cadeias carbônicas. Eles se caracterizam como sendo de maior densidade do que os pigmentos orgânicos, apresentam também um brilho inferior e uma maior resistência química e a ação de raios ultravioleta.

Os pigmentos desta natureza são os principais insumos atribuidores de cobertura e alvura ao filme de tinta, possuindo um peso específico elevado. O dióxido de titânio (TiO_2) é o principal pigmento branco, sendo considerado como um elemento básico na formulação de tintas, porém com seu preço elevado se torna necessário fazer um equilíbrio ideal com as cargas minerais.

As cargas minerais são extensores do dióxido de titânio, conforme mostrado na Figura 05, possuindo um índice de refração não muito maior que 1,7 contra 2,7 do dióxido de titânio. As cargas conferem a tinta resistência físico-química, a lavabilidade e são mais baratos, reduzindo assim o custo final da tinta.

Figura 05 – Diferença do índice de refração dos pigmentos inorgânicos.



Fonte: Dupont 2007.

3.3.4.3 Dióxido de titânio

Este é um dos mais importantes pigmentos brancos produzidos atualmente, pois apresenta uma ampla variedade de utilização, como nas tintas arquitetônicas, farmacêuticas, industriais, plástico, borracha, têxtil e papel.

Seu alto poder opacificante é o que torna como sendo o principal pigmento utilizado, além de ter uma boa estabilidade de suas partículas. Existem duas formas deste pigmento, o anatásio e o rutilo, ambos se diferenciam pela forma e tamanho dos seus cristais. Sendo que o rutilo é o de maior opacidade e resistência a luz, porém o anatásio é o pigmento de maior alvura. Existem outros pigmentos brancos vendidos comercialmente como extensores de titânio, como os óxidos de zinco e o lipotônio (30% de sulfato de zinco e 70% de sulfato de bário). Todos estes pigmentos brancos são de natureza inorgânica (WEG, 2009).

3.3.5 Cargas Minerais

As cargas minerais são pigmentos inertes popularmente chamados de *slurry*, *fillers* ou extensores. Estes compostos são geralmente utilizados para reduzir o custo em uma fórmula de tinta, mas também utilizados para melhorar algumas características técnicas das tintas (Koleske, 1995). As cargas minerais tendem a ter um custo relativamente baixo, desta forma são utilizadas juntamente com outros pigmentos, para que assim possam alcançar um tipo específico de tinta ou necessidade. Seria difícil e muito caro produzir uma tinta, utilizando somente emulsão e dióxido de titânio por exemplo. (Lambourne, 1999).

De acordo com Stoffer (1997) o nome usual carga pode trazer a ideia de que estes pigmentos não têm grande importância, porém eles têm um grande impacto sobre o desempenho da maioria das superfícies pigmentadas. Com o número elevado de diferentes tipos de cargas minerais e de suas propriedades, muitas pessoas não tem as
















informações com clareza e acabam não dando a atenção necessária das vantagens que se conseguiria com seu uso correto.

Muitos autores definem cargas como matérias inertes que podem ser incluídos em formulações de vários produtos em diferentes áreas, como por exemplo: tintas, têxteis, borracha e entre outros, mas com a finalidade não de apenas baratear seus produtos, mas sim, utilizar as propriedades físico-químicas que as cargas oferecem e assim, obter mudanças nas propriedades finais destes materiais. Pauly (2000) afirma que, ao utilizar as cargas minerais nas formulações você modifica seus produtos em algumas propriedades físicas tais como: dureza, resistência a abrasão, fragilidade, textura, resistência ao fogo e resistência ao impacto.

O processo de manufatura das cargas é através de moagem de rochas ou por precipitação química, tendo continuidade por processos que são necessários para um refinamento e separação por tamanhos dos grãos. São separados por tamanhos através de processo de peneiramento via úmido ou a seco, flotação e centrifugação. Em alguns tipos de cargas minerais é necessário um processo adicional de calcinação e branqueamento.

A grosso modo classificamos as cargas por seu tamanho, e este varia entre 0,01 e 44 μm , estes são os tamanhos comerciais e podem apresentar diferentes formas geométricas como: esféricas, aciculares (forma de agulhas ou bastão), lamelares e cúbicas. De acordo com Ciullo (1996), o formato dos cristais, conforme mostra a Figura 06, pode contribuir no empacotamento delas, na flexibilidade, na resistência a lavabilidade e entre outras características. Segundo Stoffer (1997), o tamanho dos grãos e a distribuição deles pelo filme interferem na cobertura seca, viscosidade, porosidade do filme, opacidade, no brilho e até na reologia da tinta.

Figura 06 – Formato das partículas das cargas minerais.

Esféricas	Nodulares	Cúbicas	Aciculares	Lamelares	
					Primárias
					Agregados
					Aglomerados

Fonte: Fazenda, 2009.

Ciullo (2002) afirma que as cargas minerais são utilizadas nas formulações como um extensor do TiO_2 , reduzindo a quantidade utilizada dele, já que é considerado um mineral caro, com isso barateando o custo final da tinta. Contudo, além da redução de custo por peso ou volume de tinta, a incorporação das cargas nas formulações também pode modificar algumas das seguintes propriedades:

- Opacidade, alvura;
- Propriedades óticas: brilho, cor, textura e aparência;
- Características físicas e reológicas;
- Densidade;
- Resistência abrasão;
- Resistência química e resistência ao fogo;
- Dureza e entre outras.

A adição de cargas minerais na tinta é um processo bastante cauteloso, pois a quantidade e qualidade das cargas a serem adicionadas podem interferir em suas propriedades.

