

# Análise do teor de Dióxido de Titânio presente nas tintas

**Evelyn Gabrielle Pommerening\*; Guilherme Muller Keiser\*; Layna Eduarda Rhode; Raíssa Martenechen Stephani e Vinicius Souto Maior**

Discentes do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul.

\*E-mail: evelynpommerening@gmail.com

\*E-mail: guilhermekeiser@hotmail.com

**Giovani Pakuszewski**

Docente da Unidade Curricular de Química Analítica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

e-mail: giovani.quimica@gmail.com

**Resumo** - O Dióxido de Titânio ( $TiO_2$ ) é a substância mais utilizada no mundo como pigmento branco. Esse, não apresenta toxicidade em meio cristalino e é estável quimicamente, assim, sua utilização vem crescendo, tornando atrativo para diversas aplicações como melhoramento do brilho, opacidade e alvura nas indústrias de tintas. O presente trabalho teve como objetivo analisar o teor de dióxido de titânio presente nas tintas brancas, por meio de extrações e titulações com duas diferentes marcas de tintas, sendo uma tinta econômica e outra premium de cada marca para a determinação do teor de dióxido de titânio, além de testes como poder de cobertura e resistência à abrasão. A tinta “B” premium obteve tanto o maior teor de dióxido de titânio, como, o melhor poder de cobertura. Já a tinta “B” econômica, obteve o menor teor de  $TiO_2$ , o menor poder de cobertura e resistência à abrasão.

**Palavras-Chave:** Dióxido de Titânio. Tintas. Teor. Cobertura. Abrasão.

**Abstract** - Titanium Dioxide ( $TiO_2$ ) is the most widely used substance in the world as a white pigment. It is non-toxic in crystalline medium and is chemically stable, thus its use has been increasing, making it attractive for many applications such as gloss, opacity and brightness improvement in the paint industries. The aim of the present study was to analyze titanium dioxide content in white paints by means of extractions and titrations with two different paint brands, one of them being the economical and premium ink of each brand for the determination of the dioxide content of titanium, and tests such as covering power and abrasion resistance. The “B” premium ink obtained both the highest titanium dioxide content and the best coverage power. In the “B” economic ink, it obtained the lowest  $TiO_2$  content, the lowest coverage power and the abrasion resistance.

**Keywords:** Titanium dioxide. Paints. Content. Roof. Abrasion.

## 1. Introdução

A tinta, conforme Mello et. al. (2012), é um composto formado por partículas aglomeradas que atribuem cor a uma superfície. Segundo Anghinetti (2012), as tintas são compostas por quatro componentes: pigmentos, resinas, solventes e aditivos. Os pigmentos concedem o poder de cobertura e a cor desejada para a tinta, as resinas são substâncias responsáveis pela ligação dos pigmentos e adesão do filme ao substrato, os solventes concedem a consistência desejada e os aditivos são responsáveis pelo aperfeiçoamento de características específicas das tintas, independente do solvente.

As principais características dos pigmentos brancos são proporcionar uma brancura excepcional ao dispersar a luz, proporcionar brancura e poder de cobertura em tintas foscas e brilhantes (VELOSO, 2012). De acordo com Veloso (2012), o principal pigmento branco utilizado em tintas é o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), que possui aplicações nas ciências da vida, em biotecnologia, na área farmacêutica e nas indústrias de cosméticos.

O dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), segundo Saleiro et. al. (2010), é a substância mais utilizada no mundo como pigmento branco. Por ser quimicamente estável, não apresenta toxicidade, possui baixo custo, comprimento de onda de máxima absorção de 365 nm, tornando atrativo para diversas aplicações como melhoramento do brilho, opacidade e alvura nas indústrias de tintas. O  $\text{TiO}_2$  pode ser encontrado em três formas cristalinas: anatásio, rutilo e bruquita; estas formas podem ser minerais naturais ou sintéticas. Conforme Santos (2010), o rutilo é um mineral escasso, apresenta-se na cor vermelha e castanha-avermelhada a preto, cristaliza-se num sistema tetragonal. Outra forma de obter Dióxido de Titânio, segundo Camara (2011), é a partir do mineral Ilmenita, sendo um titanato de Fe II ( $\text{FeTiO}_2$ ) podendo também apresentar Fe (III) e outros elementos em sua constituição.

O presente trabalho teve como principal objetivo determinar os teores de dióxido de titânio presentes em tintas imobiliárias comerciais dos tipos premium e econômica e verificar a influência no poder de cobertura e resistência à abrasão; testes considerados importantes para avaliação da qualidade.

