

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Campus Jaraguá do Sul

Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado)

Evelyn Gabrielle Pommerening

Guilherme Muller Keiser

Layna Eduarda Rhode

Raíssa Martenechen Stephani

Vinicius Souto Maior

ANÁLISE DO TEOR DE DIÓXIDO DE TITÂNIO PRESENTE NAS TINTAS

JARAGUÁ DO SUL

2016

Evelyn Gabrielle Pommerening

Guilherme Muller Keiser

Layna Eduarda Rhode

Raíssa Martenechen Stephani

Vinicius Souto Maior

ANÁLISE DO TEOR DE DIÓXIDO DE TITÂNIO PRESENTE NAS TINTAS

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina - câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Prof. Giovani Pakuszewski

Coordenadora: Profa. Ana Paula Duarte Souza

JARAGUÁ DO SUL

2016

SUMÁRIO

1 TEMA	5
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	5
3 PROBLEMA	5
4 HIPÓTESES	5
5 OBJETIVOS	5
5.1 OBJETIVO GERAL	5
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
6 JUSTIFICATIVA	6
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
7.1 TINTAS	7
7.1.1 Histórico	7
7.2 COMPONENTES DAS TINTAS	8
7.2.1 Pigmentos	8
7.2.1.1 Pigmentos Brancos	9
7.2.2 Resinas	9
7.2.3 Solventes	10
7.2.3.1 Tintas à base de água	10
7.2.4 Aditivos	11
7.3 PODER DE COBERTURA	11
7.3.1 PVC	12
7.4 DIÓXIDO DE TITÂNIO	13
7.4.1 Propriedades Físico-Químicas do Dióxido de Titânio, conforme Brisco (2012)	13
7.5 MINERAL DO DIÓXIDO DE TITÂNIO	14
7.5.1 Produção de Dióxido de Titânio a partir do mineral Rutilo.	14
7.5.2 Produção de Dióxido de Titânio a partir do mineral Ilmenita.	15
8 METODOLOGIA	16
8.1 SELEÇÃO DAS TINTAS	16
8.2 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE TITÂNIO	17
8.2.1 Coleta de amostras	17
8.2.2 Preparação para a titulação	18
8.1.3 Titulação	19
8.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DAS TINTAS	20
8.4 METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO PODER DE COBERTURA	21
8.4.1 Aparelhagem e materiais necessários	21
8.4.2 Procedimento para preparação dos corpos de prova	22
8.4.3 Procedimento de teste	22
8.4.4 Primeira utilização do rolo	22

8.4.5 Aplicação	24
8.4.6 Obtenção de resultados	24
8.4.7 Cálculo massa específica das tintas, de acordo com a ABNT NBR 5829.	25
8.5 METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO ÚMIDA	25
8.5.1 Aparelhagem, materiais e reagentes	26
8.5.2 Preparação do corpo de prova	29
8.5.3 Procedimentos do teste	29
8.5.4 Expressão dos resultados	30
8.5.5 Composição, preparo e especificações da pasta abrasiva	31
8.5.5.1 Composição	31
8.5.5.2 Preparação da pasta	32
8.5.5.3 Especificações	32
8.6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	33
9 CRONOGRAMA	33
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 TEMA

Análise do teor de Dióxido de Titânio presente nas tintas

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Analisar qualitativamente a resistência à abrasão e quantitativamente o poder de cobertura e o teor de dióxido de titânio presente nas tintas brancas a base de água das (marcas).

3 PROBLEMA

O teor de dióxido de titânio presente nas tintas influencia em seu poder de cobertura e resistência à abrasão?

4 HIPÓTESES

- A tinta com maior teor de dióxido de titânio apresenta uma melhor capacidade de cobertura e melhor resistência a abrasão.
- Tinta que garante melhor qualidade possui um maior teor de dióxido de titânio.
- Os valores das tintas no mercado é diretamente proporcional ao teor de Dióxido de Titânio.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer o teor de dióxido de titânio presente nas tintas brancas.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o dióxido de titânio presente nas tintas a base de água;
- Comparar o teor de dióxido de titânio entre as tintas mais consumidas no mercado;
- Relacionar a quantidade do teor de dióxido de titânio presentes nas tintas com o poder de cobertura e abrasividade.

6 JUSTIFICATIVA

A finalidade do uso de uma tinta sobre uma superfície pode ser a proteção dessa superfície ou o seu embelezamento. A tinta também pode ser usada como forma de expressão de ideias ou sentimentos, seja na impressão de um texto ou na criação de obras de arte (MELLO; SUAREZ, 2012). Sabe-se que a tinta tem uma alta variedade de aplicação, bem como uma alta variedade de formulações, cada uma específica para um diferente material ou ocasião, ou seja, os compostos presentes na tinta influenciam diretamente na função que a tinta irá exercer.

Dentre os vários compostos que diferem o propósito da tinta, optou-se por pesquisar o dióxido de titânio (TiO_2) presente nas tintas a base de água das principais marcas do mercado, pois o dióxido de titânio é o pigmento branco mais utilizado na fabricação de tintas, devido ao seu brilho e alto índice de refração ($n = 2,7$), onde é superado por poucos materiais. Outro fator para sua escolha foi a sua utilização, mais de 4 milhões de toneladas de TiO_2 são consumidas anualmente em todo o mundo (SRI Consulting, CEH Report – Titanium dioxide, 2004).

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (Abrafati) o Brasil teve um faturamento líquido de R\$ 4,075 bilhões em 2014, com isso o setor de tintas brasileiro ocupou a quinta posição no ranking global de vendas do produto. Cerca de 62% desse valor (R\$ 2,543 bilhões) vêm do setor imobiliário, que reúne tintas para a parede, piso, teto e demais detalhes. Essa alta porcentagem se deve a explosão imobiliária que ocorreu em 2009 no Brasil, o mercado viu os números subirem progressivamente ano a ano, tendo no triênio 2010-2013 sua maior alta.

As reservas lavráveis de Titânio, segundo Santos (2010), se encontram na forma de ilmenita e rutilo, sendo que os depósitos mais importantes de ilmenita no Brasil se encontram no estado da Paraíba, que acumula 64% das reservas brasileiras registradas, as quais garantem a produção para os próximos 15 anos, mantendo o nível atual de exploração. Com essa alta quantidade de ilmenita no Brasil a produção de TiO_2 também vem crescendo progressivamente no país.

Em virtude dos fatos e dados mencionados entende-se que o projeto de pesquisa sobre a análise do teor de TiO_2 presente nas tintas é de grande importância para relacionar a sua

concentração com as respectivas características da tinta. Essa possibilidade, somada ao crescimento do mercado brasileiro de tintas, justifica o estudo do teor de TiO_2 nas tintas.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 TINTAS

A tinta, conforme Mello et. al. (2012), é um composto formado por partículas aglomeradas que atribuem cor a uma superfície, dentro deste contexto pode ser identificado seu uso associado a pré história, nos últimos trinta mil anos, nômades usaram das tintas como forma de se expressar, hoje são chamadas de pinturas rupestres, mas apenas as inorgânicas sobreviveram. Diferentes componentes se deram importantes em sua produção, os quais dependiam do desenvolvimento cultural, tecnológico e científico das sociedades que as usavam. Os diversos materiais utilizados, eram geralmente provindos da natureza, mas com o entendimento científico se deram distintas formulações.