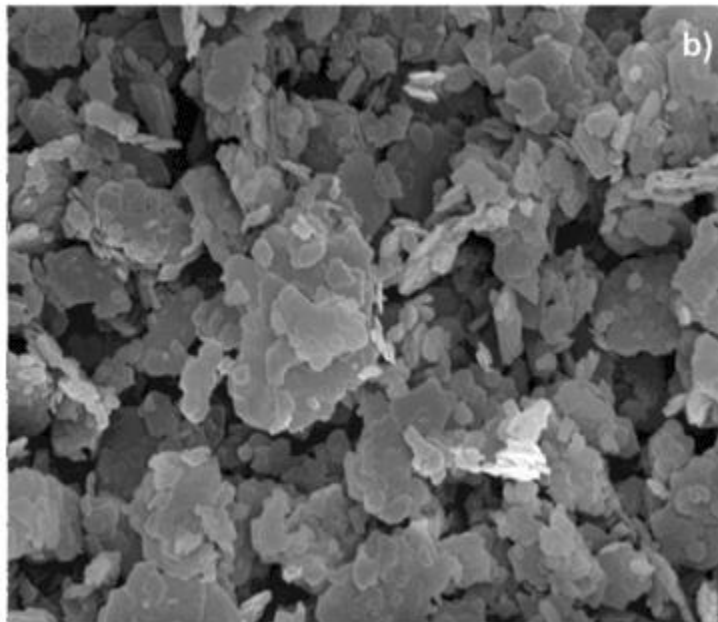
As cargas que são mais utilizadas nas tintas são o caulim, o carbonato de cálcio (precipitado e natural), dolomita, talco e mica. Existem outras cargas que são usadas

como extensores ou para obter alguma propriedade específica como a diatomita e o feldspato.

3.5.5.1 Caulim

O silicato de alumínio hidratado, com fórmula química $Al_2[(OH)_4Si_2O_5]$, é considerado um argilomineral com uma granulometria fina e se caracteriza por seu comportamento plástico, resultado da sua forma estrutural lamelar, conforme mostrado na Figura 07. Muito utilizado como um extensor do TiO_2 , com esta estrutura em lamelas o caulim apresenta uma melhora na aplicabilidade da tinta, bem como na sua textura, na resistência ao lixamento e em propriedades de barreira e selagem (Rothon, 2002). O caulim apresenta uma boa alvura, é muito macio e fácil de dispersar, uma das principais características é a melhora na reologia da tinta e o bom acabamento superficial, mais uniforme devido a sua estrutura em formato lamelar.

Figura 07 – Microscopia eletrônica de uma amostra de caulim.



Fonte: Fazenda, 2009.

Falando também de sua estrutura, ela promove uma melhor aderência entre as suas partículas e um melhor empacotamento delas, melhorando assim sua resistência mecânica e resistência a lavabilidade (ou teste de abrasão), além de apresentar propriedades que evitam a sedimentação dos pigmentos em geral (Ciullo, 1996).

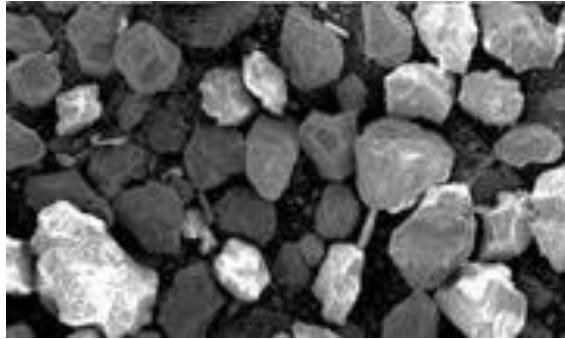
Se tratando do caulim há diferentes formas de comercialização dele, porém os mais comuns são encontrados como caulim lavado, calcinado ou delaminado. Onde cada um tem uma característica melhorada para ser usados em diferentes causas. Estes aprimoramentos podem contribuir com o aumento no brilho, no poder de cobertura, no seu pH e na alvura (Fazenda, 2005).

3.5.5.2 Dolomita

A dolomita é um carbonato duplo de cálcio e magnésio, com fórmula química $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$. É considerado um extensor primário por ser de baixo custo e conferir a tinta propriedades semelhantes às do carbonato de cálcio.

A absorção a óleo desta carga é baixa, então ela pode ser incorporada em altos teores nos *slurries*, reduzindo, assim, os custos da tinta. É um pó branco, inodoro, insolúvel e de forma geométrica nodular, mostrado na Figura 08. Apresenta uma dureza mediana o que ajuda na sua moagem e dispersão, fazendo com que o uso desta carga contribua para o aumento da resistência a lavabilidade da tinta e sua estabilização.

Figura 08 – Microscopia da carga dolomita.



Fonte: Fazenda, 2009.

3.5.5.3 Carbonato de Cálcio

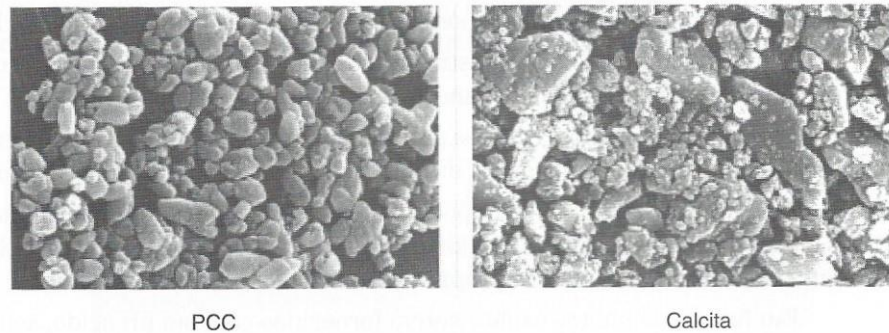
Mineral muito abundante na natureza, sua fórmula química é CaCO_3 . Existe algumas formas cristalinas de carbonato de cálcio natural, porém a única que é utilizada como extensor de pigmento é a calcita. Comercialmente esta carga pode ser adquirida na forma de carbonato de cálcio natural, conhecido como GCC (*Ground Calcium Carbonate*) ou como carbonato de cálcio precipitado, conhecido como PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) (Rhoton, 2002).

