

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CARGAS MINERAIS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TINTAS

C. D. Castro¹, P.N. Conceição², C. O. Petter³

- 1 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro de Tecnologia – Laboratório de Processamento Mineral. Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15021, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS
E-mail: carmen@ct.ufrgs.br
- 2 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro de Tecnologia – Laboratório de Processamento Mineral. Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15021, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS
E-mail: paulonc@ct.ufrgs.br
- 3 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro de Tecnologia – Laboratório de Processamento Mineral. Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15021, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS
E-mail: cpetter@ufrgs.br

RESUMO

De maneira geral, a tinta pode ser definida como uma composição química, geralmente viscosa, composta de um ou mais pigmentos dispersos em um meio aglomerado líquido que, ao ser aplicada sobre uma superfície, seca formando um filme opaco e aderente ao substrato. Para a sua formulação, é necessário determinar a relação ideal de seus componentes, a fim de se alcançar os parâmetros desejados. Nesse sentido, o principal objetivo deste trabalho é propor um estudo em relação às propriedades das cargas minerais, buscando aprofundar o conhecimento dos mecanismos físicos, químicos e mecânicos pelos quais as cargas minerais influenciam nas características e performance das tintas. Para tal, foi avaliada a correlação existente entre os parâmetros de aceite de cargas minerais e o desempenho tecnológico de uma tinta. Ainda, na tentativa de melhor se evidenciar as características particulares de cada carga, o estudo foi realizado em dois tipos de tintas, sendo uma fosca e outra semibrilho, onde todas as cargas da fórmula original foram substituídas por uma única carga em quantidade igual ao somatório das mesmas, com exceção do TiO₂ mantido constante em todas as experiências.

PALAVRAS-CHAVE: Cargas minerais, tintas, correlação.

1. INTRODUÇÃO

Cargas minerais são compostos minerais quimicamente estáveis, podendo ser extraídas de jazidas, ou obtidas por processos industriais, sendo compostas por uma grande variedade de minerais industriais, com determinadas propriedades físicas e químicas, que as tornam importantes na fabricação de vários produtos.

Os minerais industriais constituem um grupo de substâncias minerais, que pela sua amplitude pode-se considerar que a principal característica comum à classe é a diversidade de propriedades e aplicações, de valor unitário e quantidade produzida, de gênese e forma de ocorrência geológica.

As aplicações mais nobres dos minerais industriais são aquelas que envolvem sua incorporação em outros produtos, tais como papel, borracha, plásticos, produtos farmacêuticos, tintas, entre outros. É crescente neste tipo de mercado a necessidade de se gerar produtos sob medida para cada aplicação, o que torna importante conhecer, com profundidade, as necessidades específicas de cada mercado.

Dentre os principais setores de compra e consumo de cargas minerais tem-se a indústria de tintas. O termo tintas abrange toda a gama de produtos usados na preparação dos substratos até ao acabamento final. A escolha criteriosa das matéria primas e o balanço entre os vários componentes da fórmula permitem obter tintas com as características desejadas como, por exemplo, facilidade de aplicação, rapidez de secagem, boa aderência às superfícies, resistência e durabilidade da película depois de seca. Sendo que as tintas são constituídas por: resinas, solventes, aditivos, pigmentos e cargas.

A adição de cargas minerais em uma tinta é um procedimento bastante minucioso pois a quantidade e a qualidade de cargas acrescidas na mistura pode interferir em suas propriedades, inclusive modificando as características das cores do produto. Ciminelli (1989), afirma que, a tendência mundial é uma crescente sofisticação na produção e aplicação das cargas minerais, acompanhando o ritmo do desenvolvimento tecnológico e da diversificação de produtos na indústria de tintas. Algumas empresas chegam a ter mais de 150 tipos de cargas minerais em sua relação de compras.

De maneira geral, as cargas, conhecidas também por pigmentos extensores, são introduzidas nas formulações, para cumprir algumas das seguintes funções: redução do custo final substituindo parte dos pigmentos, melhoria das propriedades mecânicas e ópticas, redução do empacotamento, facilidade de dispersão, resistência química, redução da translucidez e aumento do brilho.