## 2. Metodologia

### 2.1 Escolha das amostras

Para a realização do projeto, foram escolhidas duas marcas e dois tipos de tintas para posterior análise. As classes de tinta mais comuns para alvenaria disponíveis no mercado são: Econômica; Standard; e *Premium*. Os tipos escolhidos foram a Marca A, Econômica e a Premium (Ae e Ap); e a marca B, Econômica e Premium (Be e Bp), conforme a tabela 1.

**Tabela 1.** Abreviações das amostras de acordo com a marca e a classe das tintas.

Marca da tinta	Econômica/ <i>Premium</i>	Abreviação
A	Econômica	Ae
A	<i>Premium</i>	Ab
B	Econômica	Be
B	<i>Premium</i>	Bp

**Fonte:** Elaborado pelo grupo.

### 2.2 Determinação do Teor de Dióxido de Titânio

A Metodologia de determinação do teor de dióxido de titânio proposta por Carranquinha (2011) consiste na extração com solventes, acompanhada de centrifugação seguida de reação de redução do titânio IV a titânio III com alumínio e posterior titulação com sulfato de ferro III amoniacal. O procedimento foi realizado em duplicata, totalizando oito amostras.

#### 2.2.1 Extração

A extração da parte sólida da tinta foi realizada por adições sucessivas de alíquotas de 10 mL dos solventes, seguidas de centrifugação. Foram realizadas cinco centrifugações para cada amostra de 10 mL de tinta, a 3000 rpm, variando o intervalo de tempo e a adição de solventes, no caso: água destilada; solução de tolueno e acetona (1:1), e éter dietílico; conforme especificado na tabela 2.

**Tabela 2.** Especificações das extrações.

Centrifugação	Tempo (min)	Solvente Utilizado	Volume de Solvente
1	50	Água Destilada	10 ml
2	50	Água Destilada	10 ml
3	50	Tolueno e Acetona (1:1)	7 ml
4	50	Tolueno e Acetona (1:1)	7 ml
5	30	Éter Dietílico	7 ml

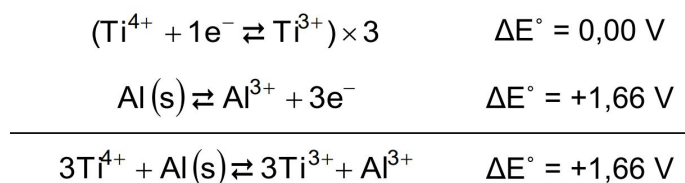
**Fonte:** Elaborada pelo grupo.

Ao final das extrações, os sólidos precipitados (extratos sólidos) foram secos em estufa a 105°C e acondicionados em dessecador. Os líquidos sobrenadantes também foram guardados.

### 2.2.2 Determinação do dióxido de titânio por titulação

A quantificação do dióxido de titânio presente no extrato se deu por titulação redox. Foram coletados 0,200 g dos extratos de cada tipo de tinta e submetidos a um ataque químico em meio ácido para a liberação do titânio presente na amostra. As amostras foram dispostas em kitassatos de 250 mL, adição de 120 mL de água destilada, 7 g de sulfato de amônio, 20 mL de ácido clorídrico (12,07 mol.L<sup>-1</sup>) e 20 mL de ácido sulfúrico (18,22 mol.L<sup>-1</sup>). Esses procedimentos foram realizados em capela e com banho de gelo.

Após o ataque ácido, os íons titânio IV foram reduzidos a titânio III pela reação com alumínio metálico, como pode-se observar na equação abaixo.



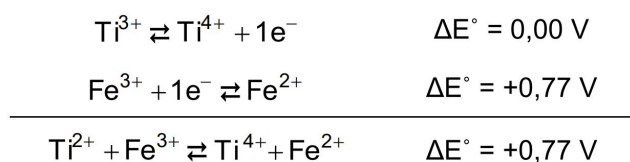
Fonte: Carranquinha, 2011.

Essa reação foi realizada em atmosfera inerte utilizando um aparato formado por um kitassato contendo a mistura reacional, conectado por uma mangueira a uma solução aquosa de bicarbonato de sódio (0,93 mol.L<sup>-1</sup>), tendo em vista que, o produto da reação não pode entrar em contato com o oxigênio atmosférico.

Com a estrutura montada, o kitassato foi posicionado sob uma chapa de aquecimento, a uma temperatura de 70°C. A medida em que a solução entrou em ebulição, foi realizada a adição de 1,00 g de alumínio metálico, o sistema foi fechado e a reação transcorreu por 5 minutos. Após o arrefecimento da solução em temperatura ambiente, o sistema foi aberto e prosseguiu-se a titulação.