O GCC é muito utilizado em tintas, seu uso auxilia na melhora da resistência a abrasão, porém por ser um material mais rígido ele acaba reduzindo a flexibilidade do filme, além disso ele possui um baixo poder opacificante, sendo usado geralmente em complementos como massa corrida ou tintas de demarcação onde necessita de uma maior resistência a abrasividade.

O PCC é um aprimoramento do GCC, sendo produzido por precipitação química, ele melhora suas características opacificantes por tornar seus cristais menores, conforme mostrado na Figura 09, sendo muito utilizado como extensor de TiO_2 . Tendo também resistência a abrasão, é muito utilizado como matéria prima base nas tintas, por apresentar ótima alvura, cobertura, porém após seu processo de polimento ele se torne um material muito poroso, fazendo com que seu brilho seja baixo e sua absorção a óleo

seja alta, em torno de 25-40%, tendo que ser cuidadosamente utilizado (Sampaio e Almeida, 2005).

Figura 09 – Microscopia das duas cargas PCC e GCC



Fonte: Fazenda, 2009

3.5.5.4 *Slurry, filler* ou extensores

Como dito no início do trabalho, uma tinta aquosa é composta basicamente por: cargas, pigmentos, ligantes, solventes e aditivos. Para tornar os produtos mais acessíveis as pessoas, é de muita importância a redução dos custos de produção e de formulação (Pavei, 2012 apud Medeiros, 2010). Deste modo as cargas minerais são muito indicadas para este fim, pois agem diretamente nas características opacificantes da tinta, com isso é conseguido a redução da concentração de titânio na formulação, tornando o produto mais barato. As cargas são de fácil manipulação, podendo produzir-se dispersões de cargas, comumente chamadas de *slurry ou filler*, ajudando na otimização de espaço e agilidade no processo (Murray, 2007).

Murray (2007), afirma que o *slurry* é uma junção ou uma dispersão de carga mineral, contendo dispersantes químicos dissolvidos em água, que ao passa por um processo de moagem e dispersão especial. A ação das esferas utilizadas na moagem, controlam o tamanho de partícula da dispersão. Esta moagem é necessária para que se

alcance o máximo proveito do poder de cobertura, de cor e de resistência a lavabilidade das tintas.

Os *slurries* são muito importantes para facilitar o processo de fabricação das tintas. Tornando o processo mais ágil, fazendo com que o transporte seja através de bombeamento. A mistura feita para a produção do *slurry*, tem viscosidade semelhante as de uma tinta comum, podendo ser armazenado em tanques, verticalizando os estoques de matéria prima. Na produção de um *slurry* deve ser analisada a viscosidade, teor de sólidos, a opacidade do filme e a estabilização das cargas minerais, pois com o tempo pode haver sedimentação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentadas as diferentes análises e técnicas aplicadas sobre o estudo realizado. Cabe dizer que este trabalho foi desenvolvido nos laboratórios da empresa Anjo Tintas.

Neste trabalho, foi realizado o estudo e o desenvolvimento de um *slurry*, utilizando as cargas minerais: caulim, dolomita e PCC. Foram desenvolvidas quatro formulações de *slurry*, codificadas como F1, F2, F3 e F4. Após aprovação utilizou-se os *slurries* em uma tinta, fazendo a substituição total das cargas presentes na tinta *premium fosca* e posteriormente comparado os resultados com uma tinta padrão.

4.1. ESTÁGIO

A primeira fase do trabalho foi a realização de um estágio de formação, na empresa Anjo Tintas, localizada na cidade de Criciúma. Durante o período de estagio realizou-se levantamento bibliográfico, e acompanhamento na indústria pelo gerente de P&I (Pesquisa e Inovação) para observar os pontos de melhoria e as necessidades da empresa, para que posteriormente o trabalho pudesse ser desenvolvido.

4.2. ESTUDO DAS CARGAS E DA TINTA PADRÃO FORMULADA

De início, o gerente disponibilizou as cargas já encontradas em estoque, bem como a tinta a ser tomada como padrão para o desenvolvimento deste trabalho. Em relação as cargas, tem-se que as cargas que apresentam maior alvura são as mais requisitadas para o processo, pois além de serem mais uniformes na cor, elas propiciam uma maior redução de TiO_2 , contribuindo significativamente para a redução de custo final de uma tinta.

Com a finalidade imposta de desenvolvimento de um *slurry*, para uso em substituição dos já utilizados em produção, foram selecionados 3 tipos de cargas minerais para serem avaliadas, que de acordo com estudos com base na bibliográfica, são os mais indicados para atender à necessidade. Elas são:

- a) Caulim, devido a sua forma geométrica e suas propriedades estabilizantes, poder opacificante e alvura. Tendo escolhido este mineral, foi necessário a solicitação de amostras a uma empresa fornecedora, pois a empresa onde foi desenvolvido o trabalho não usa esta carga;
- b) Carbonato de Cálcio Precipitado (PCC) a utilização deste mineral se justifica pela ótima propriedade opacificante, sua alvura e sua resistência a lavabilidade e por ser uma matéria prima já utilizada na empresa e também um dos carbonatos de maior destaque, no setor de tintas;
- c) Dolomita destaca-se por apresentar ótimas características ópticas e por sua resistência e baixa absorção de água, além de ser uma carga de baixo custo e já utilizada pela empresa.