Conforme Stoffer (1997), devido ao vasto número de tipos de cargas e de suas propriedades, muitos formuladores não estão informados e não estão dando a atenção necessária das vantagens que se podem obter com seu uso, sendo que, uma escolha baseada apenas no custo pode causar resultados desastrosos e inversos ao desejado. Portanto, ao escolher uma carga, é necessário levar em consideração fatores tais como: alvura, granulometria e morfologia das partículas, entre outros, para conseguir um equilíbrio de objetivos e alcançar a melhor relação custo/benefício, e não somente obter um produto mais barato.

Além disso, a expansão do mercado de cargas está atrelada à busca de novas alternativas tecnológicas feitas pelos fabricantes de tintas, que visam tornar seus produtos cada vez mais acessíveis. Também, a caracterização das cargas minerais permite determinar seu potencial de uso e aplicação industrial em diferentes produtos, portanto, o estudo a partir de conhecimentos mais fundamentais e teóricos de mineralogia, dos mecanismos de ação física e química das partículas minerais nas tintas torna-se bastante valioso, pois pode levar à otimização de algumas etapas do processo, assim como, atender as demandas específicas e atuais do mercado, oferecendo produtos alternativos e de menor preço.

2. METODOLOGIA

Este trabalho, foi realizado mediante convênio entre o Laboratório de Processamento Mineral (LAPROM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e uma empresa de tintas da região. Para o desenvolvimento do mesmo, foram utilizadas inúmeras ferramentas, análises e/ou técnicas, conforme ilustra a figura 1 abaixo, sendo, ainda, constituído por três etapas, as quais serão descritas a seguir:

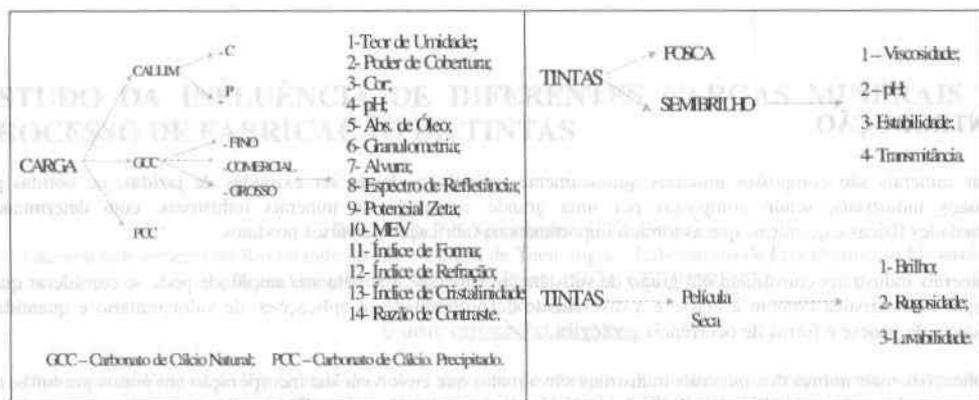


Figura 1 – Parâmetros de resposta das análises realizadas com as cargas e tintas.

1ª) Etapa: Escolha das Cargas Minerais e Determinação de uma Tinta Padrão

Esta etapa consistiu na seleção das cargas minerais a serem estudadas e na determinação da tinta padrão. Segundo Bartholi (1998), os principais fatores que influenciam na escolha da carga mineral são: alvaria, granulometria, brilho, reologia, tempo de dispersão, cobertura, custo. Também, em formulações, as cargas mais brancas são as mais requisitadas, pois além de serem mais uniformes na cor, proporcionam economia de TiO_2 , contribuindo significativamente para a redução do custo final da tinta. Neste sentido, os minerais escolhidos foram:

- Dois tipos de Caulim, conhecidos como C e P, sendo que o P é obtido a partir do C por corte granulométrico;
- Carbonato de Cálcio Natural (GCC), que através de um processo de sedimentação, foi subdividido em duas faixas granulométricas: fina (GCCF) e grosseira (GCCG);
- Carbonato de Cálcio Precipitado (PCC).