7.1.1 Histórico

As tintas, segundo Santos et. al. (2012), são de origens pré-históricas, seu uso início quando antigos habitantes da terra “pintavam” os acontecimentos com figuras coloridas em paredes de cavernas, essas tintas eram constituídas por terra ou argila suspensas em água. Por volta de 1500 a.C. os Egípcios desenvolveram a arte de pintar, com uma grande variedade de cores. Em 1000 a.C. foi descoberto o precursor dos vernizes atuais, com uso de resinas naturais ou cera de abelhas como principal componente para formação do verniz.

Conforme Santos et. al. (2012), no Brasil o histórico industrial das tintas e vernizes iniciou-se em 1886. No início do século XVI, quando Pedro Álvares Cabral embarcou nas caravelas em destino as terras do atual Brasil, cujo nome deu-se em observação nas árvores, semelhante à outra já conhecida no Oriente, o pau-brasil, a qual se extrai uma substância corante utilizada em tinturaria. No final do século XVI, os portugueses começaram a investir em tintas, vernizes e revestimentos para construção naval, onde criaram o estaleiro¹ de Ribeira de Naus, em Salvador, utilizando o “breu de frecha”, extraído das árvores sincatã e anani, na calafetagem de naus.

¹ Local onde se constroem ou reparam navios

A indústria brasileira de tintas, de acordo com Santos et. al. (2012), iniciou-se em duas etapas, a primeira na cidade de Blumenau, em Santa Catarina e a segunda na cidade de Rio de Janeiro. Apesar dos 18 anos e os mil quilômetros que separam as duas iniciativas, não representam muita diferença, considerando as semelhanças de seus empreendedores e realizações.

7.2 COMPONENTES DAS TINTAS

Segundo Anghinetti (2012), as tintas são compostas por quatro elementos: os pigmentos, as resinas, os solventes e os aditivos. Os pigmentos concedem o poder de cobertura e a cor desejada para 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.

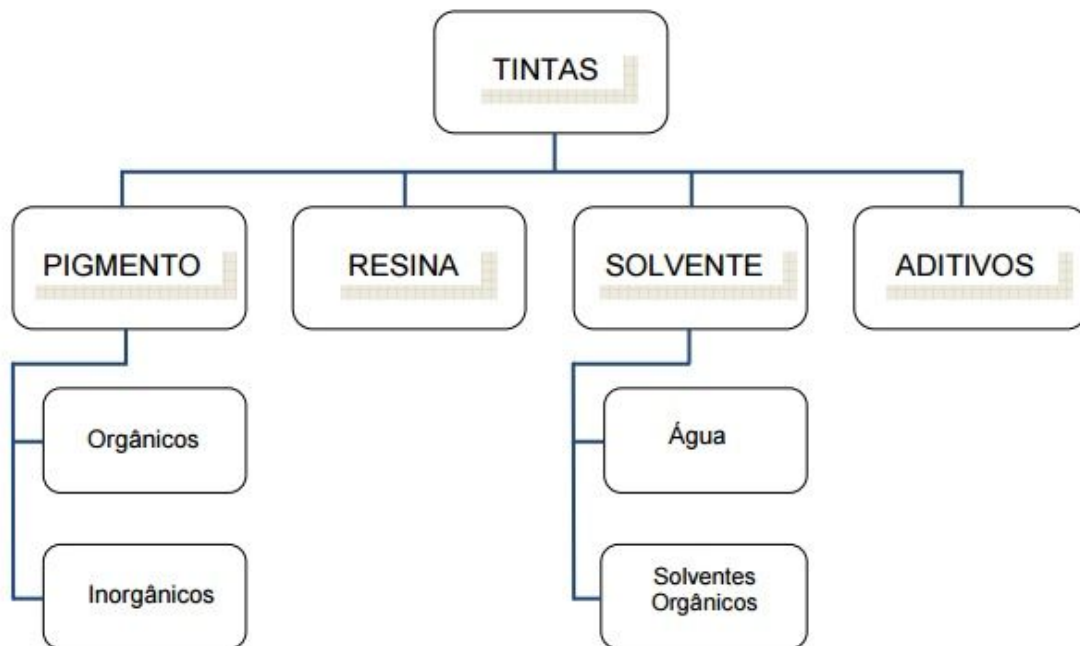


Figura 1. Composição geral das tintas

Fonte: Anghinetti, 2012, p. 15.

7.2.1 Pigmentos

Segundo Branco (2016), na composição das tintas, os pigmentos possuem utilidades que vão além de apenas conferir cor. Eles também são úteis para dar consistência e para

ajudar a tinta a secar. Muitos pigmentos são usados tanto em tintas à base de solventes como à base de água.

‘Os pigmentos são substâncias sólidas, finamente divididas, partículas entre 0,05 μm e 5 μm , não voláteis e insolúveis (com exceção do corante) no meio. Material utilizado com a finalidade de promover cor, opacidade, consistência, durabilidade e resistência à tinta.’ (Anghinetti, Isabela Cristina Barbosa, p.15, 2012)

Conforme Anghinetti (2012), os pigmentos podem ser orgânicos, que são substâncias corantes que não possuem funções anticorrosivas, alguns exemplos de pigmentos orgânicos são: as ftalocianinas azuis e verdes, quinacridonas violeta e vermelha, perileno vermelho, toluidina vermelha, aril amídicos amarelos, etc. ou podem ser inorgânicos, que são todos os pigmentos brancos, cargas e uma faixa de pigmentos coloridos, sintéticos ou naturais.

7.2.1.1 Pigmentos Brancos

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), os pigmentos brancos mais conhecidos são: Dióxido de titânio, Óxido de zinco, Litopônio ($\text{ZnS} + \text{BaSO}_4$), Sulfeto de zinco e Óxido de antimônio. O principal pigmento branco utilizado em tintas é o dióxido de titânio (TiO_2), que possui aplicações nas ciências da vida, em biotecnologia, na área farmacêutica e nas indústrias de cosméticos. Quando é usado como um pigmento, é chamado de titânio branco, pigmento branco 6 ou CI 77891 (SAAD, 2016). Além da propriedade de branquear o meio tem a habilidade de dispersar a luz visível e assim dar o brilho, alvura e opacidade (INTERBRASIL, 2016).

Conforme Branco (2016), a tinta obtida com esse pigmento tem propriedades fungicidas (combate à formação de fungos), inibidor de corrosão e bloqueador de manchas. Também o sulfeto de zinco (que forma três minerais, a esfalerita, a matraíta e a wurtzita) pode ser usado para obter pigmento de cor branca.

7.2.2 Resinas

De acordo com Anghinetti (2012), a resina é a parte não-volátil da tinta, é um ligante que adere às partículas dos pigmentos, assim formando uma película íntegra, essa formação está relacionada com o mecanismo de reações químicas do sistema polimérico.

Resina, conforme Anghinetti (2012), é o componente mais importante da tinta, pois através das características da resina que se classifica o nome das tintas, como por exemplo: tintas vinílicas, tintas alquídicas, entre outras. A escolha da resina é um parâmetro importante para a especificação da tintas.

7.2.3 Solventes

O solvente é um veículo volátil, de baixo ponto de ebulição, incolor e neutro. (Anghinetti, p. 19, 2012). É capaz de solubilizar as resinas, segundo Anghinetti (2012), formando uma mistura homogênea, facilitando a aplicação das tintas e aumentando sua aderência ao substrato. Os solventes apresentam inflamabilidade, toxicidade e forte odor, mantém os pigmentos e resinas dispersas ou dissolvidas em estado fluido. Após a aplicação da tinta, a porção líquida evapora de forma gradual, através de solventes com pontos de ebulição diferente, assim controlando a evaporação, evitando o escorrimento da tinta e possibilitando a correção de imperfeições.