Tem-se, portanto, cargas comerciais tradicionais já utilizadas em larga escala no processo fabril de tintas. Cabe dizer ainda que, os nomes comerciais das cargas, aditivos e qualquer outra matéria-prima utilizadas no trabalho, foram mantidos em sigilo.

Em relação a formulação do *slurry*, foi empregado uma fórmula pré-estabelecida (Formulação base) disponibilizada pelo gerente de P&I. Foram produzidos quatro *slurries* testes a partir desta formulação utilizando as cargas minerais selecionadas, produzindo quantidades de 3 Kg por teste, mantendo uma base total de 60% de carga mineral utilizada. O mesmo foi embasado em uma tinta *premium* fosca, base água. Na tabela 01 encontra-se o percentual dos insumos utilizados na formulação base do *slurry*.

Tabela 01: Formulação base para produção do *slurry*.

Matéria Prima	% (m/m)
Água	39,1
Espessante	0,2
Preservador	0,05
Alcalinizante	0,05
Dispersante	0,2
Bactericida	0,1
Anti-sedimentante	0,3
Dolomita	27
PCC	20
Caulim	13

Fonte: Do Autor

4.2.1 Produção do *Slurry*

O *slurry* foi produzido em escala laboratorial em moinho agitador conforme Figura 10, passando por três etapas: pesagem, moagem e filtragem.

Figura 10: Moagem do *slurry*.

Fonte: Do Autor.

4.2.1.1 Pesagem dos produtos

Inicialmente separou-se todas as matérias-primas que seriam utilizadas na formulação dos *slurries*. Após isso, foi feito o uso de uma balança analítica de marca Ohaus, modelo adventurer ARD110 com precisão de $\pm 0,01$, para a pesagem correta dos materiais.

4.2.1.2 Moagem

Em um pequeno equipamento provido de uma agitação controlada (Figura 10), foram misturados: água e os aditivos até que a mistura ficasse homogênea. O moinho agitador utilizado neste trabalho foi confeccionado pela empresa, com um *cowless*, aprimorado para a produção de *slurries*. O *cowless* consiste em uma haste ligada ao motor, onde é criada o ponto de dispersão e do “vórtex” para a homogeneizar toda a amostra contida no tanque.

O moinho utilizado em laboratório, foi adicionado esferas de zircônio com diâmetro de aproximadamente 1 mm juntamente com a mistura em dispersão já homogeneizada, após isso foi adicionado a primeira carga mineral. Esta carga por apresentar uma maior dureza, foi moída sozinha por 30 minutos, para que pudesse reduzir o seu tamanho de partícula. Após este tempo foi adicionado as outras cargas minerais aos poucos, para que houvesse uma boa dispersão e não causasse o aumento excessivo da viscosidade, o que poderia causar a quebra do equipamento. Com a adição total das cargas minerais no tanque de mistura, esta ficou no processo de moagem durante 40 minutos, para se obter uma maior redução das partículas das cargas.

4.2.1.3 Filtragem

Nesta etapa, o *slurry* é retirado do tanque do dispersor, e filtrado em um meio filtrante com malha de nylon com 300 μm , evitando a passagem de cargas mal dispersas, de impurezas que pudessem afetar a qualidade do *slurry* e também utilizado para fazer a separação do *slurry* das esferas de zircônio.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SLURRIES E DAS TINTAS FORMULADAS.

Nesta fase foram realizados os testes de caracterização dos *slurries* produzidos e da tinta *premium* que foi utilizado os *slurries*. Os testes utilizados necessitaram a análise do *slurry* e da tinta em via úmido e a seco. Desta maneira, vários testes, análises e técnicas foram utilizadas para a caracterização dos mesmos.

A caracterização das cargas e tintas foram realizados com embasamento nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e também algumas normas internas já utilizadas na empresa Anjo Tintas. Os testes realizados para a caracterização das cargas, serão comentados abaixo.

4.3.1 Caracterização dos *slurries*

4.3.3.1 Poder de cobertura

Este teste é utilizado para estimar a capacidade que uma tinta tem em ocultar a superfície no qual está sendo aplicada. Este teste pode ser realizado em modo comparativo, padrão contra amostra, ou contendo uma única aplicação.

Para a realização do ensaio, pesou-se 150 g do *slurry* em um béquer de 250 mL e mais 50 g da base padrão já utilizada pela empresa Anjo Tintas. Esta mistura foi homogeneizada por aproximadamente 3 minutos com auxílio de um dispersor de

bancada, marca Marconi modelo MA039. Posteriormente com essa mistura é feito uma extensão sobre uma cartela de opacidade, de marca Leneta moledo 3B, com um extensor de 150 μm e colocado em uma estufa regulada a 60°C, durante 10 minutos para a secagem completa. Após secagem foi utilizado um espectrofotômetro, de marca Datacolor de modelo D110, para a checagem da opacidade do *slurry*, sendo feito anotação dos resultados obtidos.

4.3.1.2 Viscosidade

A determinação da viscosidade foi realizada em um béquer de 600 mL. A temperatura foi ajustada a 25,0°C através de um banho maria, de marca Quimis modelo Q334M. Após o ajuste o béquer com a amostra foi colocado no equipamento e mensurado a viscosidade da amostra com um viscosímetro, de marca Sheen e modelo 480, com leituras em unidade KU. Neste viscosímetro foram mensuradas todas as viscosidades obtidas nesse trabalho.

4.3.1.3 pH

O pH das amostras foram determinados com um pHmetro de marca, Quimis de modelo Q400AS. Como procedimento para a realização do teste, primeiro foi calibrado o equipamento com as soluções tampões. Depois foi mergulhado o eletrodo na amostra a ser analisada e feita a coleta dos dados. Todas as análises de pH, foram realizadas neste equipamento.