Para formular uma tinta, é necessário definir a relação ideal de seus componentes, a fim de se alcançar os parâmetros desejados. Segundo Fazano (1995), para que a conformação da camada de uma tinta possa atender às mais diversas condições de proteção e estética, os seus componentes devem combinar-se de forma coerente, resultando então numa formulação adequada, denotando equilíbrio entre os aspectos de ordem econômica e de aplicabilidade.

Conforme Gastal (1998) o papel do formulador é criar um recobrimento, ou um sistema de recobrimentos que atenda às necessidades do mercado, talvez procurando explorar uma matéria-prima em particular. Assim, visando evidenciar as características das cargas minerais na qualidade intrínseca da tinta, foram desenvolvidos dois tipos de tintas, uma semibrilho e outra fosca, ambas na quantidade de 1 Kg. Para este estudo, foi escolhida uma tinta padrão acrílica base água, devido a crescente preocupação com a conservação e proteção do meio ambiente.

A fórmula para a tinta padrão inicialmente sugerida, foi baseada em livros. Após ser testada, foi constatado que a mesma não alcançava resultados desejáveis. Pretendendo reduzir o tempo para o ajuste da fórmula final e, conseqüentemente, obter uma maior economia de material, utilizou-se fórmulas já testadas.

Todas as cargas da fórmula original foram substituídas por uma única carga, em quantidade igual ao somatório das mesmas, com exceção do TiO_2 que foi mantido constante em todas as experiências. Ou seja, cada tipo de caulim e carbonato de cálcio foi introduzido individualmente nas fórmulas para que, posteriormente, fosse possível verificar o real efeito de cada um na tinta. O desenvolvimento teve início com a produção das tintas em escala laboratorial passando basicamente por três processos: pesagem, dispersão e completagem.

2ª) Etapa: Caracterização das Cargas Minerais

Foi feita a caracterização das cargas minerais e da tinta padrão formulada a úmido e película seca, utilizando várias ferramentas, análises e/ou técnicas em disponibilidade. Dentre estas podem ser citadas: análises de microscópio eletrônico de varredura (MEV), análises químicas, análises granulométricas, difração de raio-x, lavabilidade, teor de umidade.

Os testes com cargas foram baseados em normas da ASTM e em outras normas internas da fábrica em que foi realizado o estudo e são, brevemente, descritos a seguir:

a) Teor de Umidade – visa determinar o teor de substância voláteis em uma amostra. O método utilizado para a realização desde ensaio foi o Método Instrumental, que consiste na utilização de uma balança de raios infravermelhos;

b) Poder de Cobertura – consiste em verificar a capacidade da carga em ocultar o substrato. Teste baseado na comparação visual.

c) Razão de Contraste – verifica a incidência de luz e reflexão na periferia e no centro de uma cartela padrão. Foi realizado através do auxílio de um espectrofotômetro;

d) Cor - objetiva determinar a cor de uma carga dispersa em resina, em contraposição ao seu padrão. O controle é feito visualmente.

e) pH – O método utilizado para obter este parâmetro foi baseado na ASTM D 1208, determina a concentração de íons de Hidrogênio (H⁺).

f) Absorção em Óleo – com este método obteve-se a absorção de óleo das cargas. É um dado expresso como a quantidade de óleo necessária para umectar completamente uma determinada massa de pigmento.

g) Teor de Resíduo Solúvel em Água – consiste em dissolver materiais solúveis em água, contidos no pigmento, através de fervura e após determinação gravimétrica;

h) Resíduo de Peneiração – especifica a quantidade de material retido em peneira 325 %;

i) Análise Granulométrica – para se saber a distribuição dos tamanhos dos grãos dos minerais, utilizou-se o granulômetro de difração laser;

j) Dispersão Granulométrica - este teste foi realizado com a finalidade de quantificar a dispersão da distribuição granulométrica, sendo que quanto maior este valor, mais vasta é esta distribuição. Sendo calculada da seguinte forma:

$$Var.Gran. = \frac{D_{90} - D_{10}}{D_{50}} \quad (1)$$

onde: D₉₀= diâmetro no qual passa 90% da massa das partículas;