Nas tintas a base de água, de acordo com Anghinetti (2012), o solvente é substituído pela água, sendo usado como um agente coalescente para formação adequada da película, controlando a evaporação da água. Uma grande vantagem nas tintas a base de água, é a melhor condição de salubridade por ser inodora e não ser inflamável.

7.2.3.1 Tintas à base de água

As tintas à base de água utilizam água como ingrediente primário, que age como veículo para depositar o colorante (corante ou pigmento) nos substratos. Emitem menos compostos orgânicos voláteis que as tintas à base de solvente, e são as mais utilizadas por não afetar a saúde e o meio ambiente (VINILSUL, 2010).

Segundo Leal e Souza (2005), as tintas à base de água são geralmente feitas com ligantes que são dispersões de partículas sólidas de resina sintética em água. Este Tipo de dispersão é chamado látex, a partir deste termo que vem as conhecidas “tintas de látex”. Na

medida em que a tinta seca, as partículas de ligante se aproximam cada vez mais entre si. Em seguida, unem-se, englobando as partículas de pigmento, e formam um filme contínuo e resistente, inclusive à água. Essa aproximação das partículas de ligante é chamada *coalescência*². Isso constitui o processo de formação de um filme contínuo.

7.2.4 Aditivos

Segundo Anghinetti (2012), os aditivos compreendem uma grande quantidade de componentes, quando incorporados às tintas em baixas proporções (menores que 5%), conferem-lhe propriedades importantes. Os aditivos baseados em suas funções são: secantes, catalisadores, antipeles, espessantes, antiescorrimento, surfactantes, dispersantes, antiespumantes, nivelantes, biocidas e estabilizantes de ultravioleta.

7.3 PODER DE COBERTURA

Segundo Castro (2009), o poder de cobertura é um aspecto de aparência intimamente ligado com a opacidade do revestimento. Definido como a propriedade que o revestimento ou tinta possui de encobrir a superfície sobre a qual foi aplicada. E isso, depende da habilidade do filme em absorver e/ou espalhar a luz, evitando que a mesma, alcance o substrato. A maior parte da luz que penetra no filme é refletida e refratada muitas vezes antes de escapar da superfície do filme como luz refletida ou ser absorvida pelo substrato (Fazenda,1993).

Conforme Rhodes (1950), pode-se definir como a capacidade da tinta em obstruir a transmissão da luz visível, sendo uma propriedade de grande importância, dependente de fatores como a relação entre o índice de refração do pigmento e do meio o qual está disperso, da porcentagem de pigmentos na tinta, da forma e estrutura da partícula de pigmento.

Desta forma a capacidade de cobertura de uma tinta está relacionada com o índice de refração do pigmento. O qual indica a capacidade de desviar feixes de luz. de acordo com a Figura 2, temos os Índices de refração dos principais pigmentos.

² *coalescência*: Fusão, união, junção ou aderência do que estava separado.

Mineral	Índice de Refração
Anatásio – TiO ₂	2.488
Rutilo – TiO ₂	2.609
Caulim – Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1.55 – 1.57
Carbonato de Cálcio - CaCO ₃	1.48 – 1.65
Agalmatolito - Al ₂ O ₃ .4SiO ₂ .H ₂ O	Mistura de minerais
Filito	Mistura de minerais
Dolomita - CaMg(CO ₃) ₂	1.5

Figura 2. Índice de refração dos principais pigmentos.

Fonte: Castro, 2009.

7.3.1 PVC

De acordo com Castro (2009). Ainda com respeito à formação do filme em tintas de emulsão, este item apresenta características bastante significativas para se atingir uma boa performance na formulação.

Em relação, ao PVC – Pigment Volume Concentration (Concentração de Pigmento por Volume), pode-se dizer que é um dos parâmetros mais utilizados para associar a formulação ao desempenho das tintas. É definido como sendo a fração volumétrica percentual do pigmento e/ou cargas sobre o volume total de sólidos do filme que inclui a resina:

$$PVC = \frac{V_p}{V_p + V_v}$$

Onde:

- V_p = o volume de pigmento/carga
- V_v = volume de veículo não-volátil (resina).

Sendo que, “volume de pigmentos” inclui o volume de pigmentos e cargas minerais, enquanto que o “volume de veículo não-volátil” compreende a resina, aditivos e outros não-voláteis (Ciullo, 1996).

7.4 DIÓXIDO DE TITÂNIO

O Dióxido de Titânio (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 absorção de $\lambda = 365 \text{ nm}$, tornando atrativo para diversas aplicações como melhoramento do brilho, opacidade e alvura nas indústrias de tintas. O TiO_2 favorece, através de oxidações diretas e indiretas, mecanismos de mineração total de compostos orgânicos considerados de risco ao meio ambiente.

Segundo Saleiro et al (2010) este composto não apresenta toxicidade em meio cristalino e é estável quimicamente, assim, sua utilização vem crescendo. Por ser um material foto estável sua aplicação como agente oxidante foi ampliada para o uso na biorremediação de áreas poluídas.

O dióxido de titânio, de acordo com Pereira, Jalali e Torgal (2009), é um material semicondutor com capacidade fotocatalítica, durante o processo de absorção de raios ultravioletas da luz solar. Apresenta uma microestrutura mais densa e são menos impermeáveis. Para Carranquilha (2011), o TiO_2 possui alto poder de fixação, cerca de uma tonelada de TiO_2 sintético, produz 3,5 toneladas de rejeitos tóxicos.

7.4.1 Propriedades Físico-Químicas do Dióxido de Titânio, conforme Brisco (2012)

- Estado físico: Sólido
- Aparência: Branco
- Odor: Inodoro
- pH: 6,5 – 8,0
- Densidade de vapor: Não aplicável
- Taxa de evaporação: Insignificante
- Viscosidade: Não disponível
- Ponto de Ebulição: 4532 - 5432 °F (2500°C - 3000°C)
- Ponto de Fusão: 3326 - 3362°F (1830°C - 1850°C)
- Solubilidade: Insolúvel em água
- Densidade: 3,84 – 4,26 g/cm^3 (sendo água=1)
- Fórmula molecular: TiO_2

- Peso Molecular: 79,8788 g/mol
- Inflamabilidade: Não aplicável.

7.5 MINERAL DO DIÓXIDO DE TITÂNIO

De acordo com Saleiro et. al. (2010), o TiO_2 pode ser encontrado em três formas cristalinas: anatásio, rutilo e bruquita; estas formas podem ser minerais naturais ou podem ser sintéticas. O anatásio e bruquita são fases metaestáveis que se transformam exotermicamente e irreversivelmente para o rutilo, sendo uma fase estável. Conforme Santos (2010), o rutilo é um mineral escasso, apresenta-se na cor vermelha e castanha-avermelhada a preto, cristaliza-se no sistema tetragonal, tem brilho adamantino a submetálico, dureza 6,00 a 6,50, massa específica 4,18 a 4,25 g/cm^3 . Sendo um mineral sub translúcido, podendo conter até 10% de impurezas. O rutilo possui um índice de refração maior que o diamante, mas é muito macio para ser usado como pedra preciosa (RODRIGUES et. al. (s.d.)).

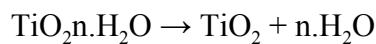
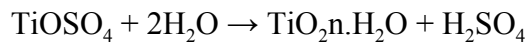
Outra forma de obter Dióxido de Titânio, segundo Camara (2011), é o mineral Ilmenita, sendo um titanato de Fe II ($FeTiO_2$) podendo apresentar variáveis de Fe(III) e outros elementos, como Alumínio, Cálcio, Cromo, Magnésio, Manganês, Nióbio, Fósforo, Silício e Vanádio.

