

CENTRO PAULA SOUZA



**Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PIGMENTOS APLICADOS NA INDÚSTRIA TÊXTIL

ISABELA MEDEIROS GIUSTI

**Americana, SP
2013**

CENTRO PAULA SOUZA



**Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PIGMENTOS APLICADOS NA INDÚSTRIA TÊXTIL

ISABELA MEDEIROS GIUSTI

belagiusti@hotmail.com

Trabalho Monográfico, desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil da Fatec-Americana, sob orientação do Professor João Batista Giordano.

Área: Controle de Qualidade, Processos e tecnologia têxtil

**Americana, SP
2013**

ISABELA MEDEIROS GIUSTI

RA: 091516

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PIGMENTOS APLICADOS NA
INDÚSTRIA TÊXTIL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no curso de Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

Banca Examinadora:

Orientador: _____

João Batista Giordano, Professor Doutor, Fatec Americana/SP.

Professor da Disciplina: _____

José Fornazier Camargo Sampaio, Professor Mestre,
Fatec- Americana/SP.

Professor Convidado: _____

Edison Valentin Monteiro, Professor Mestre,
Fatec-Americana/SP

Americana, 05 de Dezembro de 2013

BANCA EXAMINADORA

Prof.º João Batista Giordano (Orientador)

Prof.º José Fornazier Camargo Sampaio

Prof.º Edison Valentin Monteiro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois eu nada seria sem a sua força.

Aos meus pais, Sandra e Vander, pelo amor, carinho e compreensão. Por serem pessoas maravilhosas, por me incentivarem desde o início de minha carreira acadêmica, e por me auxiliar a concluir mais essa etapa de minha vida.

A minha irmã Daniela, pelo apoio e carinho inabalável.

Ao professor e orientador João Giordano, pela paciência em orientar e pelos ensinamentos compartilhados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor e coordenador José Sampaio, pelo apoio constante e incentivo durante o ano acadêmico.

As minhas amigas, pelos momentos de descontração e palavras de incentivo para conclusão dessa monografia. Muito obrigada por estarem sempre ao meu lado, pelos anos de companheirismo e pelas belas histórias que carrego comigo.

E por fim, obrigada Fabiana Moura, pelos ensinamentos, pela experiência e por acreditar no meu trabalho.

EPÍGRAFE

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sandra e Vander e minha irmã Daniela, pelo amor incondicional. E principalmente à Deus, por me proporcionar força e sabedoria.

RESUMO

Devido às dificuldades em se encontrar material específico sobre o processo de produção do pigmento, o seguinte trabalho tem como objetivo principal, sanar as possíveis dúvidas sobre quais são os procedimentos utilizados para se obter o pigmento, desde o uso das matérias primas, estendendo-se aos processos químicos e físicos, até o produto ser embalado e direcionado ao consumidor final. Através da pesquisa bibliográfica a seguir, é apresentada primeiramente a importância do conceito de utilização das cores para a humanidade, e logo em seguida, como são obtidas tais cores, debatendo-se do início ao fim, a transformação da matéria prima em produto acabado. Por fim, destaca-se o valor do pigmento para a indústria têxtil, e de que modo sua produção pode afetar o futuro.

Palavras chave: Pigmento; Indústria; Produção.

ABSTRACT

Due to the difficulties in finding specific material on the process of pigment production, the following work has as main goal, remedy any doubts about what are the procedures used to obtain the pigment from the use of raw materials, extending the chemical and physical processes, until the product is packaged and targeted to the final consumer. Through literature the following is primarily the importance of the concept of using colors to humanity, and soon after, such as colors are obtained, thrashing from beginning to end, the transformation of raw materials into finished products. Finally, we highlight the value of the pigment to the textile industry, and how their production can affect the future.

Keywords: Pigment; Industry; Production.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
INTRODUÇÃO	13
1. PIGMENTO x CORANTE	16
1.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PIGMENTOS	17
2 PRODUÇÃO DE PIGMENTOS	19
2.1 DISPERSÃO	20
2.1.1 UMEDECIMENTO INICIAL.....	22
2.1.2 QUEBRA DOS AGREGADOS E AGLOMERADOS	26
2.1.3 AGITAÇÃO.....	27
2.2 MOAGEM.....	29
2.2.1 COMPONENTES DE MOAGEM	31
3 CONTROLE DE QUALIDADE	32
3.1 TESTES LABORATORIAIS	32
3.1.1 ACERTO DE TONALIDADE	33
3.1.2 TESTE DE FINURA	36
3.1.3 CONTROLE DE VISCOSIDADE	36
3.1.4 pH (POTENCIAL HIDROGENIÔNICO)	37
4 MEIO AMBIENTE	39
5 CONCLUSÃO	41
6 REFERÊNCIAS.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pintura rupestre de Lascaux.....	13
Figura 2: Pintura rupestre de Lascaux.....	14
Figura 3: Batom Gloss - Natura	17
Figura 4: Diagrama processo de fabricação de pigmento	20
Figura 5: Dispersão das partículas de pigmento	22
Figura 6: Representação do ângulo de contato.....	24
Figura 7: Exemplo de um goniômetro.....	25
Figura 8: Representação da medida do ângulo de contato	25
Figura 9: Agitador estilo âncora	27
Figura 10: Agitador estilo naval	28
Figura 11: Esquema da distribuição das partículas no veículo.....	30
Figura 12: Fotografia microscópica do pigmento	30
Figura 13: Moinho horizontal	31
Figura 14: Moinho vertical	32
Figura 15: Cabine de Luz	33
Figura 16: Espectrofotômetro	34
Figura 17: Quadro geométrico das cores	35
Figura 18: Viscosímetro Brookfield	37
Figura 19: Teste de qualidade pigmento vermelho.....	38
Figura 20: Teste de qualidade pigmento preto	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dosagens recomendadas	21
Tabela 2: Agitadores para líquidos	29
Tabela 3: Resultados da leitura no espectrofotômetro	35

INTRODUÇÃO

Pigmento é uma substância insolúvel, que ao ser aplicado em um determinado material, lhe atribui cor. A palavra é originária do latim, *pingere*, que significa “pintar”, e representa tudo aquilo que colore todo e qualquer material.

A utilização do pigmento remete a milhões de anos atrás, onde o homem em sua busca por maneiras de se comunicar e registrar aquilo que sentia, observava e vivia, encontra no pigmento uma forma para poder demonstrar e gravar para sempre sua trajetória durante os tempos. As pinturas rupestres são representações antigas, gravadas em cavernas, que datam de épocas pré-históricas e que relatam como viviam os antigos. Essas pinturas eram feitas normalmente com argila, carvão ou outros tipos de minérios. E ainda, sangue, plantas ou gordura e ovos de animais. Para se obter a cor, eram misturados ao pó das rochas. Abaixo é possível observar duas representações desse tipo de pintura, que foram descobertas no ano de 1940 perto do vilarejo de Montignac, na França.

Figura 1: Pintura rupestre de Lascaux



Fonte: Saibadearte, 2010

Figura 2: Pintura rupestre de Lascaux



Fonte: Saibadearte, 2010

O povo egípcio, também a procura de gravar aquilo que sentia, aperfeiçoou seu modo de registro, desenvolvendo a arte da pintura por volta de 1.500 a.C. Foi assim que descobriram uma forma de fixar as cores, formando uma película protetora sobre as pinturas adicionando ao pigmento algumas resinas naturais ou cera de abelha.