A reagente titulante utilizado foi o Sulfato de ferro III amoniacal dodecahidratado -  $[\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$  ( $0,003 \text{ mol.L}^{-1}$ ) para as titulações das tintas econômicas, e  $0,006 \text{ mol.L}^{-1}$  para as titulações das tintas *premium*. Às soluções titulantes foram adicionadas gotas de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$  ( $0,44 \text{ mol.L}^{-1}$ ), até se obter uma coloração rosada, indicando a presença exclusiva dos íons ferro III. Por fim, foi realizada a adição de 2,00 mL do indicador tiocianato de amônio -  $\text{NH}_4\text{SCN}$  ( $3,22 \text{ mol.L}^{-1}$ ).

Durante a titulação, ocorre a oxidação do íon de titânio III para titânio IV, ao passo em que o íon de ferro III reduz a ferro II, como pode ser observado na equação abaixo.



**Fonte:** Carranquinha, 2011.

Desta forma, o ponto de viragem se caracteriza por uma mudança da coloração, proveniente da reação dos íons ferro excedentes com o indicador, formando o complexo de ferro III  $[\text{Fe}(\text{SCN})_4(\text{OH}_2)]$ , de cor característica alaranjada, visível na figura 1.



**Figura 1.** coloração pós titulação.

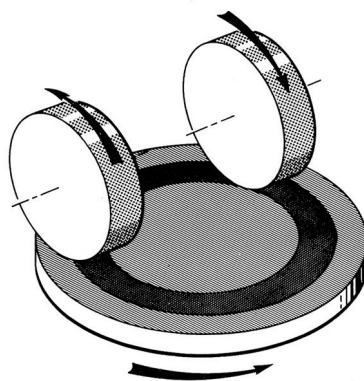
**Fonte:** Carranquinha, 2011.

### 2.2.3 Determinação da resistência à abrasão

Devido à falta de equipamentos específicos para determinação da resistência à abrasão das tintas mobiliárias, não foi possível utilizar a metodologia descrita na norma NBR 14940 ABNT. Então foi necessário realizar uma adaptação da norma internacional ASTM D4060, utilizada para os testes de resistência à abrasão em tintas de aplicação em superfícies metálicas.

Os corpos de prova (chapas metálicas) foram lixados com lixas de nº 120 até obter superfícies isentas de sinais de oxidação; em seguida as placas foram limpas com acetona e secas em estufa a 50°C. Em seguida foram aplicadas sucessivamente quatro camadas das tintas sobre as placas, seguido de secagem em estufa a 50°C por aproximadamente 48 horas.

Os testes de resistência à abrasão foram realizados no Laboratório de Tintas Líquidas da WEG tintas, no abrasímetro Taber® Rotary Abraser 5135. Cada placa (amostra) foi fixada no equipamento a uma plataforma giratória, conforme ilustrado na figura 2. Os testes foram realizados com a velocidade de rotação de 60 rpm com 1000 ciclos com as amostras submetidas a pressão de 250 g dos “rebolos” abrasivos que causam o desgaste uniformemente na amostra.



**Figura 2.** Movimento da plataforma giratória e dos rebolos abrasivos.

**Fonte:** TABER® Industries, 2017.

Os resultados são expressos pela massa perdida em miligramas, isto é a quantidade da tinta removida pelo teste de abrasão, de acordo com a equação (1):

$$M_p = M_{inicial} - M_{final} \quad (\text{Equação 1})$$

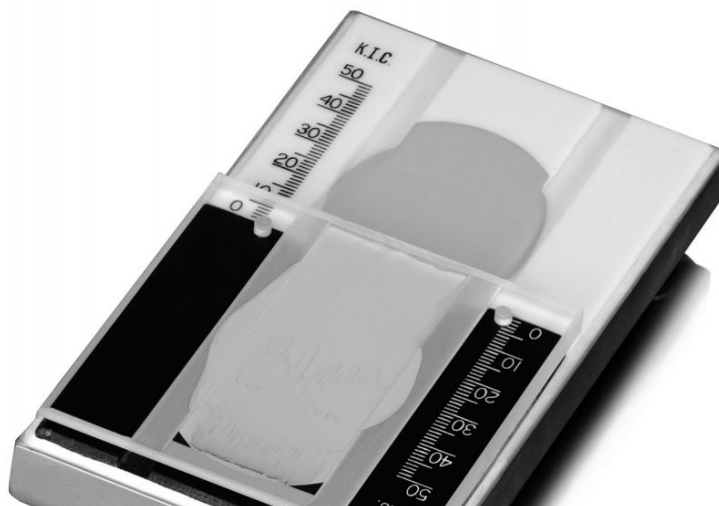
$M_p$  = Massa perdida.

$M_{inicial}$  = Massa da amostra antes do teste.

$M_{final}$  = Massa da amostra depois do teste.

