

## IMPLANTAÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE DISPERSÃO NA INDÚSTRIA DE TINTAS FLEXOGRÁFICAS

**Mayara Nadir Cucharó** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**Flávio Gramolelli Junior** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**Carlos Eduardo Martins** ( Apa Color)

### RESUMO

A indústria de tintas e vernizes é um dos ramos com diversas necessidades dos profissionais da área de Química (Orgânica, Inorgânica, Polímeros, Físico-Química, etc.), sendo que esse setor tem como principais objetivos fornecer proteção e embelezamento nas superfícies aplicadas. Para a produção de tintas, se faz necessário o processo de fabricação das bases pigmentadas concentradas, no qual a etapa de pré-moagem ou também chamada de dispersão do pigmento em um veículo de umectação é essencial para adquirir um produto com alto rendimento e qualidade. Este trabalho aborda estudos efetuados para apresentar uma nova metodologia de avaliação do grau de dispersão em pigmentos na indústria de tintas flexográficas, considerando o embasamento em especificações técnicas no sentido de liberação para a etapa de moagem, garantindo assim maior desempenho, redução de custo e eficiência no processo. Os métodos utilizados para análise de desempenho da nova metodologia foram aplicados em um Pigmento Orgânico base água Azul 15:0. A análise foi realizada em duas etapas: teste em escala laboratorial e escala industrial. Cada etapa foi realizada com duas formulações. O primeiro teste foi feito a partir da formula padrão F1, que é utilizada atualmente no processo de fabricação da empresa. Em seguida foi notória a melhoria de formulação para o processo e foi realizado o teste com nova formulação F2. Levando-se em consideração os resultados obtidos, conclui-se que é viável a implementação da nova metodologia, tendo em vista que os resultados indicaram maior eficiência e possibilidade de aumento de produção, bem como redução de operação do processo e menor consumo de mão-de-obra e maquinário.

**Palavra-chave:** Dispersão de pigmentos, tintas flexográficas, moagem, pigmentos base de água.

### ABSTRACT

The paint and varnishes industry is one of the branches with diverse needs of professionals in the area of Chemistry (Organic, Inorganic, Polymers, Physical Chemistry, etc.), and this sector's main objectives are to provide protection and beautification on the applied surfaces. For the production of paints, the manufacturing

process of concentrated pigmented bases is necessary, in which the pre-grinding step or also called pigment dispersion in a wetting vehicle is essential to acquire a product with high yield and quality. This work addresses studies carried out to present a new methodology for assessing the degree of dispersion in pigments in the flexographic ink industry, considering the basis on technical specifications in the sense of release for the grinding step, thus ensuring greater performance, cost reduction and efficiency in the process. The methods used for performance analysis of the new methodology were applied in a 15: 0 Blue Water-based Organic Pigment. The analysis was carried out in two stages: testing on a laboratory scale and industrial scale. Each stage was performed with two formulations. The first test was made using the standard formula F1, which is currently used in the company's manufacturing process. Then the formulation improvement for the process was noticeable and the test was performed with a new formulation F2. Taking into account the results obtained, it is concluded that the implementation of the new methodology is feasible, considering that the results indicated greater efficiency and the possibility of increasing production, as well as reducing the operation of the process and lower consumption of labor. labor and machinery.

**Keywords: Dispersion of pigments, Flexographic paints, Grinding, Water-based pigments.**

## **1. INTRODUÇÃO**

A indústria de flexografia envolve a impressão de substratos, sejam rótulos ou papéis ondulados, por meio de um clichê, que é um material feito de fotopolímero ou outro tipo de borracha com a informação desejada em relevo, para que assim a tinta seja transferida do clichê para o substrato (GRAVAPAC; INSTITUTO DE IMPRESSÃO, 2014?).

Para a fabricação da tinta que é aplicada no substrato é necessária a produção dos seus componentes básicos, como verniz e base pigmentada, sendo que na fabricação da base pigmentada encontra-se o processo de dispersão e moagem do pigmento, conforme fluxograma da Figura 1.