De acordo com a citação de Pedrosa (2004, p. 21), o ser humano usa a cor como meio de se expressar e se comunicar com o próximo, além de tornar possível a troca de informações através dos tempos:

Numa história de mais de 3 milhões de anos, desde as primeiras manifestações de atividade humana bem próximo de nós, o homem descobriu e manipulou a cor e, em crescente sentido evolutivo, tornou-a o mais extraordinário meio de projeção de sentimentos, conhecimentos, magia e encantamento.

A cor pode dar vida e transmitir alegria em uma figura, ou ser usada para chamar a atenção para uma palavra ou frase dentro de um texto. Também tem o poder de criar imagens que contrastem de forma harmoniosa com o seu entorno.

Combinando efeitos de cores, o homem pode dar nova vida a um espaço que antigamente não apresentava fascínio algum. É a cor que auxilia a criar espaços atraentes ou aconchegantes. Porém para que seja possível colorir, deve-se criar o pigmento em si, e para isso é necessário somá-lo a resinas e cargas para formar uma tinta.

O trabalho se justificou pela importância do tema aos profissionais do meio têxtil, visando agrupar informações cruciais aos mesmos em um único projeto, na tentativa de auxiliar e enriquecer o conhecimento desses profissionais, sobre a área em que atuam.

Devido à grande dificuldade em encontrar materiais relacionados especificamente à produção de pigmentos, este trabalho tem como objetivo geral, expor o processo de fabricação dessa tinta, desde a mistura do pigmento às resinas, até chegar ao seu usuário final, procurando sanar possíveis dúvidas sobre o assunto.

Os objetivos específicos foram levantar material bibliográfico sobre pigmentos, difundindo as informações contidas ao longo do trabalho com o intuito de melhorar o entendimento sobre os processos de produção de uma tinta. Além de analisar alternativas viáveis para redução de danos ao meio ambiente.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho é a pesquisa bibliográfica, que se baseia na coleta de dados em livros e revistas, além de pesquisa em internet, catálogos e artigos diversos para auxílio da conclusão do tema proposto.

A estrutura do trabalho foi dividida em quatro partes, sendo o primeiro capítulo, uma introdução teórica sobre os diferentes tipos de pigmento e qual sua importância para o mercado brasileiro.

O segundo capítulo trata dos processos industriais do pigmento, desde o início da mistura das matérias primas até chegar ao produto final. Neste capítulo, foram reunidos e analisados os pontos principais para sua fabricação, delimitando passo a

passo quais as eventuais dificuldades e particularidades dos procedimentos para a realização de sua produção.

O terceiro capítulo envolve as análises do controle de qualidade, especificando quais são os testes necessários para a liberação de um lote de pigmento.

O quarto delimita a preocupação da sociedade para com o meio ambiente, delimitando possíveis ajustes no processo de produção do pigmento para diminuir os danos causados ao planeta.

Com base nas informações levantadas e analisadas durante o processo de desenvolvimento do trabalho foi reservado o quarto capítulo para a conclusão do assunto.

1. PIGMENTO x CORANTE

Ambos são usados para dar cor a um determinado material, a grande diferença entre os dois é que o corante é uma matéria solúvel, e o pigmento, não. Outro aspecto que diferencia um do outro é que o pigmento proporciona cobertura quando aplicado sobre a superfície de algum objeto, extraindo a transparência do mesmo, diferente do corante, que não extrai essa transparência, apenas tingem o material, mantendo suas características de opacidade e cor.

Além disso, há diferenças de poder tintorial entre um e outro, sendo o corante melhor nesse aspecto, já que para se tingir com o mesmo é necessário uma quantidade muito menor com relação ao pigmento, que tem poder tintorial inferior. Porém, o pigmento ganha no quesito resistência, e diversidade de cores.

Os pigmentos são comercializados em indústrias têxteis, de tintas, cosméticos, entre outras. Eles podem proporcionar tanto cobertura normal de cor, como também dar efeitos decorativos aos materiais que são aplicados. Um batom, por exemplo, pode ganhar efeito perolizado (figura 3), ao adicionar um pigmento de efeito especial à sua fórmula.

Figura 3: Batom Gloss - Natura



Fonte: Catalogo Natura, 2013

1.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PIGMENTOS

Em um ponto de vista mais prático, os pigmentos são divididos entre cinco categorias. São elas:

Pigmentos orgânicos: Materiais com carga orgânica em grande concentração, contendo grupos onde não há sais. Os pigmentos orgânicos são divididos em duas categorias: grupo azo e policíclicos. Os que pertencem ao grupo azo, em sua maioria, não possuem resistência ao intemperismo, sendo assim, não são indicados para pintura externa. Já os policíclicos são característicos de tintas automotivas e imobiliárias, pois tem grande poder contra a exposição ao tempo e se destacam no brilho e na transparência.

Pigmentos inorgânicos: são compostos insolúveis de corantes com composição, sobretudo inorgânica. Podem ser sintéticos ou naturais, sendo os óxidos, da família dos naturais, produtos com baixo poder de cobertura, poder tintorial inferior e difícil dispersão. Em contrapartida, os inorgânicos sintéticos são

melhores pois tem alto poder de cobertura, melhor estabilidade na aplicação e são mais fáceis de dispersar, pois são manipulados industrialmente com maior controle. Como exemplo de pigmento inorgânico, temos o dióxido de titânio, comumente usado para se obter a cor branca. Já para os coloridos, são usados os óxidos de ferro, com tonalidades que vão do amarelo ao preto e que têm boa resistência à luz. Pigmentos inorgânicos são indicados para quem deseja obter um bom poder de cobertura e tingimento. Outra grande característica desse tipo de material é o seu baixo custo.

Toners: São concentrados obtidos através de uma reação de um corante solúvel em água com um apropriado agente de precipitação. Abaixo segue um exemplo:

- Composto azo (Vermelho pigmento 48) obtido através da mistura com sais de Ca, Ba, Mn e Sr.