‘Ilmenita é o mineral de titânio de ocorrência mais comum e abundante. Apresenta-se na cor preta do ferro, cristalização hexagonal, romboédrica. Teoricamente possui 53% de TiO_2 e 47% de Fe; pode conter pequenas quantidades de magnésio e manganês e, em muitos casos, até 6% em peso de Fe_2O_3 . É um mineral opaco, brilho submetálico, dureza entre 5,0 e 6,0, possui massa específica entre 4,10 e 4,80 g/cm^3 , pode ser magnética sem aquecimento’. (Juarez Fontana dos Santos; 2010, Relatório Técnico 26, p. 5)

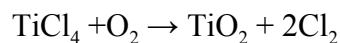
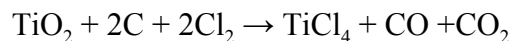
Praticamente toda Ilmenita produzida na mina, conforme Ferreira (2006), é utilizada para produção de pigmentos. A exigência para essa produção é de que o concentrado final de ilmenita, tenha no mínimo um teor de 53% de TiO_2 e um teor máximo de 0,1% de P_2O_5 .

7.5.1 Produção de Dióxido de Titânio a partir do mineral Rutilo.

De acordo com a Intelbrasil (2016), a produção de TiO₂ pode ocorrer através de dois métodos: a Sulfonação, sendo um processo, o qual passa pela reação do mineral de TiO₂ com ácido sulfúrico e com sulfato de titanila, resultando em óxido hidratado, o qual é calcinado a 900°C, após este processo o produto pode ser moído e embalado ou passar por um tratamento superficial para melhorar suas propriedades, com dispersibilidade e durabilidade. As reações químicas que ocorrem neste processo são:



Este processo, conforme a Intelbrasil (2016), é utilizado por mais de um século, sendo bem conhecido pelo fato de possuir uma constância de qualidade e o segundo processo é a Cloração, a qual foi desenvolvida em laboratório em 1920 porém só começou a ser utilizado nas produções industriais em 1950. Neste processo o mineral refinado é reagido com cloro gasoso em presença de coque formando tetracloreto de titânio líquido. Após a destilação, é oxidado na fase vapor, formando dióxido de titânio, o qual passa por um processo de tratamento de superfície. As reações que ocorrem neste processo são:

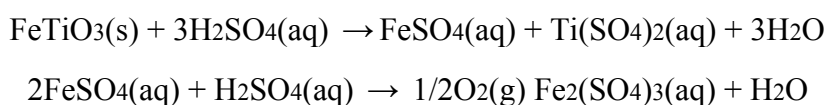


O rutilo natural, para Intelbrasil (2016), é encontrado em concentrações de 90% a 98%, sendo uma concentração alta, a qual faz com que o rutilo seja muito eficaz como matéria prima. O processo por Cloração necessita que a concentração do minério seja maior de 90%. A rota de produção por Cloração abrange com grande qualidade indústrias de papel, papéis laminados, tintas, plásticos, entre outros. Este meio produz poucos efluentes em comparação a rota de Sulfonação, porém o custo de produção é muito maior por via do grande gasto de energia (cerca de 30 MJ por tonelada).

7.5.2 Produção de Dióxido de Titânio a partir do mineral Ilmenita.

A ilmenita exige para sua abertura a utilização de processos drásticos, tais como digestão com ácidos concentrados a quente, fusão com substâncias de caráter ácido, alcalinas redutoras ou complexantes. (SILVA, 2008)

O principal método de produção do TiO₂, segundo Silva (2008), é o chamado processo sulfato (hidrólise térmica), o qual utiliza H₂SO₄ concentrado. Suas principais etapas da produção são: abertura do minério, clarificação e filtração, hidrólise térmica, lavagem e filtração, secagem e calcinação, acabamento e moagem. O controle de temperatura é essencial neste processo porque a digestão da ilmenita é fortemente exotérmica. Reações do processo de digestão, através de reações oxidantes e elevadas temperaturas:



De acordo com Silva (2008), a separação do Ferro do Titânio contidos no minério, é a principal etapa para obtenção de Dióxido de Titânio em alta pureza. Soluções de abertura clorídrica aquecidas à ebulição provocam a hidrólise do Titânio IV precipitando TiO₂, a hidrólise é facilitada pela adição de Ácido Sulfúrico (H₂SO₄).

8 METODOLOGIA

A metodologia tem como objetivo esclarecer os procedimentos necessários para a realização das análises nas amostras de tinta. sendo elas: Concentração de dióxido de titânio; Poder de cobertura; e Resistência à abrasão.

Bem como seleção das mesmas de acordo com a disponibilidade no comércio local e as características apresentadas.

As metodologias de poder de cobertura e resistência a abrasão foram baseadas em normas da associação brasileira de normas técnicas (ABNT), sendo sendo elas NBR 14942 e NBR 14940 respectivamente.

8.1 SELEÇÃO DAS TINTAS

As tintas serão selecionadas de acordo com suas propagandas, preços e disponibilidade em uma loja local, a compra será baseada nas hipóteses para realização dos procedimentos.

8.2 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE TITÂNIO

Esta metodologia é baseada numa reação de oxirredução, em que a oxidação de alumínio leva à redução do dióxido de titânio, permitindo a sua determinação através de uma titulação. E tem como princípio a metodologia elaborada por Carranquinha (2011).

8.2.1 Coleta de amostras

As amostras são obtidas a partir do método de centrifugação, onde são separados ligantes e pigmentos. São realizadas 5 centrifugações de uma amostra de tinta de 10 mL, utilizando uma rotação de 2000 rpm por um período de 20 minutos a cada centrifugação. Nas duas primeiras centrifugações é feita a adição de 10 mL de água, para diluir a tinta e facilitar a formação de fases, já as duas titulações seguintes são feitas utilizando 7 mL de uma solução de solvente com tolueno e cetona (1:1). A última centrifugação é feita com a adição de 7 mL de éter dietílico, para realizar a lavagem da amostra. Como pode ser observado na figura 3.



Figura 3. Separação de fases nas amostras.

Fonte: Carranquinha, 2011.

Ao término de cada centrifugação, é feita a retirada do sobrenadante, após realizadas as cinco centrifugações a amostra segue para secagem em estufa por aproximadamente 6

horas, onde todo o solvente é evaporado. Então é coletada uma amostra de 0,2 g do resíduo sólido presente nos tubos de ensaio.

8.2.2 Preparação para a titulação

É preparada a solução titulante de sulfato de ferro(III) amoniacal hidratado $[\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 0,06 M em meio ácido com adição de permanganato de potássio (KMnO_4), gota a gota, até se obter uma cor rosa.

O ataque das amostras é feito inicialmente com sulfato de amônio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (7 g), em meio ácido ($\text{pH} \approx 1$), através da adição de 20 ml de HCl e 20 ml de H_2SO_4 , de modo a dar-se a digestão ácida do dióxido de titânio tornando possível a sua quantificação. Em seguida, a amostra é diluída com 120 ml de água destilada, para ser posteriormente feita reagir com 1 g de alumínio metálico.

Para que a reação entre Ti(IV) e o alumínio metálico origine unicamente Ti(III) , a solução não pode manter contato prolongado com o oxigênio atmosférico para que este não re-oxide. Para isso, cria-se de uma atmosfera inerte, recorrendo a um tubo em U mergulhado numa solução de bicarbonato de sódio saturada contida num segundo erlenmeyer, como pode ser observado na figura 4.



Figura 4. Atmosfera inerte com tubem em formato “U”.

Fonte: Carranquinha, 2011.