#### 2.2.4 Determinação do poder de Cobertura

Devido à indisponibilidade do espectrofotômetro específico descrito na metodologia proposta pela norma NBR 14942 da ABNT, foi realizada a metodologia adaptada da norma internacional ASTM D2805, que tem como base a utilização do criptômetro de Pfund para analisar o poder de cobertura. A ilustração do equipamento pode ser observada na figura 3.



**Figura 3.** Criptômetro de Pfund.

**Fonte:** Adaptado de BYK Gardner USA, 2012.

O Equipamento é composto por uma placa base, metade em cor branca e outra em cor preta, ambas as cores coincidem em uma linha central, e, a partir desta, há uma escala de 0-50 mm para cada lado. Também fazem parte do equipamento, placas superiores com constantes de inclinação variadas, sendo a placa com  $K=0,0035$  a escolhida para a análise.

Para determinar o poder de cobertura, coloca-se entre 3 e 5 ml da tinta sobre a parte preta da placa base, e posiciona-se a placa superior sobre a amostra, de forma a preencher o sulco central, e, em seguida a placa é arrastada no sentido da parte preta, até que não seja mais possível observar a diferença entre as cores da placa base. O Resultado obtido é a

distância em milímetros da movimentação da placa superior em relação a medida central, que com o auxílio da tabela de conversão presente no anexo 1, é possível relacionar a distância percorrida com o poder de cobertura, e a espessura de filme necessário para tal resultado.

### **2.2.5 Tratamento de Resíduos**

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados no corpo receptor quando esses estiverem de acordo com as condições e padrões previstos no artigo de Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011). Sendo assim, os resíduos gerados pelos procedimentos laboratoriais foram tratados, pois não respeitavam a exigência do regulamento que prevê aos efluentes um pH entre 5-9.

O tratamento se iniciou com a adição de 300 g de hidróxido de cálcio na solução contendo os resíduos das titulações, para alcalinização e posterior precipitação dos íons na forma de hidróxidos ou sais. Com o resíduo sólido formado foi possível realizar a filtração do sistema, separando o precipitado sólido do líquido sobrenadante. Porém, o líquido resultante apresentava um pH alcalino, sendo necessária a sua correção até um valor próximo a 7,00, de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA, para em seguida efetuar o descarte.

## **3. Resultados**

Conforme descrito na metodologia, foram coletadas amostras de duas marcas de tintas e realizadas titulações redox e ensaios de resistência à abrasão e poder de cobertura com duas classes de tintas (*premium* e econômica), para cada marca.

### **3.1 Teor de dióxido de titânio presente nas tintas**

Nos procedimentos de extração foram utilizadas alíquotas de 10,0 mL das tintas, sendo realizados em duplicata e uma nova extração realizada nos resíduos das extrações, somando-se os dois valores no resultado final. No quadro 1 estão apresentados os valores das massas dos sólidos (expressos em g/10 mL de tinta), obtidos nas extrações realizadas com as tintas da marca A econômica (Ae) e premium (Ap) e com as tintas da marca B econômica (Be) e *premium* (Bp).

Amostra	Massa de sólido extraído (g/10 mL)
Ae1	7,6593
Ae2	7,7824
Ap1	5,1223
Ap2	5,5543
Be1	6,0564
Be2	6,1380
Bp1	5,1621
Bp2	5,2812

**Quadro 1.** Quantidades de sólidos extraídas das tintas das marcas A e B.

**Fonte:** Elaborada pelo grupo.

Para determinação dos teores de dióxido de titânio presentes nas tintas, foram realizadas titulações, utilizando alíquotas de 0,2000 g dos sólidos extraídos previamente das tintas da classe econômica e premium das marcas A e B. Nos quadros 2 e 3 estão apresentados os resultados relativos aos volumes do titulante sulfato de ferro III dodecahidratado ( $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) gastos nas titulações em replicata e os valores dos teores de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) presentes nas tintas, expressos em g/100 mL de tinta (% m/v).

Amostra	Volume de Titulante - $0,003 \text{ mol.L}^{-1}(\text{mL})$	Teor de $\text{TiO}_2$ (g/100 mL)
Ae1	8,2	0,751 %
Ae2	8,2	0,763 %
Be1	5,7	0,413 %
Be2	5,4	0,397 %

**Quadro 2.** Quantidade de Solução Titulante Utilizada e Quantidade de Dióxido de Titânio Obtida - Tinta A.

**Fonte:** Elaborada pelo grupo.

Amostra	Volume de Titulante - $0,006 \text{ mol.L}^{-1}(\text{mL})$	Teor de $\text{TiO}_2$ (g/100 mL)
Ap1	15,6	1,915 %
Ap2	15,5	2,063 %
Bp1	11,8	1,459 %
Bp2	11,5	1,455 %