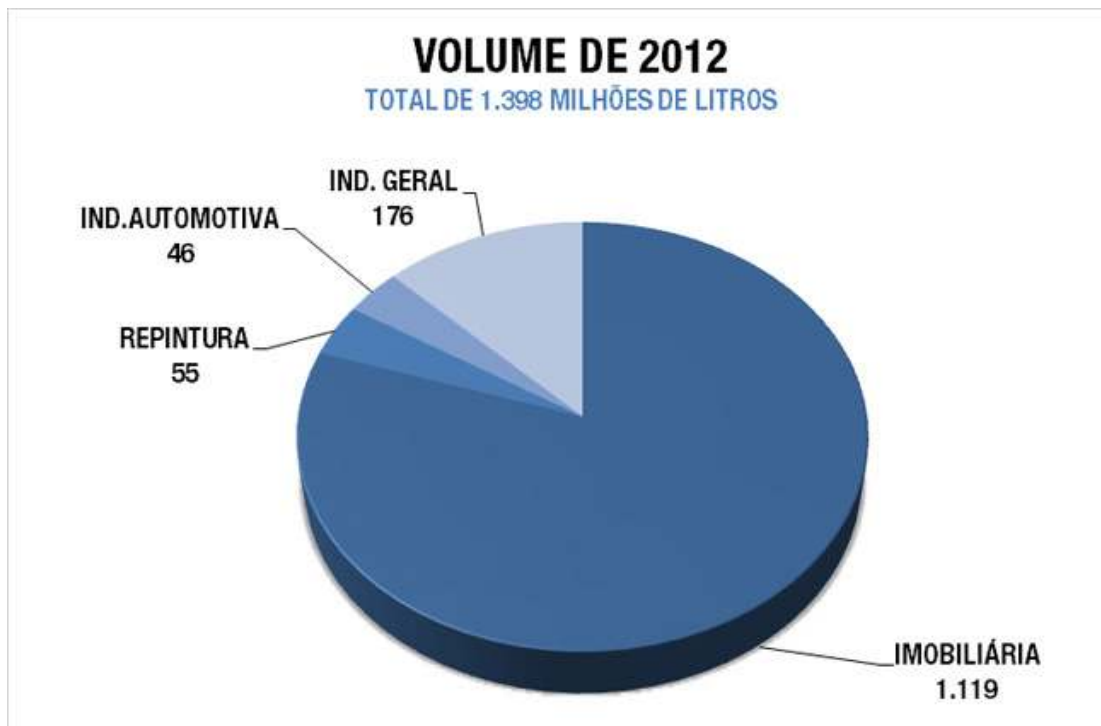
Lakes: Similares aos “toners”, porém são precipitados junto à Alumina (óxido de alumínio), parte necessária no processo de precipitação do “Lake”.

Pigmentos prolongados: São pigmentos ou “toners” diluídos junto a um amplificador. Exemplo: alumina e Carbonato de Cálcio, não sendo parte integral do pigmento.

O Brasil está na lista dos cinco maiores mercados mundiais de produtores de tintas, com fabricantes de grande a pequeno porte que oferecem produtos de qualidade e tecnologia comparados aos principais países do meio.

De acordo com o gráfico a seguir, o segmento imobiliário representa 80% do volume geral, adquirindo destaque no percentual total. Logo em seguida, temos as tintas para indústria em geral, com 12%, e tintas automotivas e para repintura, cada uma com 4% do valor restante.

Gráfico 1: O setor de tintas no Brasil

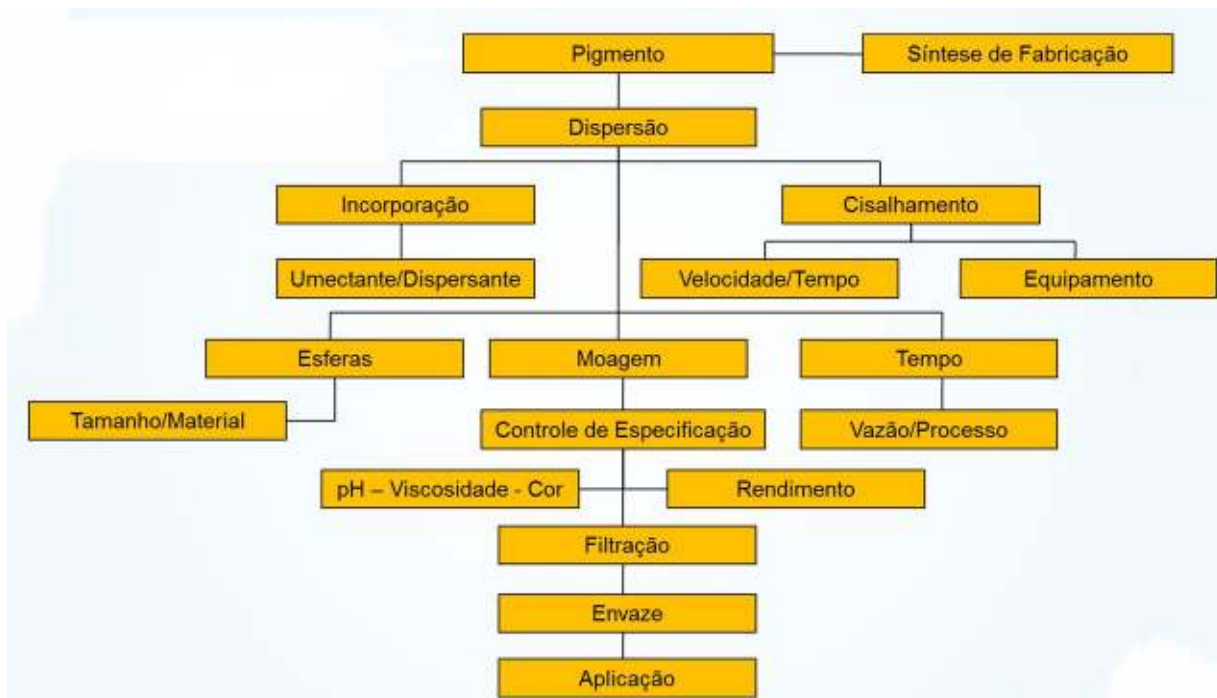


Fonte: Abrafati, 2012

2. PRODUÇÃO DE PIGMENTOS

Usualmente, os pigmentos são fornecidos no estado sólido, como pó. Cabe à indústria alterar sua condição, transformando-o em líquido, através da adição de resinas e demais aditivos, até alcançar o ponto desejado para posterior aplicação. Contudo, eles também podem ser comercializados prontos para uso, já misturados às cargas beneficiadoras, como umectantes, dispersantes e demais elementos.

Figura 4: Diagrama processo de fabricação de pigmento



Fonte: o autor

2.1. DISPERSÃO

A primeira etapa do processo de fabricação de pigmento é a dispersão. Nela, são adicionados ao pó, aditivos dispersantes e umectantes, que agem sob o mesmo para melhorar seu desempenho na moagem. A formulação do produto e a ordem de adição individual de cada componente influenciarão mais adiante na qualidade da moagem. A tabela abaixo indica quais as quantidades recomendadas para cada tipo de pigmento.

Tabela 1: Dosagens recomendadas

Tipo de Aditivo Dispersante e Umectante	Pigmentos Inorgânicos	Pigmentos Orgânicos	Formulação Total
Clássicos, polímeros de baixo peso molecular	0.5-2% de aditivo sobre pigmento	1-5% de aditivo sobre pigmento	0.1-1% de aditivo
Polímeros de alto peso molecular	1-10% de aditivo sobre pigmento	10-80% de aditivo sobre pigmento	0.2-3% de aditivo