D₅₀= diâmetro no qual passa 50% da massa das partículas;

D₁₀= diâmetro no qual passa 10 % da massa das partículas.

k) Índice de Refração – os valores do índice de refração dos minerais foram retirados da bibliografia;

l) Difração de Raios-X – este método consiste na observação dos raios difratados através da amostra em seus diversos ângulos, objetivando identificar as fases minerais. Foi utilizado o difratômetro SIEMENS D-5.000.

m) Índice de Cristalinidade – Foi baseado na relação entre a largura e o comprimento do pico de maior intensidade do difratograma de cada carga;

n) Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) – caracterização morfológica e micro-estrutural das cargas.

o) Índice de Forma – foi baseado na relação do maior pelo menor comprimento do cristal, em imagens obtidas do MEV.

p) Parâmetros Colorimétricos – estes ensaios foram realizados seguindo procedimento padrão desenvolvido no Laboratório de Processamento Mineral (UFRGS) através da utilização do espectrofotômetro Minolta. Os resultados podem ser visualizados com o auxílio de um computador conectado ao espectrofotômetro.

3ª) Etapa: Ensaios Realizados com a Tinta Padrão Formulada

Nesta etapa, para caracterização da tinta padrão formulada tanto a úmida quanto película seca, diferentes testes foram efetuados, os quais estão descritos abaixo.

Para a tinta úmida:

a) Viscosidade – determinação da consistência da tinta. A consistência é definida como o peso em gramas necessário para produzir a velocidade de 200 RPM padrão ou em unidades Krebs (KU);

b) Estabilidade - estabilidade de uma certa quantidade de tinta líquida sob condições pré-estabelecidas de temperatura e tempo.

c) pH.

Para a tinta película seca:

a) Lavabilidade – determinação da resistência da tinta ao desgaste devido ao esfregamento utilizando-se pasta abrasiva.

b) Brilho – determinação do brilho com base na medida fotoelétrica da luz refletida diretamente pela superfície de um objeto num ângulo determinado. As medições são realizadas nos ângulos de 20°, 60° e 85°.

c) Rugosidade – determinação do conjunto de irregularidades (pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam uma superfície).

3. RESULTADO

As tabelas I e II expressam os resultados obtidos através dos testes realizados com as cargas minerais. As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos testes realizados com a tinta fosca e semibrilho, tanto a úmida quanto película seca. Os resultados expressos na tabela I são referentes aos ensaios realizados para caracterização das cargas minerais seguindo os procedimentos adotados pela empresa de tintas.

Tabela I: Resultados da caracterização de cargas minerais por procedimento industrial.

	GCC	GCCF	GCCG	PCC	P	C
Teor de Umidade (%)	0,06	0,10	0,02	0,03	3,74	4,80
Poder de Cobertura	5	6	5	8	10	9
D ₅₀ (µm)	13,46	6,85	23,79	3,13	0,7	1,13
Razão de Contraste	70,67	80,80	51,44	94,88	97,46	96,36
Cor	10	10	10	9	7	6
pH	9,68	9,97	10,39	9,31	8,01	8,12
Absorção de Óleo	20	18	27	68	40	41
Teor de Resíduo Solúvel em Água (%)	1,74	4,42	1,34	1,30	80,80	77,70
Resíduo de Peneiração (%)	0,42	1,30	0,61	0,004	0,02	-----

Conforme a tabela I, em relação ao teor de umidade, observa-se que o caulim C é a carga mineral que se encontra mais úmida no seu estado natural, seguido do caulim P, o que representa uma desvantagem em relação à compra desses minerais, devido ao encarecimento do transporte. Além disso, durante o transporte e a estocagem dos sacos de cargas minerais, estes são empilhados e, devido a pequenos teores de umidade residual do processo de produção e de falhas na embalagem, as partículas das cargas podem sofrer uma aglomeração, dificultando a dispersão das mesmas na tinta, proporcionando a formação de um filme menos uniforme.