**Quadro 3.** Quantidade de Solução Titulante Utilizada e Quantidade de Dióxido de Titânio Obtida-Tinta B.

**Fonte:** Elaborada pelo grupo.

### 3.1.1 Resíduos das Centrifugações

Com intuito de determinar uma margem de erro experimental, foi realizado o procedimento de extração dos resíduos gerados pelas centrifugação das amostras (sobrenadante). Por conta da baixa quantidade de dióxido de titânio obtidos dos resíduos gerados pelas centrifugações, a titulação não foi realizada, a qual necessitava de 0,20 g do sólido. Mesmo sendo convertidos os valores com as quantidades obtidas, a quantidade do sólido é desprezível.

### 3.2 Resistência à Abrasão

Os resultados obtidos através do procedimento realizado para a determinação da resistência à abrasão, estão apresentados no quadro 4. Os valores indicam a resistência da tinta com base na sua perda de massa após um período de 1000 ciclos no abrasímetro, utilizando 250 g de peso.

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Massa perdida (mg)
Ae	155,607	155,537	7
Ap	156,262	156,237	25
Be	156,729	156,648	81
Bp	155,034	154,991	43

**Quadro 4.** Perda de massa sob abrasão.

**Fonte:** Elaborada pelo grupo.

### 3.3 Poder de Cobertura

O procedimento de determinação do poder de cobertura, obteve as medidas iniciais referentes à distância percorrida, em milímetros, pela placa superior do criptometro de Pfund, em sua escala. Com base no Anexo 1, fornecido pelo fabricante do equipamento, podemos relacionar a distância percorrida pela placa de  $K=0,0035$  com o poder de cobertura em

$m^2 \cdot L^{-1}$ . Tais dados, bem como, a espessura do filme necessária à cobertura, podem ser observados no quadro 5.

Amostra	Distância Percorrida (mm)	Poder de Cobertura ( $m^2 \cdot L^{-1}$ )	Espessura do Filme (micrômetros)
Ae	43	6,615	147,955
Ap	13	21,093	45,5168
Be	50	5,684	175,006
Bp	15	19,012	52,5272

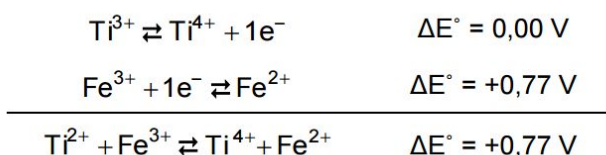
**Quadro 5.** Poder de Cobertura e espessura de filme necessária.

**Fonte:** Adaptado de BYK Gardner USA (2012).

#### 4. Discussões

Nas extrações realizadas com a tinta A com intuito de determinar o teor de dióxido de titânio, obteve-se maior quantidade do sólido a ser titulado, como nas tintas premium de ambas marcas obteve-se uma quantidade menor que as tintas classificadas como econômicas. Nos procedimentos de titulação foi utilizado uma quantidade maior de solução titulante nas amostras da tinta A, tanto a econômica quanto a premium, sendo comparadas as amostras da tinta B.

Nos processos para determinação de dióxido de titânio, devido a baixa quantidade de solução titulante utilizada para realizar as titulações dos testes iniciais, foi adaptado o procedimento sendo diluído 10 vezes a solução para titulação das tintas classificadas como premium e 20 vezes para titulação das tintas classificadas como econômicas. O procedimento de titulação consiste na reação de redução do ferro III para ferro II e oxidação do titânio III para titânio IV, como pode ser observado na equação abaixo. Assim, podendo calcular a quantidade de dióxido presente nas tintas, relacionando a molaridade da solução titulante com a quantidade de solução utilizada, após relacionando a quantidade de mols para massa molar do dióxido de titânio e por fim relacionar a quantidade de mols do extrato em 0,2 gramas para quantidade de extrato extraído.