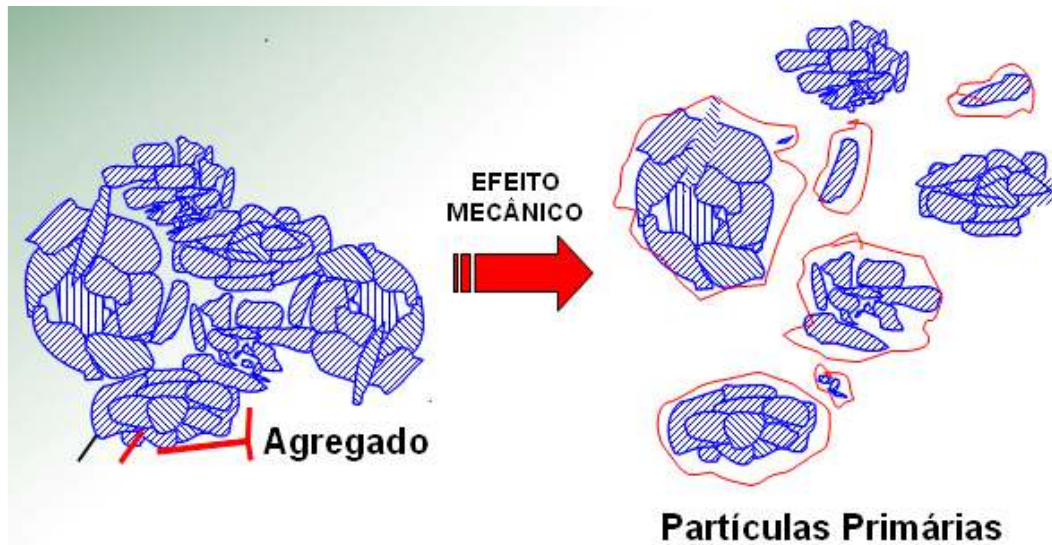
Fonte: Cartilha Byk, 2008

A dispersão de pigmentos é a fase mais difícil, mais demorada e consumidora de energia do processo de produção de um pigmento. Isto devido às diferentes tensões superficiais dos líquidos (resinas e solventes) e dos sólidos (pigmentos e cargas).

Na teoria, é possível obter melhores resultados quando, inicialmente, pó, solvente(s) e aditivos são combinados juntos, permitindo assim, a união completa do aditivo sobre o pigmento, sem que as resinas interfiram.

Hoje no mercado, as cargas e pigmentos são encontrados sob a forma de aglomerados, e é a dispersão que incorpora estes materiais sólidos no veículo líquido. Durante o processo, os aglomerados são transformados numa dispersão de partículas, que atingem dimensões tão pequenas quanto às da “partícula primária”. Na figura abaixo, podemos observar melhor o que acontece com tais partículas.

Figura 5: Dispersão das partículas de pigmento



FONTE: NETZSCH Tecnologia e mistura de pré-dispersão

O processo de dispersão pode ser dividido em três partes: Umedecimento inicial (Molhagem), Quebra dos agregados e aglomerados e Floculação.

2.1.1. UMEDECIMENTO INICIAL

É impossível dispersar qualquer material em um líquido que não umedeça sua superfície, como por exemplo, o estearato de alumínio em água. Todavia, a maior parte dos pigmentos comerciais é bem umidificada pelos veículos empregados e se diferenciam somente com relação às taxas de umedecimento. Isso fica evidente nos últimos estágios de fabricação, pois nesse momento há uma quantidade muito pequena de líquido disponível para aguar os últimos resquícios de pigmento seco.

A tensão superficial dos vários tipos de componentes é o fator mais importante nessa etapa.

Para entender a origem da tensão superficial de um dado material, neste caso o líquido, é preciso analisar sua superfície sob o ponto de vista molecular.

Na natureza, a transição entre duas fases vizinhas (aqui líquido-ar) nunca é uma fronteira exata, e sim uma região de várias camadas moleculares com densidades e mobilidades em constante alteração.

Por seu tamanho ser excessivamente pequeno em comparação com o resto, estas camadas difusas não são tidas em conta para justificar o fenômeno da tensão superficial. Resumindo, a superfície reduz-se a uma camada uni molecular. Entre as moléculas individuais, existem vários tipos de forças de atração, e no interior do material, cada molécula está uniformemente envolvida por outras moléculas, ocasionando um equilíbrio de forças.

À superfície, porém, não atingimos esse equilíbrio, estando assim, todas as forças voltadas ao interior do material.

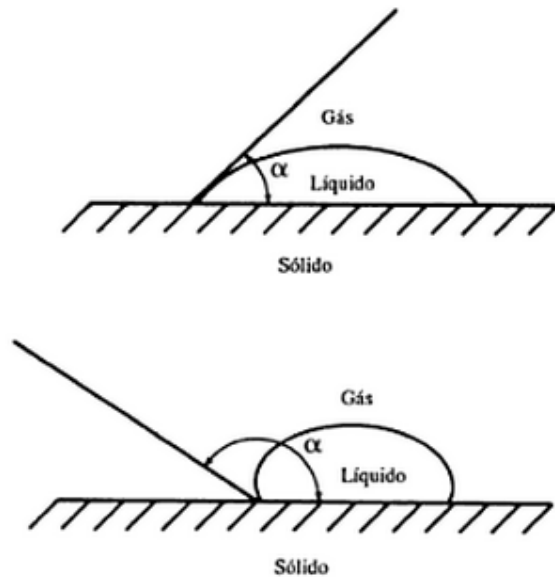
A tensão superficial, que se refere ao tipo de atração entre as moléculas da superfície, atua paralelamente à mesma. É um efeito físico que decorre à superfície de um determinado líquido, levando tal área a se comportar como uma membrana elástica, ou seja, as moléculas encontradas no cerne do líquido são puxadas para todas as direções pelas moléculas vizinhas, anulando qualquer força atuante sobre cada molécula. Porém, as moléculas encontradas na superfície sofrem deslocamento nas laterais e partes inferiores fazendo com que a mesma se comporte como uma película elástica. Um exemplo é a gota d'água, que quando se forma mantém seu estado devido a elasticidade na superfície da gota.

Nas esquinas e nos rebordos é ainda mais forte, por causa do número menor de camadas circundantes.

Para se determinar a tensão superficial de um líquido/sólido, é necessário calcular o ângulo de contato, pois uma boa molhagem está relacionada diretamente ao valor do ângulo de contato.

O ângulo de contato refere-se ao ângulo formado na superfície de um líquido ao entrar em contato com um sólido.

Figura 6: Representação do ângulo de contato



Fonte: Medida do ângulo de contato entre sólido e líquido. CAMPOS, (1995)

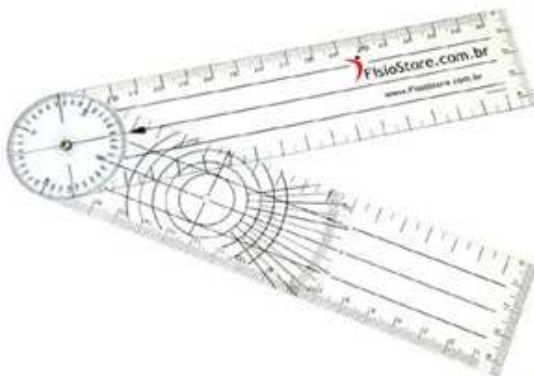
Existem duas maneiras freqüentemente utilizadas para se fazer o cálculo do ângulo de contato: o método da gota séssil e o método da bolha captiva.