4.3.1.4 Massa específica

Este teste consiste em saber a quantidade de massa por um determinado volume, importante para o armazenamento e para evitar a sedimentação. Um picnômetro de 100

mL é preenchido com a amostra, coloca-se a tampa para que haja o transbordo do mesmo, remove-se o excesso e pesa-se novamente. O Resultado se dá por g/cm³.

4.3.1.5 Brilho

Essa análise é feita para verificar como está o brilho do *slurry*. O brilho é medido na mesma cartela B3 que é feito o teste de cobertura. O medidor de brilho utilizado foi da marca BYK de modelo Tri-gloss, onde se consegue obter as medidas nos ângulos 20, 60 e 85°. Foram realizadas medidas em 3 locais diferentes sobre a faixa branca da cartela, e calculou-se a média das leituras. Nos ensaios realizados utilizou-se ângulos de 80°.

4.3.1.6 Teor de sólidos

Neste teste vemos a quantidade de sólidos totais presentes em uma tinta ou no caso de um *slurry*. Os equipamentos utilizados consistiram em uma balança analítica da marca Ohaus modelo Ar2140, com precisão de $\pm 0,0001$ e a utilização de uma estufa com temperatura a 105°C. Este teste foi baseado na norma da ABNT de número NBR 15315:2005.

4.3.1.7 Teste de estabilidade

Este teste teve como objetivo a observação, do *slurry* após 16 horas em uma estufa a 60 °C para verificação da estabilidade do produto, onde é analisado sedimentação, e a sinérese do mesmo.

Os testes para a caracterização das tintas *premium* utilizando os *slurry* formulados e aprovados serão comentados abaixo.

4.3.2 Caracterização das tintas

4.3.2.1 Teste de razão de contraste

Este teste foi utilizado como eliminatório para a continuação das análises, ou seja, as próximas análises só foram realizadas para o *slurry* aprovado neste teste. Ele tem como objetivo verificar a incidência de luz e reflexão em uma amostra. Foi realizada uma extensão da tinta utilizando um aplicador mecânico semi-automático, de marca TKB e a cartela modelo 3B, após isso foi colocado na estufa para que depois de seco, possa ser feita a leitura no espectrofotômetro.

4.3.2.2 Teste de lavabilidade

O teste de lavabilidade determina a resistência da tinta ao desgaste, devido ao esfregamento. É importante este teste para que haja uma resistência quando houver uma limpeza ou mesmo manutenções na residência. Este teste tem como embasamento nas normas da ABNT de número NBR 14940.

4.3.3.3 Teste de cobertura úmida

Como sendo um dos testes necessários para aprovação do programa da ABRAFATI, foi necessário a realização do mesmo. Este teste mostra o poder de cobertura do filme da tinta enquanto ainda está úmido. Foi realizado conforme a norma da ABNT NBR 14943.

4.3.3.4 Teste de cobertura seca

Este teste tem como objetivo, determinar o rendimento da tinta, quanto que a tinta consegue cobrir por metro quadrado. Sendo um outro teste do programa ABRAFATI, se faz necessário a realização dele. Tendo como norma da ABNT NBR 14942.

4.3.3.5 Teste de cor

Este teste tem como objetivo, determinar a cor da amostra contra o padrão estabelecido pela empresa Anjo Tintas. Para esta análise foi utilizado o aplicador mecânico semiautomático, a estufa regulada a 60°C e o espectrofotômetro. Para esta análise foi seguido o procedimento interno já empregado pela Anjo Tinta, de nome PI-01-007.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Anteriormente foi dito que o conceito histórico das cargas minerais eram mais relacionadas a função de enchimento, porém sabe-se que elas apresentam suas próprias características (densidade, alvura, resistência a ataques ácidos e básicos, etc) que exercem algum efeito, seja na cor, poder de cobertura, lavabilidade, porosidade, resistência química ou física, entre outras. Com isso, neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados referentes aos ensaios de caracterização das diferentes formulações de *slurry*, bem como seu comportamento nas propriedades da tinta *premium*, dando maior ênfase no poder de cobertura.

5.1 RESULTADOS DAS CARACTERIZAÇÕES DOS *SLURRIES*

5.1.1 Resultados e adequações das formulações

Na tabela 02, é apresentado cada formulação produzida, e os resultados referentes a elas serão discutidas posteriormente. A F1 é a formulação base, sendo as formulações F2, F3 e F4 modificações realizadas a partir da F1 conforme análise dos resultados obtidos.

Tabela 02: Formulações desenvolvidas.

Matéria prima	% (m/m)			
	F1	F2	F3	F4
Água	39,1	39,2	39	38,9
Espessante	0,2	0,1	0,1	0,1
Preservador	0,05	0,05	0,05	0,05
Alcalinizante	0,05	0,05	0,05	0,05
Dispersante	0,2	0,2	0,4	0,5
Bactericida	0,1	0,1	0,1	0,1
Anti-sedimentante	0,3	0,3	0,3	0,3
Dolomita	27	24	24	13
PCC	20	20	23	27
Caulim	13	16	13	20

Fonte: Do Autor

O espessante, celulósico de alta viscosidade, aumentou excessivamente a viscosidade do *slurry* F1 (101,4 KU), como pode ser observado na tabela 4, dificultando a dispersão quando adicionado as cargas com maior teor de absorção de água (PCC e caulim). Desta forma a quantidade de espessante celulósico foi reduzida de 0,2% para 01% nas formulações F1, F2 e F4.

O aumento na quantidade de dispersante para as formulações F3 e F4 foi devido ao aumento relativo das cargas com alto teor de absorção de água, PCC e Caulim. Este tipo de carga favorece a elevação da viscosidade, dificultando a dispersão e a homogeneização da mistura. Então, aumenta-se a quantidade de dispersante para que se consiga contrabalancear esse aumento nas cargas.