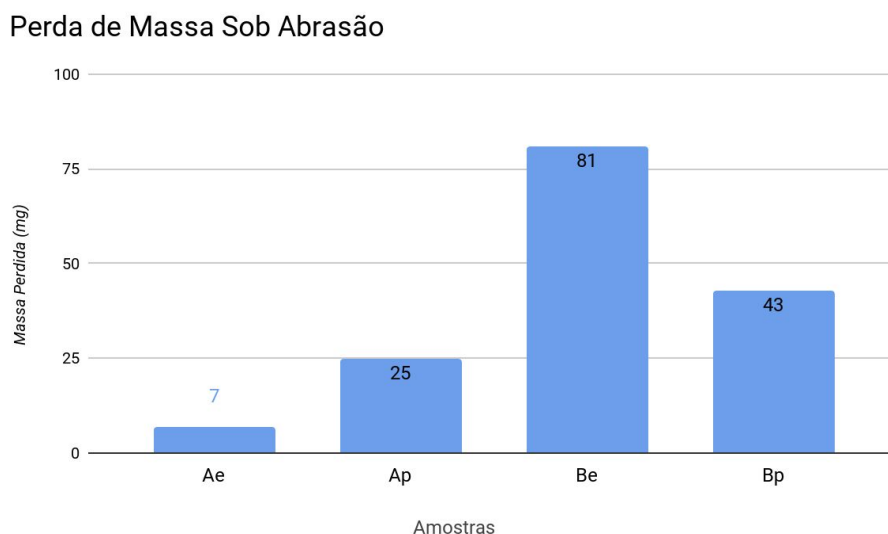


**Fonte:** Carranquinha, 2011.

A tinta A premium se destacou em relação às demais, apresentando uma porcentagem maior de  $\text{TiO}_2$ , pode-se observar que ambas as tintas premium apresentam uma porcentagem mais elevada em relação às tintas econômicas.

Nos testes de resistência à abrasão, as amostras da marca A, apresentaram um menor desgaste, porém, foi possível observar a formação de um aglomerado de coloração esverdeada sob as pedras de abrasão. Tal fato pode ter contribuído para a menor perda de massa da amostra, tendo em vista que a medida em que a pedra abrasiva passava sob a placa, o resíduo removido era novamente aglutinado pelo aglomerado. Como principal hipótese para a ocorrência desta anomalia, temos o possível excesso de umidade, advindo de uma secagem insuficiente da tinta.

Em exceção a isto, as demais análises ocorreram sem alterações, com a tinta Bp apresentando uma perda 47% menor em relação a tinta Be, como pode ser observado no Gráfico 1.

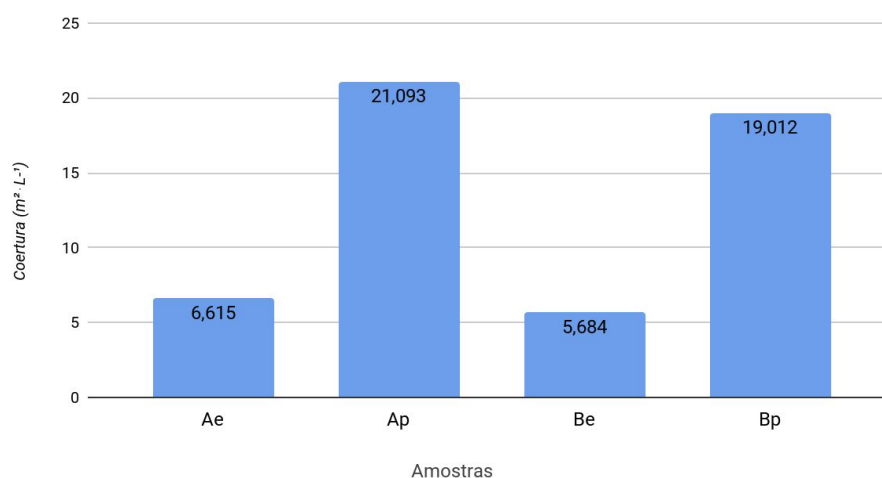


**Gráfico 1.** Perda de massa sob abrasão.

**Fonte:** Elaborado pelo grupo.

Ao analisarmos a variação do poder de cobertura entre as tintas de classe *premium* e Econômica, de ambas as marcas, é possível observar uma diferença média de 226,7% a mais para as tintas de classe *premium*, ou seja, estas contêm em média, 3,26 vezes mais dióxido de titânio do que tintas de classe econômica, tal incidência pode ser observada no Gráfico 2.

Poder de Cobertura



**Gráfico 2.** Poder de cobertura.

**Fonte:** Elaborado pelo grupo.

Ao compararmos os resultados da análise do teor de dióxido de titânio, com o poder de cobertura, foi constatado que, os resultados de ambos os testes foram diretamente proporcionais, sendo a tinta Ap detentora de: tanto o maior teor de dióxido de titânio, assim como o melhor poder de cobertura, respectivamente 1,98 % (m/v) e  $21,093 \text{ m}^2 \cdot 10^{-1}$ , de acordo com a Tabela 3.