Para o método da gota séssil, deposita-se uma gota de um líquido puro sobre a superfície sólida através de uma micro-seringa. Após a gota ser observada com o auxílio de um microscópio de baixa ampliação é medido o ângulo de contato através de um goniômetro (figura 7), ou câmera de vídeo. Tal processo é comumente chamado de “medida estática do ângulo de contato” sendo um dos métodos mais utilizados na medida de ângulo de contato. CHAN (1999)

No método da bolha captiva, submerge-se uma amostra num meio líquido. Logo após, libera-se abaixo da superfície sólida uma gota de líquido (imiscível no líquido no qual a amostra sólida está imersa) ou uma bolha de ar. Para tal, é necessário o uso de uma micro-seringa (geralmente, na forma de “U”). A gota de líquido ou a bolha de ar sobe e se deposita na superfície da amostra, formando uma

interface. Também é medido o ângulo de contato através de um goniômetro ou uma câmera de vídeo. PALASANTZAS (1993)

Figura 7: Exemplo de um goniômetro



Fonte: Fisiostore

Figura 8: Representação da medida do ângulo de contato

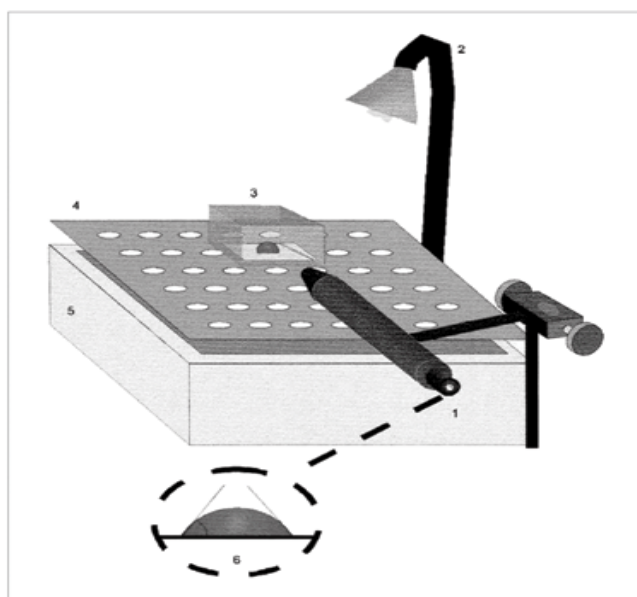


Figura 2. Representação esquemática da medida do ângulo de contato. 1) Lupa acoplada ao goniômetro, 2) Fonte de Luz, 3) Câmera de acrílico, 4) Plataforma fenestrada, 5) Reservatório de água, 6) Representação da medida do ângulo de contato. Fonte: Nakagawa et al., 2000.

Fonte: Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, 2007

Para um ângulo de contato maior que 90° não há molhagem e as gotas mantêm a forma esférica.

Já para um ângulo menor que 90° , a molhagem melhora e aumenta a superfície de contato (interfase gota-sólido).

Por outro lado, um ângulo de contato = 0° , o espalhamento atingido é satisfatório. Isto, porém, só é possível quando a tensão superficial do líquido é menor que a do sólido.

Simplificando, só é possível alterar as condições do líquido, porque os sólidos, como pigmentos e cargas, mantêm sua tensão superficial intacta.

Exemplificando, ao adicionar um agente tenso ativo, diminui-se a tensão superficial de um líquido, pois a aglomeração na superfície causa a compensação da tensão através da interação dos grupos polares. A tensão superficial, dessa forma obtida, é determinada pelo valor da mais baixa tensão superficial do agente tenso-ativo.

Este entendimento é a base para resolver problemas nas indústrias de tintas, tais como defeitos de superfície, mau espalhamento e espuma.

2.1.2. QUEBRA DOS AGREGADOS E AGLOMERADOS

Existem vários tipos de pigmentos, e eles se diferenciam em relação à dureza dos agregados e aglomerados que neles existem. Nessa etapa, os torrões de pigmento vão quebrando à medida que o cisalhamento ou estresse de impacto vai aumentando sobre as partículas. Entre as combinações de frações baixas e altas nos pigmentos, um pigmento pode oferecer fineza elevada à de outro, quando este é rendido a um nível inferior de estresse de cisalhamento. Porém, pode se tornar inferior em um cisalhamento mais alto. Sendo assim, é necessário que, para se ter uma avaliação da facilidade de dispersão de um pigmento, haja uma classificação dos diferentes níveis de estresse de cisalhamento.

Uma segunda característica de um pigmento é sua propriedade de produção e consistência, que pode afetar a facilidade de dispersão. Em alguns moinhos o atrito entre as partículas é aplicado na própria pasta, porém se a mesma for pouco viscosa, não será possível aplicar um atrito suficientemente forte entre os aglomerados, dificultando a obtenção de boa fineza do mesmo.

2.1.3. AGITAÇÃO

Parte importante de uma boa dispersão é a agitação. Feita de forma correta, possibilita a uniformidade, qualidade e facilidade de moagem do pigmento.

O processo ocorre em uma vasca (tacho), após o carregamento dos materiais para fabricação do pigmento em questão.

Os agitadores são peças fundamentais para qualquer processo, e existem diferentes tipos de hélices, com características únicas e que proporcionam resultados variados. Abaixo, alguns exemplos:

- Hélice tipo ancora

Para este tipo de mistura, a agitação deve ser intensa e focalizada no centro do tacho, tendo como resultado uma dispersão eficiente das partículas.

Figura 9: Agitador estilo âncora



Fonte: Will máquinas

- Hélice naval

Os agitadores tipo naval são recomendados para misturas com baixa viscosidade. Este tipo de impelidor proporciona o benefício de fornecer alto fluxo e baixa potência, comparado a outros tipos de agitadores.

Figura 10: Agitador estilo naval



Fonte: Sulzer – agitadores e misturadores

Cada tipo de agitador fornece uma característica diferente, por isso é de suma importância adequar o tipo de hélice para o resultado que se deseja, evitando assim problemas futuros. Na tabela abaixo, pode-se observar os diversos tipos de agitadores e suas respectivas finalidades.

Tabela 2: Agitadores para líquidos

Tipo	Rotação RPM	Aplicação
Agitador tipo hélice naval	300 – 1750	Líquidos de baixa viscosidade. Dispersão e dissolução de sólidos. Fluxo axial e radial. 1 a 4 hélices.
Agitador tipo hélice plana (Pitch Blade 45°)	60-100	Líquidos com viscosidades até 7.000 cP. Dispersão e manutenção da suspensão. 1 ou 2 Hélices com 2 ou 4 pás com ângulo de 45°. Fluxo axial; movimento de convecção.
Agitador tipo hélice radial	60-100	Líquidos com viscosidade até 7.000 cP. Manutenção da suspensão. 1 ou 2 Hélices com 2 ou 4 pás verticais. Deve ser usado com quebra-ondas. Fluxo radial.
Agitador tipo Ribbon	60-100	Crems e líquidos com viscosidade acima de 30.000 cP. Ocupa 85% do diâmetro do tanque. Altamente eficiente na sua faixa de trabalho. Fluxo turbulento.
Agitador tipo turbina (Turbo Agitador)	1750-3500	Produzir emulsões em líquidos de média e alta viscosidade. Com 1 ou duas turbinas fechadas ou abertas. Fluxo radial. Aplicação inclinada ou vertical excêntrica no tanque. Pode ser empregado em conjunto com hélice superior para dissolução de sólidos superficiais e fluxo axial para baixo para alimentação da turbina.
Agitador tipo Ancora	20-60	Crems, produtos viscosos acima de 7.000 cP. Aquecimento e resfriamento sem queima de produto nas paredes. Com ou sem raspadores de Teflon. Fluxo radial. Pode ser combinado com tipo Pitch Blade para produzir movimento axial.
Disco de Cowles	1750-3500	Líquidos de baixa viscosidade. Dispersão e dissolução de sólidos. Fluxo axial e radial. Grande poder de dispersão de micelas.