A variação nas concentrações das cargas: dolomita, PCC e caulim, foram necessárias para a obtenção de algumas propriedades que cada carga oferece, podendo auxiliar na opacidade, alvura, lavabilidade, cobertura seca, brilho.

5.1.2 Resultados dos testes obtidos nos *slurries*

Tendo como referência os dados dos *slurries* utilizados pela empresa, tabela 03, buscou-se fazer um comparativo com os resultados obtidos com os testes, afim de ter uma aprovação ou não para o uso do *slurry* na tinta.

Tabela 03: Faixa de referência dos *slurries* padrão da empresa Anjo Tintas.

Testes	Resultados
Viscosidade (KU)	75 a 90
pH	08 a 10
Brilho 80° (UB)	1 a 15
Opacidade (%)	95 a 98
Densidade(g/cm ³)	1,50 a 1,70
Sólidos %	56 - 62

Fonte: Do Autor

Nas tabelas 04, 05, 06 e 07 encontram-se os resultados obtidos em relação às análises feitas com os *slurries* formulados.

Tabela 04: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 1.

Testes	F1
Viscosidade (KU)	101,4
pH	9,3
Brilho 80° (UB)	6
Opacidade (%)	95,42
Densidade(g/cm ³)	1,554
Sólidos (%)	59,22

Fonte: Do Autor

Nota-se que de acordo com a tabela 04 a viscosidade do *slurry* F1 ficou alta em relação ao padrão, devido a quantidade de espessante que havia nela. Os outros parâmetros avaliados ficaram dentro da faixa de especificação apresentados na tabela 3.

Mesmo com viscosidade alta, foi avaliado a opacidade na tinta, resultado que será apresentado na tabela 09.

Tabela 05: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 2.

Testes	F2	F2	Média
Viscosidade (KU)	91,2	89,8	90,5
pH	9,22	9,03	9,1
Brilho 80° (UB)	6,4	6,6	6,5
Opacidade (%)	96,02	95,74	95,88
Densidade(g/cm ³)	1,5621	1,5601	1,561
Sólidos (%)	57,77	57,96	57,86

Fonte: Do autor.

Na formulação 2 conforme apresentado na tabela 05 a redução do espessante reduziu a viscosidade do *slurry* de 101,4 KU (Formulação F1) para 90,5 KU. Durante a etapa de dispersão, observou-se que no momento da adição do caulim e PCC, melhorou a trabalhabilidade. Como os resultados ficaram dentro da faixa padrão apresentado na tabela 03, este *slurry* foi aprovado para avaliação da opacidade na formulação da tinta, tabela 09.

Tabela 06: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 3.

Testes	F3	F3	Média
Viscosidade (KU)	82,7	84,6	83,6
pH	9,34	8,92	9,1
Brilho 80° (UB)	6,2	6,1	6,15
Opacidade (%)	95,91	96,22	96,06
Densidade(g/cm ³)	1,5715	1,5977	1,585
Sólidos (%)	58,73	58,38	58,55

Fonte: Do Autor.

Os dados apresentados na tabela 06 mostram que a formulação 3 apresentou bons resultados, de viscosidade, brilho e opacidade. Um aumento de 3% no PCC (tabela

02) concedeu um leve aumento na opacidade. Com seus resultados positivos comparando com as faixas de referência, o *slurry* foi aprovado para sua utilização na tinta.

Tabela 07: Resultados dos testes de controle realizados com a Formulação 4.

Testes	Resultados				Desvio
					Média padrão
Viscosidade (KU)	73,4	75,6	75,6	74,9	1,3
pH	9,56	9,49	9,52	9,52	0,04
Brilho 80° (UB)	13,2	12,9	13,3	13,1	0,2
Opacidade (%)	96,91	97,02	97,11	97,01	0,10
Densidade(g/cm ³)	1,537	1,531	1,539	1,536	0,004
Sólidos (%)	58,77	59,02	58,91	58,90	0,13

Fonte: Do Autor.

Conforme apresentado na tabela 07, os resultados do *slurry* ficaram muito bons, sendo um dos pontos principais a opacidade, que atingiu 97,1%, sendo ótimo para utilizar como substituto para os *slurries* padrões, a sua viscosidade reduziu bastante chegando a 75 KU. Esta formulação 4 foi aprovada para utilização na tinta, pois apresentou bons resultados.

Todos os *slurries* formulados, foram aplicados o teste de estabilidade, onde nenhum *slurry* apresentou aspecto gelatinoso ou algum sedimento.

5.2 RESULTADO DAS CARACTERIZAÇÕES DAS TINTAS

Após aprovação dos *slurries*, foram formuladas as tintas arquitetônicas *premium* foscas, onde se teve o teste de opacidade como sendo eliminatório para que se prosseguisse para os outros. Com os valores de referência dos testes para as tintas formuladas utilizando os *slurries*, foi possível comparar se a opacidade do filme ficou

conforme ou não para prosseguir as análises. A tabela 08 apresenta os valores de referência para aprovação dos *slurries* nas tintas arquitetônicas *premium* foscas.

Tabela 08: Valores dos testes de liberação realizados com *slurry* de referência.

Testes	Média
Opacidade na Tinta (%)	92,00
Lavabilidade (Ciclos)	115
Cobertura Úmida (%)	92,00
Cobertura Seca (m ² /L)	6,50

Fonte: Do autor.

Conforme tabela 09, pode-se ver que os testes de opacidade das formulações 1, 2 e 3 ficaram muito abaixo dos valores de referência, tabela 08, sendo eliminadas para a realização dos testes seguintes, lavabilidade, cobertura úmida e seca. A F4 foi a única que apresentou um resultado bom, sendo aplicado os testes restantes.