Em relação ao poder de cobertura, Fazio (1995) reporta que, o mesmo, pode ser influenciado por fatores como tamanho, forma das partículas e índice de refração do conjunto pigmento/veículo. Geralmente os pigmentos possuem índice de refração superiores a 2, enquanto que, em outros componentes adjuvantes numa formulação, como as cargas, este valor atinge cerca de 1,5, denotando substâncias sem caráter de recobrimento. Neste estudo, devido a todos os minerais utilizados possuem o mesmo valor de índice de refração (1,57), constata-se que o tamanho das partículas é o fator determinante para a caracterização deste método, sendo que as cargas com as partículas mais finas são as que ocultam melhor o substrato.

Pode-se dizer, ainda, que o poder de cobertura está diretamente associado ao espalhamento da luz. Desta forma, devido às partículas mais finas possuírem os menores diâmetros, são capazes de preencher os espaços vazios entre as partículas mais grosseiras, fazendo com que ocorra uma maior compactação do filme, refletindo a luz e, conseqüentemente, proporcionando maior cobertura e razão de contraste.

A partir da realização do teste de cor, percebe-se, que tanto o GCC, quanto GCCF e o GCCG possuem os valores mais elevados de brancura, desta forma, pode-se dizer que para a confecção de uma tinta, essas cargas seriam as mais indicadas, por serem mais brancas, apresentam uma maior flexibilidade na formulação de cores. Além disto, possuem maior uniformidade na cor, proporcionando economia de TiO_2 e, assim, contribuindo significativamente para a redução do custo final da tinta. Já, os caulins por apresentarem uma coloração mais amarelada, têm seu uso restrito, pois mais de 70 % das tintas produzidas, pela empresa na qual o estudo foi desenvolvido, são brancas.

Pela tabela I, nota-se que, os valores do pH medido, variaram, dependendo da amostra, entre 8,01 e 10,39, sendo todas as cargas classificadas como básicas ($\text{pH} \geq 7$), onde que os carbonatos são mais alcalinos que os caulins.

O PCC tem o maior valor de absorção de óleo muito elevada comparado às outras cargas. Em relação ao teor de resíduo solúvel em água, os caulins apresentam os maiores resultados. O GCCF obteve a maior quantidade de partículas retidas em peneiras 325 μ , ou seja alcançou o resultado mais elevado no teste de resíduo de peneiração.

Tabela II: Resultados da caracterização de cargas minerais por procedimentos LAPROM.

	GCC	GCCF	GCCG	PCC	P	C
D_{10} (μm)	1,21	0,92	4,48	0,28	0,22	0,16
D_{50} (μm)	13,46	6,85	23,79	3,13	0,70	1,13
D_{90} (μm)	31,39	16,79	41,80	9,0	1,10	5,30
Dispersão Granulométrica	2,24	2,31	1,57	1,64	1,26	4,55
IR^{\dagger}	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
$\text{IC}^{\ddagger\dagger}$	0,21	0,26	0,24	0,24	0,47	0,22
Alvura	93,94	94,21	93,12	95,59	83,20	82,77

IR^{\dagger} Índice de Reflectância; $\text{IC}^{\ddagger\dagger}$ Índice de Cristalinidade;

Pela tabela II, constata-se que, o caulim P possui o D_{50} igual a 0,70 μm , indicando que sua granulometria é mais fina em relação às outras cargas estudadas. Pode-se dizer ainda, que o caulim C é a amostra que apresenta o menor valor de D_{10} de todo o conjunto de cargas estudadas. O GCCG, apresenta os valores mais elevados de D_{50} e D_{90} .

Em relação à variação granulométrica, conforme a tabela II, os resultados deste teste variaram entre 1,26 para o caulim P e, 4,55 para o caulim C, o qual apresenta uma maior dispersão da distribuição granulométrica. O índice de cristalinidade (IC), os valores das amostras variaram entre 0,47 para o caulim A e, 0,21 para o GCC. Em relação à alvura, o GCC, juntamente com suas faixas granulométricas, alcançaram os valores mais elevados.