Fonte: MMC Equipamentos

2.2. MOAGEM

Após a dispersão, seguimos para a moagem, que é o processo de desaglomeração dos pigmentos, onde as partículas de pigmentos junto ao veículo de dispersão sofrem ações de força para que haja a quebra das partículas, resultando em uma redução de tamanho do sólido, dando à mistura um aspecto uniforme. Ou seja, a moagem é uma dispersão com melhor eficiência, uma vez que separa totalmente todos os aglomerados que permaneceram unidos após terem passado pelo dispersor.

A mistura pré-dispersa é submetida à moagem em moinhos adequados. Em geral são usados moinhos verticais ou horizontais utilizando como meio de moagem areia, zircônia entre outros. A operação dentro da câmara do moinho é contínua, ou seja, o produto é forçado constantemente junto às esferas sofrendo grande pressão, permitindo o desagregamento dos pigmentos e cargas, possibilitando a estabilização dos sólidos. Tal processo permite aperfeiçoar o poder de cobertura do pigmento/tinta enquanto o mesmo estiver dentro do prazo de validade.

Abaixo, uma representação do que ocorre nesse processo:

Figura 11: Esquema da distribuição das partículas no veículo

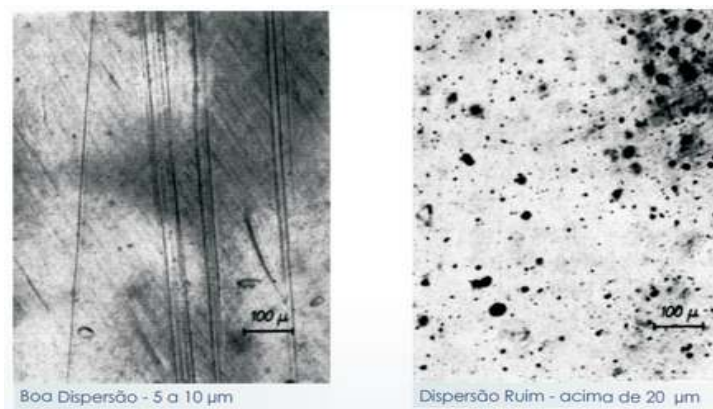


Fonte: Tríplice Cor

Para se obter um bom resultado na moagem de pigmentos, é necessário um processo livre de contaminações externas para que no final se tenha fineza total do produto, livre de granulações, e antes, uma boa dispersão que garanta que o ar existente entre as partículas seja nulo.

As partículas devem ser moídas o máximo possível, para se garantir a qualidade tanto do pigmento quanto dos produtos aos quais serão acrescentados. Segue abaixo fotos microscópicas que representam como devem se apresentar as partículas de pigmento após a moagem.

Figura 12: Fotografia microscópica do pigmento



Fonte: Tríplice cor, 2012

2.2.1. COMPONENTES DE MOAGEM

Como citado acima, para que seja possível a moagem do pigmento é necessária a escolha de um ótimo moinho. A função do moinho é produzir a moedura das cargas, a ele adicionados, padronizando um único tamanho entre todos os artigos, e aumentar o poder de homogeneização e cobertura do produto final. Para isso, existem dois tipos de moinho, os horizontais e os verticais.

Figura 13: Moinho horizontal



Fonte: Manual moinho pirâmide

Figura 14: Moinho vertical



Fonte: Manual moinho pirâmide

É de extrema importância se atentar também à limpeza das máquinas quando houver troca de material, para que não haja contaminação entre ambos.

3. CONTROLE DE QUALIDADE

Após sair da moagem, o produto é jogado em um tanque e a ele são misturados os demais componentes da fórmula que diferem cada fornecedor. Esse processo se chama completagem. E é também nessa fase que são feitos os ajustes finais de cor para que a tinta obtenha as características desejadas.

3.1. TESTES LABORATORIAIS

Cada fabricante, individualmente, define como será feito o seu controle de qualidade e quais serão as técnicas utilizadas para se criar uma cor de tinta única, diferenciando seus produtos dos demais fornecedores. Não há uma regra geral a se seguir, especificando quais deverão ser os testes laboratoriais a serem feitos, entretanto, no geral, os testes para padronizar uma linha de pigmentos são:

3.1.1. ACERTO DE TONALIDADE

É um dos testes mais importantes na fabricação de qualquer pigmento. É ele que define se o pigmento pode ou não ser liberado para descarregamento, e posterior, venda no mercado. Tendo como referência um lote padrão pré-definido, o acerto de cor é feito a partir da conferência da mesma entre ambos os lotes. No lote em teste, são adicionados, quando necessário, quantidades de outro pigmento em combinações e teores diferentes para atingir o nível mais próximo de semelhança entre ambos. No mesmo teste, é possível adicionar água, que varia de acordo com a concentração de cada padrão.

Os testes podem ser feitos de duas maneiras:

A primeira é combinando o pigmento em tinta, e após completa homogeneização, aplica-se a mistura em uma superfície lisa, sendo normalmente cartolina. Após seco, o controle da cor é feito através de um equipamento de medição chamado espectrofômetro, ou visualmente em uma cabine de leitura.

Figura 15: Cabine de Luz



Fonte: Polimate

Figura 16: Espectrofotômetro



Fonte: RGL Brasil

O segundo modo de se testar a cor é em pasta pigmentaria, onde o lote em produção será estampado em um tecido contra o lote padrão.

Após a aplicação, a cor é avaliada pelo analista responsável através de uma cabine de luz, ou então, com o auxílio de um instrumento de medição de cor chamado espectrofotômetro, que faz a leitura da amostra, comparando-a ao padrão.

Os resultados obtidos com este aparelho, normalmente, são divididos em três partes, e descritos por:

Tonalidade, caracterizada pelo símbolo DH (Hue – Tonalidade da cor). É o aspecto que nos permite diferenciar as cores, e que determina sua qualidade.

Pureza: Representada pelo símbolo DC (Chroma – Saturação da cor). É a grandeza que indica a porcentagem da cor, o quão intenso ela pode estar com relação ao padrão, ou ao contrário, o quão inferior ela se encontra quando comparada ao padrão.