Após a dissolução reativa do alumínio, a temperatura e, conseqüentemente, a pressão diminuem, o que faz com que parte da solução de bicarbonato de sódio seja transferida pelo

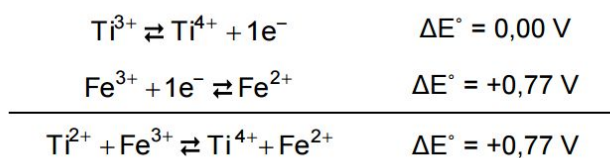
tubo em U para a solução onde se encontra a amostra. Ocorrendo a decomposição térmica do bicarbonato, em gás carbônico e água.

Em seguida, a solução com o alumínio “dissolvido” é colocada numa placa de aquecimento, mantendo-a sob ebulição durante 5 minutos de modo a completar a reação de oxidação do alumínio eliminando quaisquer vestígios sólidos. A solução é, depois, arrefecida até 60 °C, num banho termostatizado. Após o arrefecimento, o tubo em U é removido, e a titulação tem de ser feita de imediato para evitar que o oxigénio atmosférico oxide o titânio.

Obs.: Como o indicador redox utilizado, 2 ml de tiocianato de amônio (NH₄SCN) ca. 3,22 M, se decompõe a temperaturas superiores a 70 °C, para que tal não aconteça, este só é adicionado à amostra imediatamente antes da titulação.

8.1.3 Titulação

Durante a titulação ocorrem as seguintes semirreações e reação global de oxi-redução:



Na solução titulante, existe Fe(III) na forma aquo-complexo [Fe(OH₂)₆]³⁺ que, com a titulação, reage com o Ti(III) presente na solução da amostra. A medida em que deixa de existir Ti³⁺, existindo apenas Ti(IV), o Fe(III) excedente irá ser complexado pelo o ion tiocianato (proveniente do indicador tiocianato de amônio), formando-se o complexo de ferro(III) [Fe(SCN)₄(OH₂)], que apresenta uma cor laranja intensa, indicando assim o final da titulação. Variação da coloração pode ser observada na figura 5.

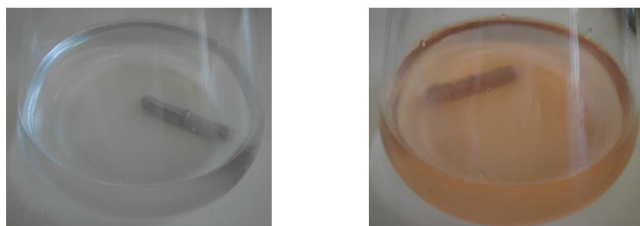


Figura 5. Ponto de Viragem da solução.

Fonte: Carranquinha, 2011.

Após a titulação, é utilizado o volume (em ml) gasto da solução de titulante, assim como a massa da amostra de teste (em g), para a determinação do teor em dióxido de titânio na amostra analisada, de acordo com as fórmulas abaixo:

$$\text{TiO}_2 (\%) = \frac{V_2 \times T_1}{m_2} \times 100$$

Onde:

TiO₂ (%) = Teor de Dióxido de Titânio (%).

V₂ = Volume de solução titulante gasta (mL).

m₂ = Massa da amostra de teste (g).

T₁ = Dioxido de titanio equivalente ao ferro (III) amoniacal.

8.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DAS TINTAS

De acordo com Ferreira (2015), uma ferramenta que se tornou muito útil para se saber o que torna uma tinta de qualidade, são as normas técnicas, que estabelecem um padrão de qualidade, formulando requisitos para serem cumpridas, no caso de tintas a base de água esses requisitos veem o desempenho da tinta em relação a resistência à abrasão (a durabilidade e lavabilidade) e seu poder de cobertura. Tendo isso analisado, a qualidade da tinta a base de água pode ser classificada segundo as normas técnicas como Econômica, Standard e Premium.

Conforme as normas da ABNT (2011), a tabela 2 apresenta abaixo, os limites mínimos dos requisitos para cada classificação:

Requisitos	Método de ensaio	Unidade	Limites mínimos dos requisitos de desempenho		
			Tinta látex econômica	Tinta látex <i>standard</i> fosca	Tinta látex <i>premium</i> fosca
Poder de cobertura de tinta seca	ABNT NBR 14942	m ² /L	4,0	5,0	6,0
Poder de cobertura de tinta úmida	ABNT NBR 14943	%	55,0	85,0	90,0
Resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva	ABNT NBR 15078	Ciclos	100	–	–
Resistência à abrasão úmida com pasta abrasiva	ABNT NBR 14940	Ciclos	–	40	100

Tabela 2. Limite mínimo dos requisitos de tinta látex.

Fonte: ABNT NBR 15079 pg.4 (2016).

8.4 METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO PODER DE COBERTURA

A determinação do poder de cobertura ou opacidade ocorre de acordo com a norma nacional NBR 14942 com o auxílio da norma NBR 5829. Abaixo segue uma síntese da norma, com as informações competentes ao projeto.

8.4.1 Aparelhagem e materiais necessários

➤ **Aparelhagem:**

- Espectrofotômetro computadorizado;
- Balança semi analítica com precisão de 0,01 g.;
- Estufa com circulação de ar;
- Picnômetro metálico de 100 mL.

➤ **Materiais:**

- Cartela de ensaio de cobertura nas dimensões 286mm x438mm;
- Fita adesiva tipo crepe;
- Rolo de nylon;
- Espátula;

- Bandeja de pintura;
- Pano macio e absorvente;
- Álcool para limpeza.

8.4.2 Procedimento para preparação dos corpos de prova

- Limpar as cartelas de ensaio com o auxílio de pano umedecido em álcool;
- Secar a cartela na horizontal durante 5 min, em ambiente com troca de ar, seguido de 10 min em estufa com circulação de ar a temperatura de 55°C, e pesar imediatamente;
- Contornar a área da cartela com fita adesiva, delimitando assim o preenchimento total da área ensaiada. a fita possibilita que o rolo extrapole a cartela, de forma que não manche a borda lateral externa, evitando assim falhas na aplicação;
- Fixar a cartela, com o auxílio de fita adesiva, em uma superfície rígida vertical.

8.4.3 Procedimento de teste

- Homogeneizar a amostra;
- Determinar a massa específica de tinta sem diluição, em gramas por centímetro cúbico, conforme ABNT NBR 5829;
- Diluir a tinta no recipiente conforme recomendação do fabricante;
- Determinar a massa específica da tinta diluída, em gramas por centímetro cúbico, conforme ABNT NBR 5829;
- Os volumes de tinta e água devem ser transformados em massa. (Desconsiderar a primeira demão para o cálculo do fator de diluição);
- Após adicionar água, homogeneizar a mistura.

8.4.4 Primeira utilização do rolo

- Na primeira utilização do rolo (rolo ainda seco), deve-se prepará-lo corretamente, de modo que ele fique impregnado com tinta de forma homogênea. A preparação do rolo deve ser realizada de acordo da seguinte forma:

- Colocar o rolo na bandeja de tinta, na extremidade oposta da superfície de descarte, de forma que apenas o revestimento do rolo fique submerso na tinta, como mostrado na Figura 6.

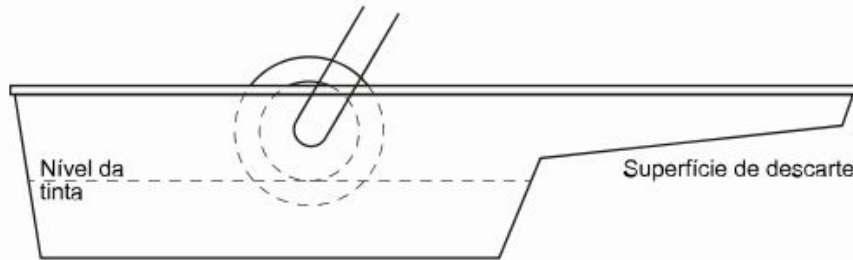


Figura 6. Profundidade de imersão do rolo.