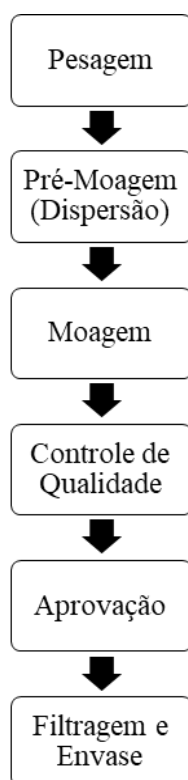


Figura 1: Fluxograma de processo de fabricação de bases pigmentadas  
Fonte: da autora.

Os processos de dispersão e moagem de pigmento são fundamentais para a obtenção de um produto com alto rendimento e qualidade, podendo ser um ponto chave na melhoria dos processos industriais. Sabe-se que atualmente cada vez mais o mercado pressiona a redução de custos em todas as áreas de uma empresa, principalmente na área de processos produtivos. No entanto, para reduzir custo, aumentar a produtividade e otimizar o processo não se torna viável a aquisição de equipamentos inovadores e outras tecnologias. O que se torna interessante é melhorar o processo utilizando novas técnicas e controles nas tecnologias já existentes no processo (CRUZ, 2018?).

No processo de fabricação das bases pigmentadas existem algumas etapas conforme fluxograma demonstrado na Figura 1, sendo que uma das etapas é a pré-moagem ou também chamada de dispersão do pigmento em um veículo de umectação. Após a etapa de dispersão é feita a moagem da base pigmentada, sendo esta última acompanhada pelo laboratório de controle de qualidade. No entanto, na etapa de dispersão, não há controle de qualidade que aprove a base para a etapa seguinte, ou seja,

de moagem, acarretando conseqüentemente na ocorrência de dificuldades nesse processo.

Desta forma, para a metodologia de estudo deste trabalho, foi escolhido o pigmento orgânico base água Azul 15:0, levando em consideração tanto características intrínsecas do material como absorção a óleo, como também características da mistura subsequente como viscosidade, homogeneização da base, pH, grau de moagem e poder tintorial.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A flexografia é um sistema de impressão gráfica no qual se utiliza um molde, denominado clichê, que pode ser de borracha ou fotopolímero, o qual tem a sua superfície impressa em relevo. Esta tecnologia é usada para imprimir em diferentes filmes plásticos e papéis. São usadas tintas líquidas, a base de água ou solvente, e uma de suas vantagens é a diversidade de impressão em variados suportes com diferentes durezas e superfícies (ABTG, 2018?). O tipo de tinta que está sendo amplamente utilizado nesse tipo de impressão, por questões ambientais, é a tinta base d'água, sendo esta menos poluente comparada à base solvente.

Define-se tinta como uma dispersão de componentes sólidos em meio líquido no qual, ao ser aplicada sobre um substrato, sofre um processo de cura, formando uma película com a função de proteger, decorar ou dar acabamento para o determinado tipo de uso. E ainda, segundo Fazenda (2005), tintas aquosas são produzidas com resinas sintéticas compatíveis com o uso da água como solvente. A modificação para a compatibilidade neste meio é realizada por meio dos polímeros contidos nas matérias-primas e também no processo geral de fabricação da tinta.

O processo de sistemas base d'água é similar ao processo base solvente, apresentando desempenho equivalente, entretanto possui algumas vantagens como não ser inflamável, menor quantidade de emissões de gases poluentes no ar e adequação facilitada em processos de pintura, por outro lado, dispõe da desvantagem de necessitar de matérias-primas específicas, menor variedade de resinas compatíveis e secagem mais lenta quando comparada a sistemas base solvente.

De maneira geral, a tinta é composta por resinas, solvente, pigmento e aditivos, visto que o solvente atua com a finalidade de dissolver a resina e regular a viscosidade. A resina é responsável pelas propriedades de aderência, impermeabilidade e flexibilidade das tintas, além de ser o ligante do pigmento. Os pigmentos são responsáveis em conferir cor e propriedades de resistências, já os aditivos têm funções de melhoramento da tinta, tais como eficiência de espuma, secagem, brilho, etc. (FAZENDA, 2005).

Os pigmentos podem ser inorgânicos ou orgânicos, sendo que os pigmentos inorgânicos são todos os pigmentos brancos, cargas, coloridos, sendo sintéticos ou naturais, de estrutura de compostos inorgânicos. (FAZENDA, 2005). Já os pigmentos orgânicos são classificados como corantes orgânicos insolúveis no meio em que estão sendo utilizados. (FAZENDA, 2005). A tabela 1 apresenta a diferença das características entre pigmentos orgânicos e inorgânicos.