Tabela III: Testes efetuados com as tinta fosca.

	GCC	PCC	GCCF	GCCG	A	C
Viscosidade (ku)	73	102	85	83	93	60
Lavabilidade	62.5	27.5	87	47	36.5	29
pH	8.92	8.8	8.77	8.73	8.18	8.27
Brilho						
20°	1.2	1.4	1.4	0.5	5.5	1.5
60°	1.7	2.3	2.2	1.8	1.8	4.1
85°	0.6	8.6	1.0	1.8	23	23.1

Tabela IV: Testes efetuados com as tinta semibrilho.

	GCC	PCC	GCCF	GCCG	A	C
Viscosidade (ku)	78	85	81	79	82	82
Lavabilidade	152.2	95	110	155	130.5	155.5
pH	8.93	9	9.11	9.56	8.94	8.81
BRILHO						
20°	4.7	1.9	10.1	7.4	15.7	7.3
60°	24.7	9.5	33.7	24.6	58.5	40.9
85°	23.5	25.1	43.7	21.7	92.9	83.3

Em relação aos testes realizados com as tintas (tabela III e IV), de acordo a viscosidade (para as tintas semibrilho), apresentou pouca variação entre as cargas estudadas, devido à quantidade de cada carga utilizada na formulação da tinta ser muito pequena. Entretanto, para tinta fosca, a diferença entre os valores é mais significativa, pois a quantidade de cada carga na formulação é bem maior que na tinta semibrilho, fazendo com que as propriedades (granulometria, morfologia, estrutura) de cada carga que influenciam na viscosidade sejam ressaltadas.

Em relação a lavabilidade, as tintas foscas apresentaram menor resistência ao esfregamento que as tintas semibrilho. Isto está relacionado com a quantidade de carga presente na tinta fosca ser maior e a quantidade de resina presente na sua formulação. Com um grande quantidade de carga, o PVC da tinta aumenta, deixando-a mais porosa e, além disto, por possuir pouca resina, a aderência das cargas na superfície é menor, fazendo com que suas partículas se soltem mais facilmente quando submetidas ao atrito, afetando a resistência do produto.

O pH em uma tinta à base d'água é uma das características fundamentais. Um pH baixo faz com que a viscosidade seja reduzida, e vice-versa. Para uma mesma carga, uma característica levemente alcalina, com um pH em torno de 8, é necessária para uma maior estabilidade do material. Para o brilho a 60°, para tinta fosca, o caulim C apresentou o maior brilho, sendo que para a semibrilho foi o caulim P.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados é possível concluir que para se obter uma maior cobertura, a utilização do caulim P, é a mais adequada. Ainda, outro fator que influencia na escolha da carga mineral é alvura, ou seja, quanto mais elevada melhor, portanto a carga mais indicada para se atingir esse objetivo é o PCC. Em relação à tinta semibrilho, para a obtenção de um brilho mais intenso a 60°, o uso do A na formulação seria a melhor alternativa.

Vale lembrar que nesta fase da pesquisa, se pretende, através da confecção de tintas com uma única carga mineral (mais o TiO_2), avaliar a relação entre propriedades das cargas e impacto nas propriedades das tintas, tendo sido desconsiderada até o momento.

Um estudo paralelo com análise estatística do tipo multivariada está sendo realizado e, será parte integrante de futuras publicações.

5. CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

Bartholi, J.C. Guia prático sobre cargas minerais e sua aplicações em tintas. Tintas e Vernizes, agosto/setembro, p.52-55, 1998.

Ciminelli, R. Parâmetros para a seleção e formulação de cargas minerais na indústria de tintas. São Paulo, 1989. Anais do 1º Congresso Internacional de Tintas.

Fazano, C. T. V. Tintas – Métodos de controle de pinturas e superfícies. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 1995, 321p.

Gastal, F. Relatório de estágio. Relatório interno, fevereiro, p.67, 1998.

Stoffer, J. Extender Pigments. American & Coatings Journal, maio, p.19, 1998.