Fonte: ABNT NBR 14942 pg. 7, (2016).

- Em seguida, arrastar o rolo até o final da superfície de descarte, conforme sequência de imagens da Figura 7. Na superfície de descarte (Figura 6-d), o rolo deve ser trabalhado (rolá-lo várias vezes no sentido longitudinal e transversal) para que a tinta seja impregnada de forma homogênea na lã, conforme sequência de imagens da Figura 6.

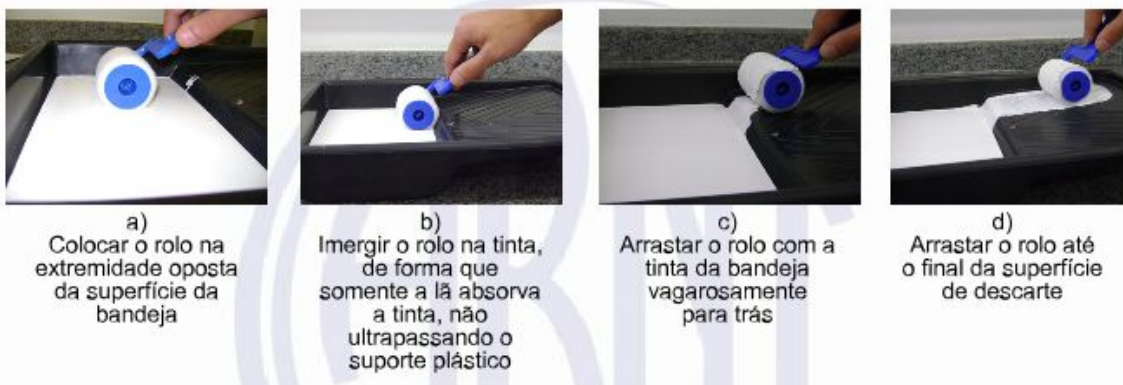


Figura 7. Preparação do rolo para a primeira aplicação.

Fonte: ABNT NBR 14942, pg. 8 (2016).

- Nesta última etapa, o rolo deve ser preparado na superfície de descarte, de forma a retirar todo o excesso de tinta, rolando-o em movimentos repetidos até que não seja mais observado excesso de tinta saindo pelas laterais do rolo na superfície de descarte.

Figura 8. Utilização do rolo nas demais aplicações.

Fonte: ABNT NBR 14942, pg. 8, (2016).

- Para as próximas demãos, carregar o rolo com apenas um movimento sobre a tinta e retirar o excesso;
- Nos intervalos entre as aplicações, o rolo deve ser deixado na superfície de descarte ou em outro local sem contato com a tinta.

8.4.5 Aplicação

- Aplicar com o rolo uma demão cruzada de tinta diluída, extrapolando a área delimitada da cartela. Iniciar com movimentos na vertical, seguidos por movimentos na horizontal e finalizando na vertical, com movimentos suaves, sem pressionar o rolo, apenas de cima para baixo (“penteando” a tinta). Caso na primeira aplicação seja verificado que o rolo não está com distribuição de tinta uniforme, deve-se descartar a cartela em uso e retomar a preparação do rolo;
- Remover a cartela da superfície vertical, retirar a fita adesiva e efetuar a pesagem imediatamente, para determinar a quantidade de tinta transferida;
- Secar a cartela na horizontal durante 15 min, em ambiente com troca de ar, seguidos de 30 min em estufa com circulação de ar a temperatura de (55±%) °C.

8.4.6 Obtenção de resultados

Efetuar a leitura da razão de contraste (RC), com o auxílio de um espectrofotômetro, posicionando-o sobre a placa é obtido o resultado em valor de reflectância, em seguida o valor obtido é anotado, e são realizadas mais medições, até que sejam encontrados três pontos de medição com variação < 3 % depois de atingir a RC especificada. anotar o valor médio dos três pontos.

Cálculo razão de contraste:

$$RC = (V_p/V_b) * 100$$

RC = Razão de contraste (%).

V_p = Refletância obtida na parte preta da cartela.

V_b = Refletância obtida na parte branca da cartela.

- Determinar a massa de tinta transferida: Valor $F01$ = (peso cartela com primeira camada de tinta - peso cartela);
- Sempre que o valor da razão de contraste for inferior a 98,5%, repetir o procedimento, aplicando mais uma demão sobre a cartela. A partir desta condição, determinar a massa total de tinta transferida, somando-se todos os valores de massa de tinta após cada aplicação (valor $F = F01 + F02 + \dots$);
- Executar o ensaio em triplicata.

8.4.7 Cálculo massa específica das tintas, de acordo com a ABNT NBR 5829.

O processo necessita de um picnômetro, o mesmo deve ser devidamente limpo e seco, para realização de aferição. Com picnômetro aferido:

- Pesar picnômetro vazio (massa A);
- Encher picnômetro com amostra;
- Colocar a tampa no picnômetro e deixar transbordar amostra pelo orifício;
- Limpar o excesso de amostra com material absorvente embebido em álcool;
- Pesar picnômetro cheio (massa B).

Em seguida, efetuar o cálculo da massa específica utilizando a seguinte fórmula:

$$Me = (B - A)/V$$

Me = Massa específica (g/cm^3).

B = Massa do picnômetro com amostra.

A = Massa do picnômetro vazio.

V = Volume real do picnômetro.

8.5 METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À ABRASÃO ÚMIDA

De acordo com a norma NBR 14940 da ABNT (2015), a resistência à abrasão úmida é a capacidade que uma tinta possui de resistir aos desgastes provocados, por uma lavagem, de uma escovação com pasta abrasiva.

A determinação da resistência à abrasão úmida ou a lavagem ocorre de acordo com a norma nacional NBR 14940.

8.5.1 Aparelhagem, materiais e reagentes

Aparelhagem:

- Máquina de lavabilidade (Figura 9), que deve ser nivelada antes do uso e operada a (37 ± 1) ciclos/min.

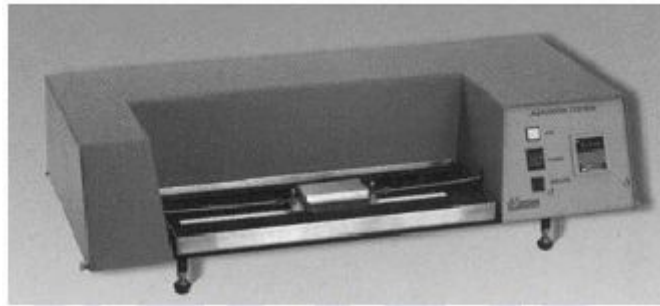


Figura 9. Máquina de lavabilidade modelo BYK-Gardner PAG-8100.

Fonte: Google imagens, 2016.