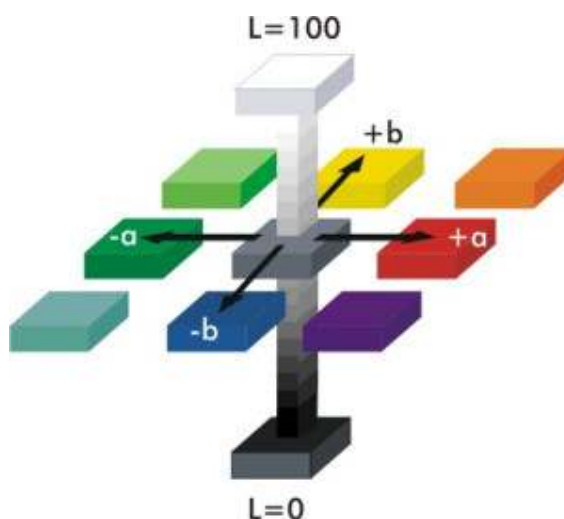
Luminosidade: É representada pelo símbolo DL (Value – Luminosidade da cor). É a qualidade que determina qual o grau de clareza da cor, e depende da porcentagem de luz que reflete na mesma. Está ligada à sensação emitida por um

objeto de tal cor, quando colocada sobre uma luz branca com intensidade permanente. As cores podem ser definidas claras (sensação intensa) ou escuras (sensação fraca).

Segue abaixo a representação geométrica das cores, que auxilia no entendimento da leitura colorimétrica, onde:

- Da: Representa a variação de cor do verde (a-) para o vermelho (a+)
- Db: Representa a variação de cor do azul (b-) para o amarelo (b+)

Figura 17: Quadro geométrico das cores



Fonte: Quimanil – Corantes e Auxiliares, 2010

De acordo com os valores obtidos por meio da medição da amostra no espectrofotômetro, podemos interpretar os resultados da seguinte forma:

Tabela 3: Resultados da leitura no espectrofotômetro

Resultados	> 0	< 0
DL*	Amostra é mais clara que o padrão.	Amostra é mais escura que o padrão.
Da*	Amostra é mais avermelhada que o padrão.	Amostra é mais esverdeada que o padrão.
Db*	Amostra é mais amarelada que o padrão.	Amostra é mais azulada que o padrão.

Fonte: Quimanil – Corantes e auxiliares, 2010

Através dos parâmetros acima, é obtido o resultado entre a diferença do lote em análise com relação ao padrão. Este valor é denominado DE.

Recomenda-se que haja uma variável máxima nos eixos entre 0,5 e 1, onde valores próximos a zero denotam maior compatibilidade com o padrão.

3.1.2. TESTE DE FINURA

A partir de um grindômetro, o analista pode observar a finura das partículas do pigmento. Para tal, espalha-se uma quantidade de amostra do pigmento em uma caneleta em forma de cunha para se constatar em qual profundidade as partículas da tinta começam a apontar à superfície da amostra. Se houver grande quantidade de partículas, o produto deve continuar em moagem para que os aglomerados restantes sejam dispersos completamente.

3.1.3. CONTROLE DE VISCOSIDADE

É um parâmetro muito importante para definir a estabilidade, manuseio e aplicação do pigmento. Viscosidade é a propriedade de fluidez do pigmento. Cada fabricante tem uma faixa de viscosidade, que é determinada de acordo com a concentração, características de um pigmento ou necessidades de um cliente.

A maneira mais exata de se medir a viscosidade de um pigmento é através de um viscosímetro Brookfield. A viscosidade é calculada através da multiplicação em % de torque por um fator x, que é fornecido por uma tabela padrão.

Figura 18: Viscosímetro Brookfield



Fonte: Braseq, 2011

3.1.4. pH (POTENCIAL HIDROGENIÔNICO)

Índice que sugere a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. O pH pode ser determinado através do aparelho phmetro, que consiste em um eletrodo conectado a um potenciômetro, e pode variar de 0 – 14. Abaixo, segue a classificação do índice de pH:

- pH 0 a 7 - soluções ácidas
- pH = 7 - soluções neutras
- pH acima de 7 - soluções básicas ou alcalinas.

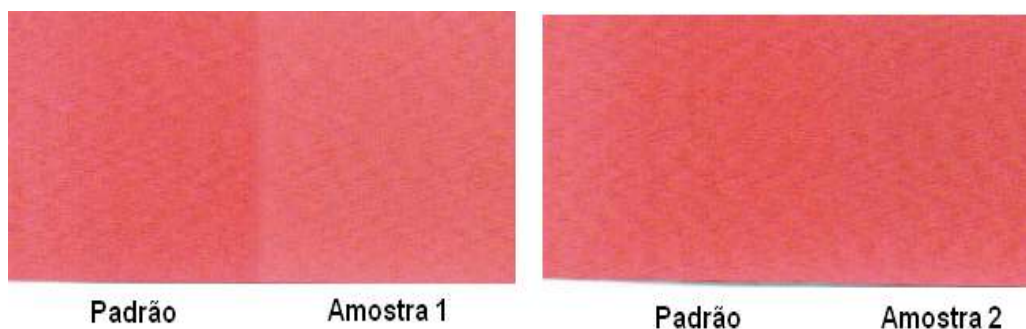
Para o pigmento, a faixa ideal é de 8.0 – 10.0. Essa especificação está relacionada à estabilidade e compatibilidade do pigmento com o meio de aplicação.

Após os acertos de cor e liberação do controle de qualidade, o produto entra em fase final onde é envasado em embalagens pré determinadas, que garantem a quantidade exata de tinta para cada recipiente. Durante o processo de descarregamento, a tinta é filtrada, para que não haja resquícios de partes sólidas, que podem vir a prejudicar o processo de algum cliente.

Foram realizados alguns testes com várias cores em laboratório, pesando-se a amostra em tinta e aplicando-a sobre a cartolina contra o respectivo lote padrão,

para melhor entendimento dos métodos aplicados para avaliação e liberação do produto no controle de qualidade. Abaixo, seguem os resultados:

Figura 19: Teste de qualidade pigmento vermelho



Na figura acima, é possível observar com clareza que a amostra número um foi reprovada, pois está nitidamente mais fraca que o padrão. Já a amostra número 2, foi aprovada por estar dentro dos parâmetros de liberação.

Figura 20: Teste de qualidade pigmento preto



Já na figura número 20, nota-se que a amostra 1 está mais forte ao ser confrontada contra o padrão. Para que este lote possa ser liberado, é adicionada água ao pigmento, com o objetivo de igualar ambas as concentrações, para que assim o produto possa ser liberado, como demonstra a amostra 2.

4. MEIO AMBIENTE

Sustentabilidade ambiental se tornou um dos temas mais importantes abordados pela humanidade. Os recursos naturais estão cada vez mais escassos e o ser humano tem como dever principal encontrar formas de minimizar os danos causados pela falta de comprometimento com o meio ambiente. O maior desafio é associar o bem estar da sociedade sem comprometer o que ainda nos resta, a fim de garantir uma vida digna e plena para as gerações futuras. Para alcançar tal objetivo, devemos encontrar maneiras de explorar os recursos naturais ainda existentes de uma forma menos abrasiva, além de recuperar o que possivelmente já foi explorado. Porém, o mais importante é buscar mudanças econômicas, culturais e políticas a fim de equilibrar e renovar as atividades de produção e consumo.

Regressando ao passado, é possível observar que o homem que vivia naquela época só retirava da terra aquilo que necessitava, para logo em seguida restituir aquilo que foi aproveitado. Todavia, com o aumento acelerado da população, e a necessidade cada vez maior de se ampliar a produção de necessidades básicas como, alimentos, vestuário e comodidade, os recursos naturais passaram a ser utilizados de forma indiscriminada e precipitadamente agravou-se o estado, já crítico, do meio ambiente.