Tabela 09: Resultados dos ensaios de opacidade aplicados a tintas com os *slurries*.

Testes	F1	F2	F3	F4
Opacidade (%)	86,04	85,97	86,78	90,01

Fonte: Do Autor

Esta diferença de opacidade da F4 com relação as outras formulações, se dá por conta da quantidade a mais de PCC e de caulim que foi adicionada, afirmando o que Fazenda (2009) comenta, o PCC é utilizado principalmente para elevação de cobertura seca, devido ao seu alto índice de refração. O caulim também aumenta a opacidade, devido a sua forma geométrica lamelar. Além de melhorar a opacidade ele consegue um bom nivelamento e uma maior resistência a lavabilidade, tudo por conta da sua forma geométrica lamelar, pois seus cristais se alinham paralelamente na superfície do substrato, formando uma camada sobreposta a outra, criando uma barreira física que melhora a resistência a lavabilidade, e deixa o filme mais opaco.

Seguindo com os testes com a formulação 4 e aplicando o método estatístico para melhor confirmação dos dados segue a tabela 10.

Tabela 10: Resultado dos testes realizados nas tintas produzidas com a Formulação 4.

Testes	Resultados			Média	Desvio padrão
Opacidade na Tinta (%)	90,01	89,98	90,16	90,05	0,10
Lavabilidade (Ciclos)	208	195	191	198	9
Cobertura Úmida (%)	93,02	92,89	93,19	93,03	0,15
Cobertura Seca (m ² /L)	6,07	6,15	6,22	6,15	0,08

Fonte: Do Autor.

Como pode ser visto nas tabelas 10 e 8 os resultados obtidos com a formulação 4 ficaram próximos dos valores de referência. Um teste estatístico de hipótese (t de *Student*) com 95% de nível de confiança foi aplicado para comparar os valores obtidos. O t tabelado para 3 repetições com nível de confiança de 95% é 4,3.

O t calculado para Opacidade na Tinta, 26,0, é maior que t tabelado. Como t calculado é maior que t tabelado, considera-se que existe diferença significativa entre valores de opacidade da formulação F4 e de referência. Apesar de a opacidade encontrada ser um pouco inferior ao de referência, pode ser corrigido na tinta usando um pouco mais do *slurry* produzido.

O t calculado para Lavabilidade, 15,0, também é maior que t tabelado. Como t calculado é maior que t tabelado, considera-se existe diferença significativa entre valores de referência e da Formulação 4 com relação a lavabilidade. Porém como pode ser visto nas tabelas 8 e 10 o valor de lavabilidade é maior que o de referência, sendo um ganho de desempenho para a tinta.

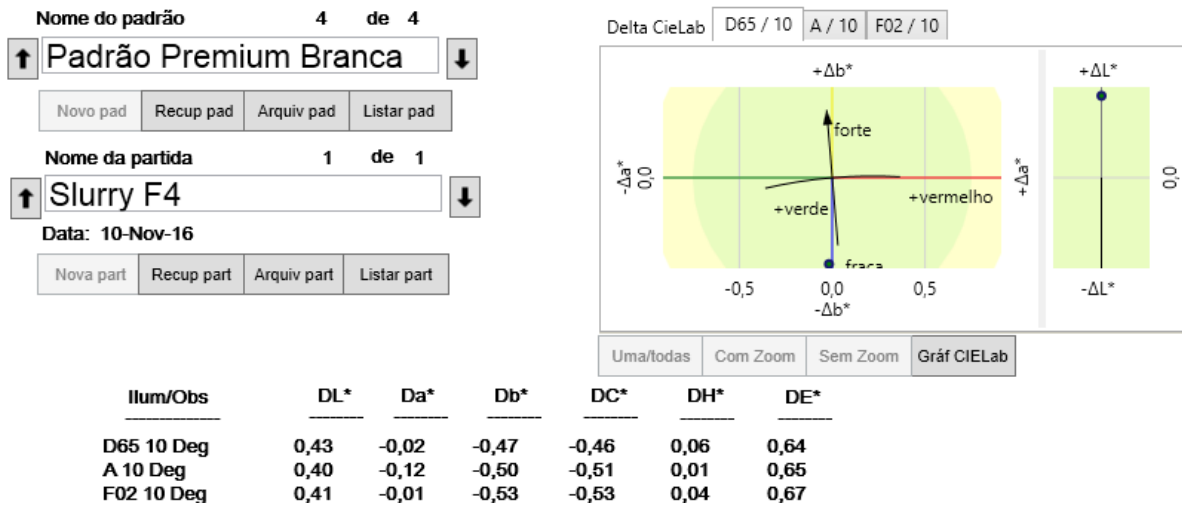
O t calculado para Cobertura Úmida, 11,9, é maior que t tabelado. Considera-se existe diferença significativa entre valores de referência e da Formulação 4, com relação Cobertura Úmida. Como pode ser visto nas tabelas 8 e 10 a cobertura úmida para o teste 4 é maior que o valor de referência, sendo também neste caso, uma vantagem para o *slurry* produzido.

O t calculado para Cobertura a seco, 7,6, também é maior que t tabelado, indicando que existe diferença significativa entre valores de referência e do teste com

relação Cobertura Seco. Como pode ser visto nas tabelas 8 e 10 a cobertura obtida para o teste 4 é menor que o valor de referência, neste caso deve-se avaliar a possibilidade de um pequeno ajuste, usando um pouco mais de *slurry* na tinta.