- Escova de náilon com altura de cerdas de $(180 \pm 0,2)$ mm, e seu suporte para a escova com calço de borracha de dimensões aproximados de 90 mm x 40 mm x 3 mm, com massa total de (454 ± 5) g. As cerdas devem estar niveladas antes do uso;
- A escova deve seguir a distribuição de cerdas e as dimensões especificadas na Figura 9;

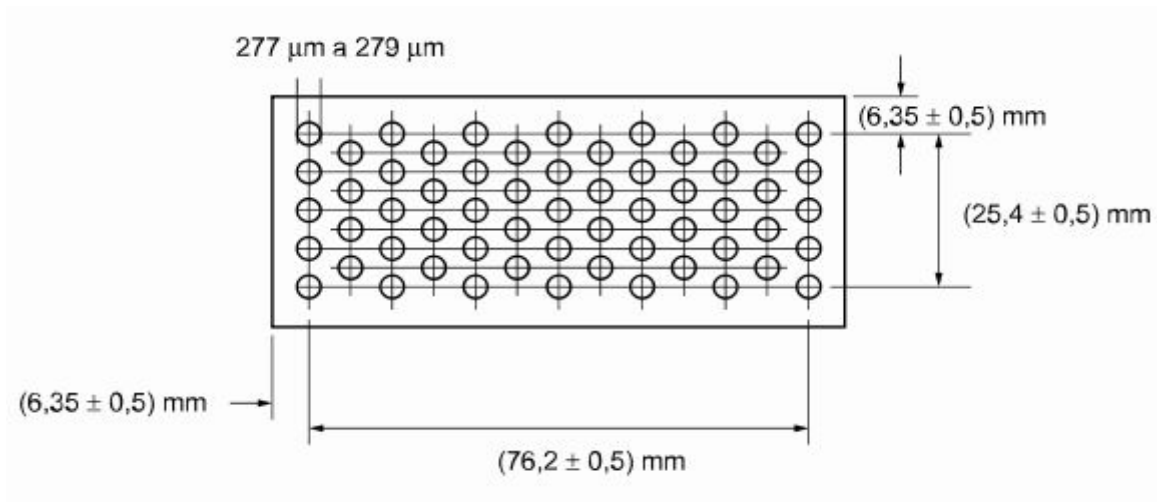


Figura 10. Posição das cerdas e medidas.

Fonte: ABNT NBR 14940, 2013.

- A escova deve seguir a altura das cerdas e da base especificadas na figura 11.

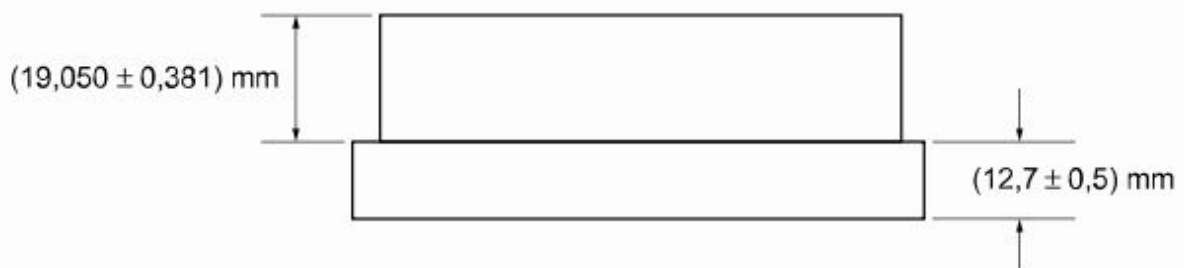


Figura 10. Altura das cerdas e da base.

Fonte: ABNT NBR 14940, 2013.

Figura 12 e Figura 13, exemplificam uma escova dentro das especificações.



Figura 12. Escova vista da distribuição das cerdas.

Fonte: ABNT NBR 14940, 2013.



Figura 13. Escova vista lateralmente.

Fonte: ABNT NBR 14940, 2013.

- pHmetro;
- Viscosímetro Stormer;
- Picnômetro de metal de 100mL;
- Extensor de barra com abertura de $(175 \pm 3) \mu\text{m}$;
- Balança semianalítica com precisão de 0,01 g;
- Dispensor tipo Cowles;
- Peneira de análise granulométrica com abertura de $38 \mu\text{m}$, malha 400 mesh e caixilho de aço inoxidável 8"x2".

Materiais:

- Placa de vidro de dimensões aproximados de 432 mm x 165mm x 5 mm;
- Fita para ressaltar (metálica ou de própria placa de PVC preto) de 165 mm x 13 mm x 0,25 mm;
- Placa de PVC preta de dimensões aproximadas de 432 mm x 165 mm;
- Fita adesiva tipo crepe;
- Pipeta 5 mL;
- Pano macio e absorvente;
- Espátula de aço inoxidável;
- Álcool para limpeza.

Reagentes:

- Pasta abrasiva;
- Água destilada.

8.5.2 Preparação do corpo de prova

- Deve-se limpar a placa de vidro e ambos os lados da placa de PVC, com um pano embebido de álcool. Colocar a placa de PvC sobre a placa de vidro, prendendo um dos lados com fita adesiva.
- Homogeneizar a tinta e estendê la sobre a placa de PVC, utilizando o extensor no sentido longitudinal da placa, com tempo de extensão de 3 s a 5 s. Secar por sete dias em ambiente com troca de ar à temperatura de 21°C a 29°C e umidade relativa de (60 +-05) %, sobre uma superfície nivelada.
- Apresentar três registros ao dia. É aceitável que cinco desses registros estejam fora da tolerância especificada, porém dentro das faixas propostas a seguir: umidade 50% a 70% e de temperatura de 21°C a 29°C. Caso este critério não seja atendido, a amostra com ensaio em andamento é descartada.

8.5.3 Procedimentos do teste

- Deixar a escova imersa em água destilada por um período mínimo de 24h antes do início de ensaio.
- Verificar o nivelamento da máquina de lavabilidade e a calibração da frequência (37 ±1) ciclos/min.
- Retirar a escova da água e agitá-la com vigor para eliminar o excesso. Colocar a escova no suporte, certificando-se que o calço da borracha esteja posicionado entre o bloco da escova e o suporte e que a escova esteja sempre na mesma posição.
- Colocar a fita para o ressalto no meio da placa de vidro. No sentido transversal e em seguida colocar o corpo de prova sobre a placa de vidro. Posicionar o conjunto na bandeja, fixando-o com os grampos.
- Homogeneizar a pasta abrasiva, e espalhar 10 g sobre as cerdas da escova, de maneira uniforme. Posicionar a escova no meio da bandeja e conectar os cabos-guias. Umedecer a placa com 5 mL de água no percurso da escova, com auxílio de uma pipeta.
- Zerar o marcador e acionar o equipamento. O ensaio deve ser finalizado quando se obtiver um desgastes na plataforma de uma linha contínua paralela ao sentido da escovação na largura do ressalto, em que a escova e o suporte estejam na película sobre o ressalto.
- A cada período de 400 ciclos, repetir o procedimento descrito no parágrafo anterior, assegurando-se de que a escova e o suporte estejam na mesma posição na parada da máquina.

Executar o ensaio em triplicata.

8.5.4 Expressão dos resultados

O resultado deve ser expresso em números de ciclos necessário para a obtenção de um desgaste sobre o ressalto na película de tinta.

A identificação do desgaste em forma de uma linha contínua deve ser feita de acordo com a Figura 14, com uma linha contínua paralela ao sentido da escovação na largura do ressalto.

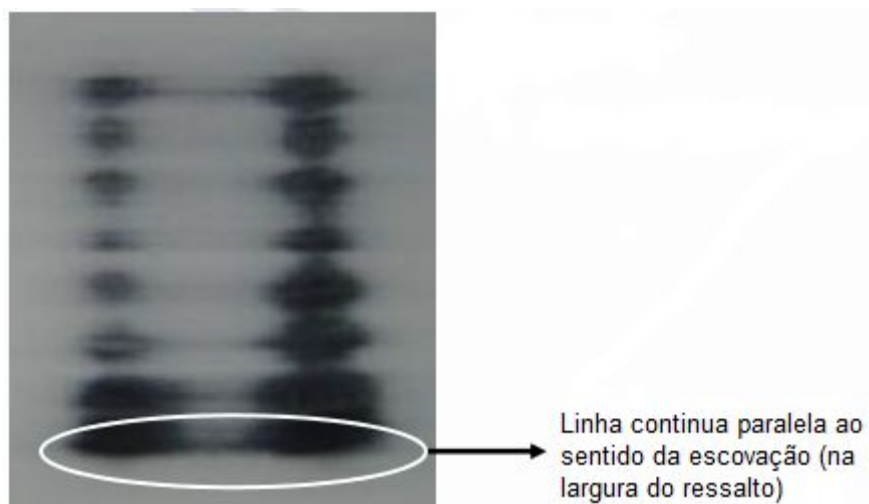


Figura 14. Leitura correta do ensaio de resistência a abrasão úmida.