Para a área gráfica, algumas características dos pigmentos devem ser levadas em consideração, tais como: preço, qualidade, poder de intensidade, tonalidade correta, transparência ou opacidade, brilho, fluidez e estabilidade.

Tabela 1: Diferença das características entre pigmentos orgânicos e inorgânicos.

<b>Característica</b>	<b>Pigmento Orgânico</b>	<b>Pigmento Inorgânico</b>
<b>Resistência térmica</b>	Média a baixa	Alta
<b>Solidez à luz</b>	Diversos níveis	Sempre alta
<b>Poder de cobertura</b>	Baixo	Alto
<b>Poder de tingimento</b>	Alto	Baixo
<b>Densidade</b>	Baixa	Alta
<b>Tamanho de partícula primária</b>	Pequeno (0,01 a 0,2 microns)	Grande (>0,2 microns)
<b>Gama de cores</b>	Grande	Limitada
<b>Impacto ambiental</b>	Mínimo	Crítico em alguns casos

Fonte: Clariant, 2012.

Um exemplo de estrutura de pigmento pode ser observado na figura 2. Trata-se de um pigmento orgânico azul 15:0, sendo este constituído por hidrocarbonetos, nitrogênio e cobre.

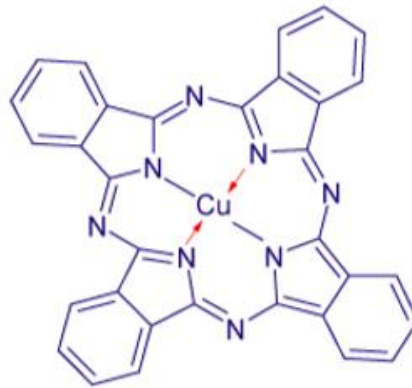


Figura 2: Estrutura de pigmento orgânico Ftalocianina de cobre.

Fonte: Clariant, 2012.

A indústria de tintas compreende a sua produção em lotes, facilitando possíveis ajustes no processo. Além disso, é possível a fabricação de bases pigmentadas concentradas e vernizes compostos para otimização do processo de produção de tintas. As principais etapas de fabricação são dispersão, moagem e completagem (FAZENDA, 2005), conforme fluxograma na figura 3.

A dispersão de pigmentos é a integração de partículas em pó em um veículo de umectação em fase líquida, acarretando em um componente homogêneo e estável.

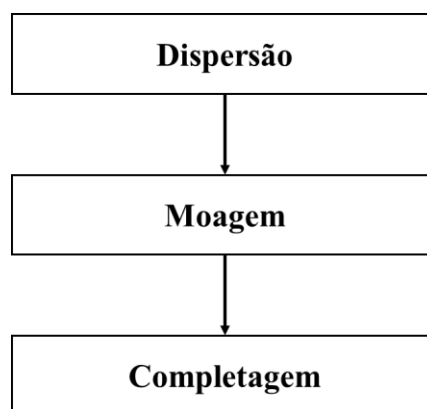


Figura 3: Principais etapas do processo de fabricação.

Fonte: da autora.

O propósito da etapa de dispersão é quebrar mecanicamente os aglomerados, possibilitando maior umectação da superfície do pigmento (FAZENDA, 2005). A figura 4 demonstra a quebra do aglomerado de pigmento, sendo transformados em agregados e partículas primárias.