Por último foi analisado a diferença de cor entre a tinta *premium* padrão e a tinta formulada F4. A análise indica que a tinta está mais clara que a padrão por apresentar um DL^* de 0,43, como pode ser visto na Figura 11 e o Db^* indica que a tinta está mais azulada. Esta combinação de DL positivo e Db negativo em cores brancas, significa que a tinta com *slurry* F4 está mais branca que a tinta padrão.

Figura 11: Análise cromatográfica da tinta padrão contra amostra.



Fonte: Do Autor.

No geral os valores obtidos não podem ser considerados iguais estatisticamente, mesmo sendo próximos dos valores de referência. Dois resultados foram superiores, lavabilidade e cobertura úmida, e dois foram um pouco inferiores, Opacidade na tinta e cobertura a seco. A pequena diferença encontrada pode ser corrigida através de uma alteração na formula da tinta, pois como a lavabilidade da F4 está muito superior ao padrão. Pode ser feito um teste reduzindo a quantidade de resina acrílica, e aumentando a quantidade de *slurry*, essa alteração irá aumentar significativamente a opacidade da tinta devido a resina não ter influência no ganho de cobertura por ser um líquido

transparente quando seco e diminuirá a lavabilidade, pois a resina age diretamente na lavabilidade.

6 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu uma melhor compreensão do efeito das características físicas de uma carga mineral, e de uma mistura delas quando introduzidas nas formulações de tintas através de um *slurry*, sobre a melhora na resistência a lavabilidade e ao poder de cobertura de um substrato. Sendo assim, após a realização dos ensaios e feita a análise de dados, chegamos as seguintes conclusões:

Sabe-se que as tintas utilizam uma variedade de cargas minerais na sua composição, desta forma torna-se de extrema importância a caracterização de suas propriedades físicas e químicas, a fim de obter um desenvolvimento satisfatório na formulação.

Em consideração das propriedades mineralógicas e físicas de cada carga utilizada, pode-se perceber que, o PCC juntamente com o caulim seriam as cargas que mais se adequam as necessidades da empresa.

Em relação a aparência do filme obteve-se uma maior alvura que o padrão, graças a utilização de maior concentração de PCC. Podendo até ser feito um estudo futuro na redução de Dióxido de titânio na formulação.

Observou-se também que as cargas têm influência na lavabilidade, pois com a utilização do *slurry* F4 a lavabilidade da tinta teve um aumento de 72%, isso se teve devido as formas geométricas das cargas utilizadas na formulação do *slurry*. Podendo também ser feito um estudo futuro para fazer um balanceamento entre cargas e resina utilizadas na tinta *premium*.

De acordo com os resultados apresentados, podemos dizer que a empresa Anjo Tintas tem quase todas as matérias primas necessárias para se fazer um *slurry* próprio, para a substituição daquelas já empregados na sua tinta *premium*.

Foi alcançado o objetivo de desenvolver um *slurry* que possa vir a substituir os adquiridos das empresas fornecedoras.

Um estudo econômico dos custos envolvidos na produção e substituição dos *slurries* ainda deverá ser realizado para avaliar a viabilidade do projeto.

REFERENCIAS

BARBOSA, R.; SOUZA, D. D.; ARAUJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. – **Evaluation of thermal stability of quaternary ammonium salts for use in national organoclays (part 1)** – Cerâmica 56, 2010.

CIULLO, P. A. **Industrial Minerals and Their Uses: A Handbook and Formulary**. Westwood: Noyes Publications, 1996.

DUPONT. **Titanium Dioxides for Coating**. 2007.

FAZANO, C. T. V. **Tintas – Métodos de controle de pinturas e superfícies**. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 1995.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas e vernizes: ciência e tecnologia**. 3. Ed. São Paulo – SP: Editora: ABRAFATI, 2005.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas Imobiliárias de Qualidade: Livro de Rótulos da ABRAFATI**. 2. ed. São Paulo: Blucher; 2009.

FINGER, R. L.; KARAS, P.A; WIEHETECK, K.G. **Plano de gestão de resíduos em uma fábrica de tintas**. 2005.

GASTAL, F. **Relatório técnico interno**. Porto Alegre: Tintas Renner S/A, 1998.

KOLESKE, J. V. **Paint and Coating Testing Manual: Fourteenth Edition of the Gardner Sward Handbook**. 14 ed. Philadelphia: ASTM International, 1995.

LAMBOURNE, R. **Paint and Surface Coating: Theory and Practice**. 2^oeng. 1999.

LAMBOURNE, R.; STRIVENS, T. **Paint and Surface Coatings – Theory and Practice**. 2 ed., Woodhead Publishing Ltd, 1999.

MURRAY, H. H. **Clay**. Chapter 6.

PAVEI, J. **Tintas e Revestimentos: Propriedades da carga caulim calcinado para substituição do pigmento dióxido de titânio aplicado em tintas**. 2009.

PAULY, J. J. **Mineral forms of talc extend opacity, develop rheology and improve adhesion properties**. PPCJ, Fevereiro de 2000.

PATTON, T. C. **Pigment handbook: Characterization and physical relationships**. 5 ed. John Wiley & Sons, Inc., V.3, 1973.

ROTHON, R. N. **Particulate Fillers for Polymers**. Akron: iSmithers Rapra Publishing, 2002.

SAMPAIO, A. J.; ALMEIDA, S.L.M. **Calcário e Dolomita. Capítulo 15.** CETEM. Rio de Janeiro. 2005. 1-26p.

STOFFER, J. **Extender Pigments.** *American Paint & Coating Journal*, p. 19-23, **TechPlus, 1997.**

VERONA, C. C. **Estudo do impacto da variabilidade de resinas alquídicas nas propriedades de tintas.** Porto Alegre, 2004. Dissertação de Mestrado Profissionalizante da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

WEG. **Curso DT12 – Pintura Industrial com tintas líquidas. 2009.**