**Tabela 3.** Resultados dos testes de teor de  $\text{TiO}_2$ , Poder de cobertura e Resistência à abrasão.

Amostra	Teor de Dióxido de Titânio (% m/v)	Poder de Cobertura ( $\text{m}^2 \cdot \text{L}^{-1}$ )	Perda de Massa por Abrasão (mg)
<b>Ae</b>	0,756	6,615	7
<b>Ap</b>	<b>1,980</b>	<b>21,093</b>	25
<b>Be</b>	0,404	5,684	81
<b>Bp</b>	1,450	19,012	43

**Fonte:** Elaborada pelo grupo.

Tendo em vista que os resultados são diretamente proporcionais, a tinta que obteve o menor teor de  $\text{TiO}_2$  - Be -, obteve o menor poder de cobertura e resistência à abrasão.

## 5. Considerações finais

Através dos resultados obtidos, conclui-se que a tinta que apresentou o maior teor de dióxido de titânio - Ap -, é conseqüentemente, aquela que tem um melhor poder de cobertura e a segunda melhor resistência a abrasão, entretanto, acredita-se que a tinta que obteve a melhor resistência à abrasão - Ae - só apresentou esse resultado devido a um possível erro experimental: a contaminação da placa de teste do abrasímetro. Sendo assim, a tinta Ap provavelmente também é detentora da melhor resistência a abrasão, visto que a tinta com menor teor de dióxido de titânio, também obteve o pior resultado em ambos os testes. Corroborando a primeira hipótese do projeto de pesquisa, na qual afirma que a tinta com maior teor de dióxido de titânio, apresenta uma melhor capacidade de cobertura e resistência a abrasão.

A segunda hipótese do projeto especula que as tintas *premium* possuem um maior teor de dióxido de titânio, essa também foi confirmada a partir dos resultados obtidos, os quais foram respectivamente, 1,989% e 1,457% (m/v) para as tintas *premium* das marcas A e B, enquanto os valores das tintas econômicas de marcas A e B foram respectivamente, 0,757% e 0,405% (m/v).

Ainda pode-se associar o teor de dióxido de titânio ao preço das tintas no mercado, visto que as tintas *premium* apresentam um maior teor, assim como um valor mais elevado. Essa diferença também se aplica às marcas, a tinta “A” tem um maior teor de dióxido de titânio em relação a tinta B, assim como tem um maior valor. Corroborando então, a terceira e última hipótese que afirma: os valores das tintas no mercado é diretamente proporcional ao teor de Dióxido de Titânio.

Em vista dos fatos mencionados, conclui-se que o teor de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) influencia diretamente nas características da tinta, como o seu poder de cobertura e sua resistência à abrasão.

## 6. Agradecimentos

Os agradecimentos são destinados aos ilustres colaboradores para com a execução do projeto. Principalmente ao nosso orientador Giovani Pakuszewski, quem nos orientou e auxiliou desde o início do projeto como um todo, e, sempre esteve aberto à tirar dúvidas durante a realização dos estudos. Aos estagiários do laboratório do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul, Gilliard Carvalho de Almeida, Marlon Wendel Valentim de Miranda e Nathalia Eger Junckes, que também auxiliaram durante a execução do projeto. À Sra. Cristiane Medeiros, Chefe do departamento de Desenvolvimento de Tintas e Isolantes do laboratório de P&D e aos profissionais do Laboratório de Tintas Líquidas, pela valorosa ajuda na execução dos testes de poder de cobertura e resistência à abrasão. E aos demais envolvidos na realização do projeto, nossos sinceros agradecimentos.

## 7. Referências Bibliográficas

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **ASTM D2805**: Standard Test Method for Hiding Power of Paints by Reflectometry. West Conshohocken: Astm International, 2011. 6 p. Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/D2805.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **ASTM D4060**: Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser. West Conshohocken: Astm International, 2011. 5 p. Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/D4060.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

ANGHINETTI, Izabel Cristina Barbosa. **Tintas, suas Propriedades e Aplicações Imobiliárias**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/90.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

BYK GARDNER USA. **Pfund Cryptometer Manual**. 2012. 9 p. Disponível em: <[https://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/manuals/physical/application/cryptometer/Pfund\\_Cryptometer\\_2011.pdf](https://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/manuals/physical/application/cryptometer/Pfund_Cryptometer_2011.pdf)> Acesso em: 9 jun 2017

BRASIL, **Resolução CONAMA nº430**, de 13 de maio de 2011. Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes. Publicado no D.O.U. em 16 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CAMARA, Renata de Cássia. **Extração do Óxido de Titânio de ilmenita sem a geração de resíduos tóxicos**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em:

<[http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/viewFile/103/105](http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/viewFile/103/105)>. Acesso em: 01 out. 2016.

CARRANQUINHA, Ana Cristina Guerreiro. **Determinação dos Teores de Cargas e Pigmentos, de Ligante e de Dióxido de Titânio**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química. Outubro/2011. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143094560/Tese%20Ana%20Cristina%20Carranquina.pdf>> Acesso em: 01 out. 2016.