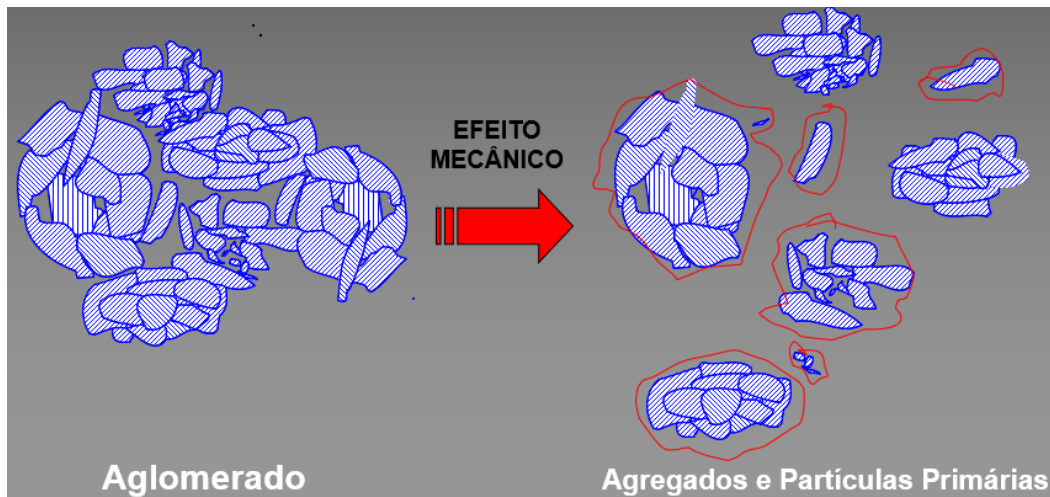


Figura 4: Efeito mecânico da dispersão de pigmentos.  
Fonte: HARBS, 2006.

Para obtenção de uma dispersão adequada é necessária a utilização de um disco dispersor conhecido como cowless, no qual consiste em um disco serrado com as bordas alternadas, conforme figura 5.



Figura 5: Disco dispersor tipo cowless.

Fonte: Soluções industriais, 2019.

Para a realização desse processo são realizados diversos cálculos, como: diâmetro e altura do tanque, diâmetro do disco, velocidade de rotação e posicionamento da haste com disco. Além disso, a formação do vórtice deve funcionar através do movimento de uma partícula que está localizada na superfície se mova até o fundo antes de completar uma revolução no tanque de mistura, de acordo com a figura 6 (FAZENDA, 2005).

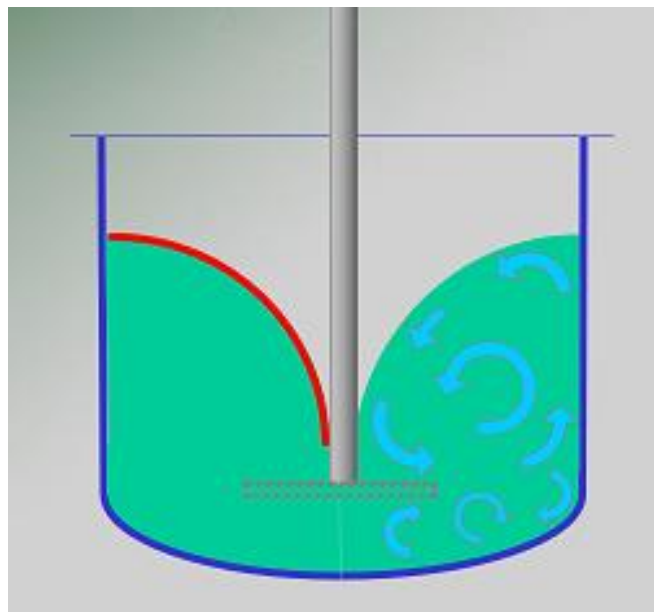


Figura 6: Circulação do produto e formação do vórtice.

Fonte: HARBS, 2006.

Para a etapa de moagem, podem ser utilizados diversos tipos de moinhos, sendo os mais usuais o moinho vertical e o horizontal, sendo que este último possui o melhor desempenho. O moinho horizontal apresenta melhor eficiência, pois a energia cinética é maior, favorecendo a moagem de bases pigmentadas com viscosidades mais altas e com pigmentos de difícil dispersão.

O moinho agitador de esferas horizontal tem a função de realizar a moagem contínua de dispersões pigmentadas. O eixo agitador de disco atua sobre a base pigmentada com alta intensidade através de toda a câmara de moagem. (HARBS, 2006)





Figura 7: Moinho agitador de esferas horizontal

Fonte: HARBS, 2006.

A base de moagem passa através da região de cisalhamento, neste momento ocorre a quebra dos aglomerados, sendo que o pigmento possui um tamanho de partícula definido. Nessa etapa é definida todas as especificações da base final, que dependerá do resultado esperado na tinta utilizada (FAZENDA, 2005).