Ao analisar os abusos sofridos pelo meio ambiente nos últimos anos, é possível sinalizar um cenário impreciso e preocupante em relação ao futuro. É de extrema urgência que a sociedade se conscientize e busque formas de inverter essa situação, a fim de colher resultados positivos em alguns anos, garantindo o bem estar e sobrevivência dos que hoje vivem, e também daqueles que estão por vir.

Para que seja possível aplicar idéias sustentáveis dentro de uma empresa, é necessário analisar qual a melhor solução para a reutilização dos produtos já finalizados, além da utilização consciente dos recursos naturais.

Uma das maneiras mais eficazes de diminuir os danos causados à natureza é procurar evitar o desperdício. A compra exagerada de matéria prima se torna um erro gravíssimo, pois nem todo material adquirido pela empresa será processado e transformado em produto acabado. Um dos motivos de perda de material pode ser

provocado pelo mau manuseio de um operador, que não teve orientação correta para manipular o produto. Por isso, é de extrema importância que as empresas façam regularmente treinamentos com seus funcionários, a fim de sanar qualquer dúvida que o mesmo possa ter com relação ao processo de fabricação de cada produto.

Assim como há grande preocupação com o manuseio de produtos químicos, existe também a apreensão com o manuseio do pigmento, materiais inertes e insolúveis. Manipulação de lixo, monitoramento e controle da fonte de emissão, e o correto procedimento para controlar o derramamento de materiais que são potencialmente nocivos ao meio ambiente, são fontes de atenção para as empresas do ramo, que de modo geral se preocupam com a proteção e preservação do meio ambiente nos dias de hoje.

Outra forma de se evitar danos ao meio ambiente é dar destino certo aos seus resíduos. Em uma empresa de tinta, por exemplo, é necessária a captação da água proveniente dos processos de fabricação do pigmento, que deve passar por um tratamento antes de ser despejada e ir parar no esgoto. Porém, antes de descartar essa água, as empresas podem reaproveitá-la no próprio processo de fabricação do produto, coletando-a em um reservatório, separados por cores, e em uma nova dispersão, reutilizá-la, evitando assim o descarte desnecessário. Há empresas também que preferem investir em maior número de moinhos, evitando a lavagem desnecessária das máquinas, dessa forma gerando menos efluentes poluidores.

São opções simples, que ao serem aplicadas à indústria, contribuem para a reciclagem e reaproveitamento do material até então considerado lixo, e que ao ser descartado de maneira imprudente, geraria custos extras à empresa, além de desgastar o meio ambiente.

Com a grande preocupação por qualidade de vida e o apelo mundial pela valorização do meio em que vivemos, as empresas visam por ações no dia-a-dia que favoreçam o desenvolvimento e a sustentabilidade ecológica, buscando por melhorias em seu processo de produção, no intuito de reduzir os impactos

ambientais, tornando a idéia do reaproveitamento uma excelente arma contra os possíveis danos à natureza.

5. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, foi possível observar o quão rígidos são os testes para que o pigmento passe pelo controle de qualidade, enfatizando a importância do entendimento, por parte dos profissionais da área em geral, sobre o assunto.

O presente trabalho obteve sucesso ao atingir seu objetivo principal, que era auxiliar na divulgação da ciência das cores, que se tornaram ao longo dos séculos cada vez mais indispensáveis ao ser humano. É de extrema importância buscar constantemente conhecimento, e as informações apresentadas ao longo deste trabalho, contribuem para o melhor entendimento sobre como chegar às diferentes tonalidades de cores existentes em nosso dia a dia.

Como sugestão para pesquisas posteriores, ressalto a importância de se buscar sempre melhorias contínuas durante o processo, como revisão de fórmulas, adição de componentes que auxiliem o processo e também análises sobre qual o melhor grau de finura das partículas de cada tipo de pigmento. Com os resultados de tal pesquisa, pode-se melhorar o tempo de moagem dos pigmentos, e também otimizar o tempo e gastos com o descarregamento dos mesmos, pois quanto menor a partícula de pigmento, mais eficiente e lucrativo será o seu processo.

6. REFERÊNCIAS

600, Datacolor. RGL Brasil. Disponível em: <<http://www.rgl-brasil.com.br/index.php/areas-de-negocio-1/datacolor/espectrofotometros/datacolor-600.html>> Acesso em: 21 out. 2013.

AGITADORES para líquidos. MMC equipamentos. Disponível em: <<http://www.mmc-equipamentos.com.br/folderAgitadores.htm>> Acesso em: 09 out. 2013.

ASTA, Equipe. Pré – Dispersão ou Moagem. 2012. Disponível: <<http://www.astaquimica.com.br/pigmentocor/?p=397>> Acesso em: 11 out. 2013.

BYK. *Aditivos dispersantes e umectantes*. Informações técnicas. Alemanha, 2008.

CABINE de luz minimatcher. Polimate. Disponível em: <<http://www.polimate.com.br/poli/colorimetros-por-reflectancia/397-cabine-de-luz-serie-minimatcher.html>> Acesso em: 10 out. 2013

COLORIMETRIA. Quimanil corantes e auxiliares. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.quimanil.com.br/empresa/informacoes_detalhe.php?id=7> Acesso em: 20 out. 2013.

CONSUMO de tintas e vernizes. Sitivesp, 2012. Disponível em: <<http://www.sitivesp.org.br/indicadores-consumo-de-tintas>> Acesso: 06 set. 2013.

COR, Tríplice. Processo de desaglomeração dos pigmentos (Pré- dispersão ou Moagem). Publicado: 16/01/2012. Disponível em: <<http://www.triplicecor.com.br/corantes/tag/moagem-dos-pigmentos/>> Acesso em: 11 out. 2013.

FONDELO, Luiz. Pinturas rupestres de Lascaux. Disponível em: <<http://saibadearte.blogspot.com.br/2010/04/pinturas-rupestres-de-lascaux.html>> Acesso em: 08 set. 2013

Goniômetro. Fisiostore. Disponível em: <<http://www.fisiostore.com.br/goniometro-20cm--fisiostore,product,FSTO-GONGR,604.aspx>><http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992007000500018#fig02> Acesso: 09 out.2013.

MOREIRA, Claudemir. *Espectrofotômetro e cabine de luz: Ferramentas para o controle de qualidade de masterbatches*. Monografia (Curso Superior em Produção com ênfase em plásticos) – Centro Tecnológico da Zona Leste. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

O setor de tintas no Brasil. Abrafati. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>> Acesso em: 14 out. 2013.

PÁ tipo âncora com raspador teflon. Will máquina. Disponível em:
<<http://www.willmaquinas.com.br/maquinas/tanque-misturador-em-aco-inox-304-800-litros/>> Acesso em: 13 nov. 2013.

SULZER. Agitadores SCABA verticais montadas no topo. Disponível em:
<<http://www.sulzer.com/pt/Products-and-Services/Agitators-Mixers-and-Dispensers/Agitators-Dynamic-Mixers/Scaba-Top-Mounted-Agitator>> Acesso em: 13 nov. 2013.

TECHNOLOGIES, Dupont. Dispersão de pigmentos da Dupont em líquidos. EUA, 2002.