INDUSTRIES, Taber. **Taber®Rotary Abraser 5135/5155: Wear and Abrasion Testing**. 2010. Disponível em: <<http://www.taberindustries.com/content/documents/Taber - Rotary Abraser 5135-5155 v3.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

INTERBRASIL SA (Santa Catarina). **O DIÓXIDO DE TITÂNIO**. 2016. Disponível em: <<http://www.interbrasilsa.com/o-dioxido-de-titanio/>>. Acesso em: 01 out. 2016.

LEAL, Rafael Lanzarini; SOUZA, Diego (São Leopoldo). Unisinos - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. **Os Componentes das Tintas: Propriedade Química das Tintas**. 2005. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfX3cAI/os-componentes-das-tintas>>. Acesso em: 01 out. 2016.

MELLO, V. M.; Suarez, P. A. Z. **As Formulações de Tintas Expressivas Através da História**. Rev. Virtual Quim., 2012, 4 (1), 2-12. Data de publicação na Web: 5 de março de 2012. Disponível em: <<http://www.lasallesaocarlos.com.br/quimica/218.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.

PEREIRA, Miguel AC; JALALI, Said; TORRALBA, Fernando Pacheco. **Argamassas aditivadas com dióxido de titânio: uma solução eficaz no combate aos graffitis**. 2009.

SALEIRO, G. T. et al. Avaliação das fases cristalinas de dióxido de titânio suportado em cerâmica vermelha (Evaluation of the crystalline phases of supported titanium dioxide in red ceramic). **Cerâmica**, v. 56, p. 162-167, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v56n338/v56n338a11.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

SANTOS, Juarez Fontana. **Relatório Técnico 36: Perfil do Titânio**. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P16\\_RT36Perfil\\_do\\_Titxnio.pdf/90cfddec-0e1b-44bf-a01d-9e781507baeb](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P16_RT36Perfil_do_Titxnio.pdf/90cfddec-0e1b-44bf-a01d-9e781507baeb)>. Acesso em: 01 out. 2016.

VELOSO, Luana de Andrade. Instituto de Tecnologia do Paraná. **Corantes e Pigmentos**. 2012. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTcwOA==>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

## 8. Anexos

TABLE 1. WET HIDING POWER AND WET FILM THICKNESS				
Cryptometer Setting	No. 3.5 Top Plate K = 0.0035			
	Hiding Power		Thickness	
(mm)	(M <sup>2</sup> /L)	(ft. <sup>2</sup> /gal.)	(microns)	(mils)
1	284,69	11.620	3,5052	0,138
2	142,345	5.810	7,0358	0,277
3	94,9375	3.875	10,4902	0,413
4	71,246	2.908	14,0208	0,552
5	56,987	2.326	17,5006	0,689
6	47,481	1.938	21,0058	0,827
7	40,719	1.662	24,511	0,965
8	35,623	1.454	28,0162	1,103
9	31,654	1.292	31,496	1,24
10	28,469	1.162	35,0266	1,379
11	25,921	1.058	38,5064	1,516
12	23,765	970	42,037	1,655
13	21,903	894	45,5168	1,792
14	20,335	830	49,022	1,93
15	19,012	776	52,5272	2,068
16	17,787	726	56,007	2,205
17	16,758	684	58,9788	2,322
18	15,827	646	62,992	2,48
19	14,994	612	66,548	2,62
20	14,259	582	70,0278	2,757
21	13,573	554	73,4568	2,892
22	12,936	528	76,9874	3,031
23	12,397	506	80,518	3,17
24	11,858	484	84,074	3,31
25	11,417	466	87,503	3,445
26	10,976	448	91,059	3,585
27	10,535	430	94,488	3,72
28	10,192	416	98,044	3,86
29	9,8	400	101,6	4
30	9,506	388	104,902	4,13
31	9,212	376	108,458	4,27
32	8,918	364	112,014	4,41
33	8,624	352	115,57	4,55
34	8,379	342	118,999	4,685
35	8,134	332	122,428	4,82
36	7,938	324	123,444	4,86
37	7,693	314	129,54	5,1
38	7,497	306	133,096	5,24
39	7,301	298	136,398	5,37
40	7,105	290	139,954	5,51
41	6,958	284	143,51	5,65
42	6,762	276	146,812	5,78
43	6,615	270	147,955	5,825
44	6,468	264	154,178	6,07
45	6,321	258	157,48	6,2
46	6,1985	253	161,036	6,34
47	6,0515	247	164,592	6,48
48	5,929	242	168,148	6,62
49	5,8065	237	171,704	6,76
50	5,684	232	175,006	6,89

**Anexo 1.** Quadro de conferência Poder de cobertura

**.Fonte:** BYK Gardner USA, 2012.