Levando em consideração as etapas finalizadas de dispersão e moagem, o processo é finalizado com a etapa de completagem, que se constituem na redução da base pigmentada concentrada com o restante dos componentes, como o solvente, neste caso água, resinas acrílicas e aditivos, tais como antiespumantes e preservantes. Além disso, essa etapa caracterizará as especificações finais do produto, tais como viscosidade e pH.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os métodos utilizados para análise de desempenho da nova metodologia foram aplicados em um Pigmento Orgânico base água Azul 15:0. A análise foi realizada em duas etapas: teste em escala laboratorial e escala industrial.

Com base no fluxograma apresentado na figura 1, a produção de uma base pigmentada passa por algumas etapas, iniciando pela pesagem das matérias-primas,

sendo que pelo procedimento de operação existe a primeira parte, no qual será adicionado o veículo de moagem e em seguida o pigmento.

Para o teste realizado em escala laboratorial foram necessários os seguintes equipamentos: cuba de moagem de laboratório, dispersor de laboratório, esferas de vidro, baguetas, béquer de plástico e balança semi-analítica. Além disso, as matérias-primas necessárias foram: água, resina acrílica, estabilizador de pH, dispersante, antiespumante, preservante e pigmento.

A análise inicial tratou-se de viscosidade e pH, sendo que a temperatura da amostra estava similar à temperatura do processo (aproximadamente 45°C). Após as medições e compilação dos resultados, o produto foi liberado para a etapa de moagem, sendo que nesta etapa foi feito um acompanhamento no processo, para análise da moagem feita nessas condições iniciais, obtendo assim um parâmetro de controle para o próximo teste de dispersão em escala industrial. Após a finalização da moagem, as seguintes análises foram realizadas: viscosidade, pH, grau de moagem, poder de tingimento e tinta monopigmentada, todas estas comparadas ao padrão do pigmento pesquisado.



Figura 8: Viscosímetro Copo Ford 8.

Fonte: Generalmed, 2019.

A análise de viscosidade inicial foi praticada em viscosímetro Copo Ford 8 (figura 8), cuja operação consistiu em fechar o orifício do Copo Ford com o dedo e preenche-lo com a amostra até o nível mais elevado, retirando-se posteriormente o dedo do orifício e acionando simultaneamente o cronômetro. Quando o fluxo de escoamento é cessado, anota-se o tempo do escoamento transcorrido em segundos.

O teste de pH foi feito com aparelho pHmetro. Após a calibração do pHmetro, com a amostra na temperatura de controle (seja de processo ou ambiente), mede-se o

valor de pH. Lava-se o eletrodo com água corrente e insere-se na amostra, aguarda-se o som “beep” e confere-se o valor apontado no equipamento.



Figura 9: pHmetro de bancada.

Fonte: ANALYSER, 2019.

O teste de grau de moagem foi realizado com o equipamento grindômetro (figura 10). Após etapa de dispersão e moagem foi recolhida uma alíquota da amostra e aplicada com a régua raspadora levemente inclinada para frente, estendendo-se a base pigmentada ao longo de todo equipamento. Efetua-se a leitura, levando o grindômetro à altura dos olhos e contra luz, verificando no grindômetro a parte da extensão que apresenta visualmente a amostra com aspecto uniforme e sem partículas. Na lateral do equipamento checa-se a escala, em microns. Em fase de moagem final o valor ideal é abaixo de cinco microns.

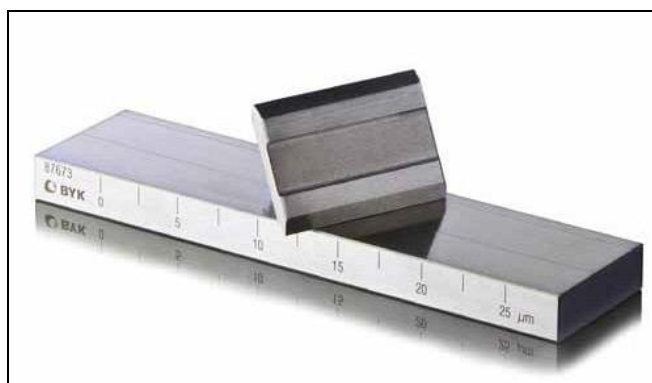


Figura 10: Equipamento grindômetro e régua raspadora.

Fonte: Direct Industry, 2019.