Fonte: ABNT NBR 14940, 2013.

Calcular a média dos resultados obtidos e desconsiderar o ensaio cujo resultado seja diferente de 25% da média. Neste caso, considerar a média dos outros dois resultados.

No caso de um dos dois resultados ainda ser diferente da nova média, em valor superior a 25%, desconsiderar este ensaio e realizar outro.

8.5.5 Composição, preparo e especificações da pasta abrasiva

8.5.5.1 Composição

A composição da pasta abrasiva deve seguir os dados apresentado na Tabela 3.

Itens	Massa (%)
a) Água destilada	49,8
b) Hidroxi-etil-celulose ¹	0,9
c) Antiespumante	0,1
d) Nonilfenol etoxilado ²	2
e) Hexametáfosfato de sódio	2
f) Bactericida	0,2

g) Quartzo mesh 400 ³	45
h) Amônia	-
i) Ácido acético glacial	-
¹ Viscosidade de 4000cP e 6000cP (solução aquosa a 2%) ² 9 mol a 10 mol de óxido de etano. ³ Sem retenção na mesh 400.	

Tabela 3.Componentes da pasta abrasiva.

Fonte: ABNT NBR 14940, 2013.

8.5.5.2 Preparação da pasta

- Homogeneizar uma quantidade suficiente de quartzo *mesh* 400 com água destilada, na produção de três partes de água para uma parte de quartzo em massa.
- Peneirar o quartzo juntamente com água em peneira.
- Deixar o quartzo peneirando em repouso até decantar e descartar o excesso de água.
- Colocar o quartzo peneirado úmido em uma bandeja, espalhar o material e secar em estufa a 105°C até massa constante. Após sair da estufa, o quartzo peneirado deve ter um aspecto de sólido.
- Com auxílio de uma espátula, macerar o quartzo até tornar-se pó novamente.
- Pesar a água em recipiente adequado.
- Adicionar o item b da tabela 3, aumentando a velocidade do dispersor conforme a necessidade. Dispersar durante 5 min, a uma velocidade entre 1000 r/min e 1200 r/min.
- Ajustar o pH com amônia ou ácido acético glacial.
- Aguardando no mínimo 24h e realizar os ensaios para verificação das propriedades físicas das especificações.

8.5.5.3 Especificações

As pasta deve obedecer às seguintes especificações:

- Viscosidade: 110 KU - 120 KU a 25°C, conforme ABNT NBR 12105;
- Massa específica: 1,20 g/cm³ a 1,30 g/cm³, conforme ABNT NBR 15382;

- pH: 9,0 -905.

8.6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Com os resultados das análises em mãos serão construídos gráficos relacionando as duas propriedades físicas das amostras de tinta (poder de cobertura e resistência a abrasão), com o teor de dióxido de titânio presente nas amostras da tinta, na tentativa de observar uma correlação entre o teor e as propriedades. Desta forma respondendo nossas hipóteses.

9 CRONOGRAMA

A execução do projeto de pesquisa será realizada conforme a Tabela 4.

Atividade/ Período	2017/1					
	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
Aprofundamento bibliográfico	x	x	x	x	x	
Obtenção das tintas	x					
Análise do poder de cobertura	x	x				
Análise de resistência a abrasão		x	x			
Extração do dióxido titânio das tintas			x	x		
Análise do teor de dióxido de titânio			x	x		
Elaboração do artigo científico		x	x	x	x	
Apresentação do relatório						x

Tabela 4 : Cronograma do projeto.

Fonte: Elaborada pelo grupo.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15079**: Tintas para construção civil - Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais - Tinta látex nas cores claras. 3 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2011. 4 p. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27299/nbr15079-tintas-para-construcao-civil-especificacao-dos-requisitos-minimos-de-desempenho-de-tintas-para-edificacoes-nao-industriais-tinta-latex-nas-cores-claras>>. Acesso em: 10 out. 2016.

BRANCO, Pércio de Moraes. **Os pigmentos minerais**. São Paulo: CPRM, 2016. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Pigmentos-Minerais-1263.html>> . Acesso em: 31 ago. 2016.

BRISCO. **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**. FISPQ N°. 44/BR. Disponível em: <<http://www.brisco.com.br/fispq/dioxido-de-titanio.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

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>. 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.

CASTRO, Carmen Dias. **Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta**. 2009. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

FERREIRA, Dilson. **O Mercado de Tintas no Brasil e suas Perspectivas**. Novembro/2013. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/noticias-e-artigos/o-mercado-de-tintas-no-brasil-e-suas-perspectivas/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

FERREIRA, Dilson. **Qualidade das Tintas: Essencial Para o Crescimento do Mercado**. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/noticias-e-artigos/artigos/qualidade-das-tintas-essencial-para-o-crescimento-do-mercado/>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

FERREIRA, Karime Ribeiro e Silva. **Caracterização do Concentrado de Ilmenita Produzido na Mina de Guaju, Paraíba, Visando Identificar Inclusões de Monazita e Outros Contaminantes.** Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7710/000554445.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 01 out. 2016.

GUIA TÉCNICO AMBIENTAL de TINTAS de VERNIZES - Série P+L. **Tintas e Vernizes.** Governo do Estado de São Paulo. 2008. Disponível em:

<<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2013/11/tintas.pdf>>

. Acesso em: 04 nov. 2016.

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.

SAAD, Flávia. **Usos do dióxido de titânio.** Manutenção & Suprimentos. 2016. Disponível em:

<<http://www.manutencao.esuprimentos.com.br/conteudo/6558-usos-do-dioxido-de-titanio/>>.

Acesso em: 31 ago. 2016.

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.

SANN. **Dióxido de Titânio.** 2014. Disponível em:

<<http://www.nanum.com.br/interna.php?area=produto&idIdioma=1&escolha=28>>. Acesso

em: 04 out. 2016.

SANTOS, Ana Carolina Bispo; SILVA, Daiana Ferreira; SILVA, Daniele Barbosa. **Desenvolvimento e Análises de Tintas e Vernizes na Linha de Pulverizados.** 2012.

Disponível em:

<<http://177.107.89.34:8080/jspui/bitstream/123456789/49/1/SantosSilvaSilva.pdf>>. Acesso

em: 20 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>. Acesso em: 01 out. 2016.

SILVA, Glauco Corrêa; CUNHA, José Waldemar Silva Dias. **Extração Líquido-Líquido de Ferro(III) E Titânio(IV) Pelo Ácido BIS-(2-etil-hexil) Fosfó- Rico (D2EHPA) em Meio de Ácido Sulfúrico**. *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 5. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n5/a53v31n5.pdf>>. Acesso em: 01 de 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.

VINILSUL. **Qual é a diferença entre tinta à base de água e tinta à base de solvente?** 2010. Disponível em: <<http://www.vinilsul.com.br/dicas/qual-é-a-diferença-entre-tinta-à-base-de-água-e-tinta-à-base-de-solvente>>. Acesso em: 01 out. 2016.