O teste de poder de tingimento é baseado em um método interno, que é realizado após o processo de moagem, onde é comparado com um padrão físico. Esse método consiste em pesar 20g de base pigmentada feita com Dióxido de Titânio e 2g de amostra da base analisada, e em outro béquer realizar o mesmo procedimento, porém utilizando 2g da base padrão. Após a pesagem realiza-se a homogeneização com pincel e, em seguida, retira-se uma alíquota e aplica-se sobre um papel branco tarjado, no qual é possível verificar a diferença de tingimento e tonalidade, conforme demonstrado na figura 11.



Figura 11: Determinação de poder de tingimento em papel tarjado.

Fonte: da autora.

Além desses testes é preparada uma tinta monopigmentada para conclusão da avaliação de desempenho da nova metodologia aplicada no processo de fabricação da base pigmentada. A composição da tinta resume-se em: verniz composto, base pigmentada, água e antiespumante. Após a pesagem desses itens é feito a homogeneização em agitador, mede-se a viscosidade em viscosímetro copo Zahn 2 e pH, após verificado se os parâmetros estão similares entre amostra e padrão, é feita uma aplicação da tinta em papel branco tarjado utilizando equipamento Handproofer, conforme Figura 12.

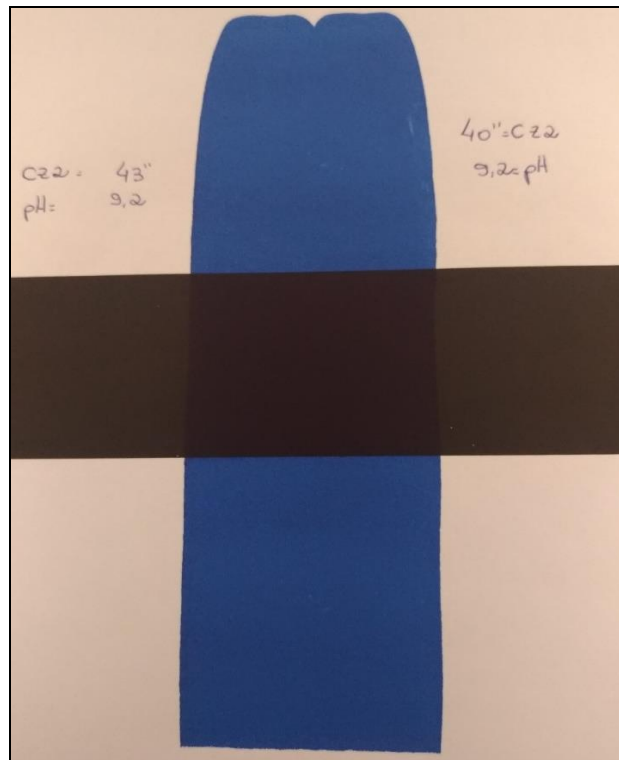


Figura 12: Aplicação tinta monopigmentada em papel tarjado.

Fonte: da autora.

No procedimento em escala industrial, foram necessários os seguintes equipamentos: dispersor, balança, moinho de esferas horizontal. Além disso, as matérias-primas necessárias foram: água, resina acrílica, estabilizador de pH, dispersante, antiespumante, preservante e pigmento. As análises realizadas foram as mesmas do procedimento em escala laboratorial, levando em consideração alguns parâmetros de controle como: tempo de dispersão, vazão no moinho, temperatura e pressão de processo de moagem.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os comparativos na tabela 2 apresentam dados obtidos pela metodologia aplicada em um pigmento orgânico azul, relativo ao colour index PB 15:0.

Para realização dos testes foram feitos primeiro um em escala laboratorial para conferência do processo e em seguida um teste em escala industrial, para comprovação da reprodutibilidade da metodologia.

O primeiro teste foi feito a partir da fórmula padrão F1, que é utilizada atualmente no processo de fabricação da empresa. Em seguida foi notória a melhoria de formulação para o processo e foi realizado o teste com nova formulação F2, conforme Tabela 1.

Tabela 2: Comparativo de formulações testadas em laboratório.

<b>Testes</b>	<b>Teste 1</b>	<b>Teste 2</b>
<b>Formulação</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
<b>Resina</b>	27%	23%
<b>Dispersante</b>	3%	4%
<b>Água</b>	35,30%	37%
<b>Pigmento</b>	34%	33%
<b>Aditivos</b>	1%	3%
<b>Total</b>	100%	100%

Fonte: da autora.

No teste em laboratório com formulação F1, foi possível notar maior dificuldade no processo de dispersão, sendo necessário um tempo de 45 minutos para dispersão completa, além disso verificou que foi necessário adicionar uma correção com solvente (água) para facilitar o processo de dispersão, pois a viscosidade da base pigmentada ficou alta para o processo podendo gerar dificuldade na etapa de moagem. Foi verificado que o pigmento azul orgânico PB 15:0 apresentou uma maior absorção a óleo, tornando maior a viscosidade do meio, sendo necessário aperfeiçoamento da formulação, com maior adição de dispersante e solvente, além disso foi evidenciado que a formulação F1 não incluía um tipo de glicol (inclusive no item aditivos na formulação F2), no qual também auxiliou a melhoria na nova formulação. Após as constatações feitas no teste com formulação F1, foi realizado um teste com nova formulação F2, e notou-se que houve melhora no tempo dispersão diminuindo para 30 minutos. Além disso foi possível verificar que o grau de moagem e viscosidade melhoraram, conforme dados na tabela 3.

Esses parâmetros obtidos servirão de base para implementação da nova metodologia de avaliação do grau de dispersão, utilizando-os como valores de referência de aprovação para a etapa seguinte (moagem).

Tabela 3: Resultados de testes com as formulações F1 e F2 na etapa de dispersão.

<b>Testes</b>	<b>Teste 1</b>	<b>Teste 2</b>
<b>Formulação</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
<b>Grau de fineza - Grindômetro</b>	8 microns	6 microns
<b>Tempo de dispersão</b>	45 minutos	30 minutos
<b>Viscosidade Copo Ford 8</b>	20 segundos	13 segundos
<b>pH</b>	9,3	9,3

Fonte: da autora.

Em seguida, foi feito um comparativo de teste de poder tintorial, pleno e tinta monopigmentada, de forma a conferir o desempenho final da nova reformulação, e cujos resultados foram similares à fórmula padrão, conforme dados na tabela 4.

Tabela 4: Resultados obtidos após moagem das formulações F1 e F2.

<b>Testes</b>	<b>Teste 1</b>	<b>Teste 2</b>
<b>Formulação</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
<b>Poder tintorial</b>	100%	98%
<b>pH</b>	9,2	9,3
<b>Viscosidade Copo Zahn 2</b>	30"	17"
<b>Tinta monopigmentada</b>	Similar ao padrão	Similar ao padrão

Fonte: da autora.

Após certificação de desempenho superior da formulação e parâmetros de controle iniciais estabelecidos, foi produzido um teste industrial utilizando nova formulação F2 e realizado acompanhamento em todas as etapas de processo, validando a nova metodologia de avaliação.

Na etapa de dispersão foi verificado que a nova formulação apresentou bom desempenho. Foi possível notar que a dispersão estava mais "leve", sem dificuldades para homogeneizar com o remo, no qual verificou-se que não havia fundo de pigmento no tanque da base pigmentada. Após essa verificação, mediu-se a temperatura, utilizando um termômetro do tipo espeto (T=43,6°C) e realizou-se a coleta de uma amostra, executando-se os testes dos parâmetros da nova avaliação do grau de dispersão, conforme dados na tabela 5.

Tabela 5: Resultados obtidos após avaliação do grau de dispersão.

<b>Métodos</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	40°C - 45°C	43,6°C
<b>Viscosidade CF 8 (s)</b>	6” – 10”	7”
<b>pH</b>	9,0 – 10,0	9,3
<b>Grau de fineza</b>	6 – 8 microns	6 microns
<b>Tempo de dispersão</b>	Máx.: 30 minutos	30 minutos

Fonte: da autora.

Em seguida, a base pigmentada dispersa foi aprovada para a etapa de moagem, tendo sido feita avaliação durante os 3 passes realizados no processo (tabela 6), onde foi possível verificar maior eficiência e controle tanto na temperatura, como na pressão do moinho, além de constatar melhora de vazão, quando comparado com a formulação F1 (fórmula padrão no processo).

Tabela 6: Resultados dos parâmetros observados durante o processo de moagem.

<b>Parâmetros</b>	<b>Passe 1</b>	<b>Passe 2</b>	<b>Passe 3</b>
<b>Rotação</b>	1200 RPM	1200 RPM	1200 RPM
<b>Vazão</b>	9,33 kg/min	10,76 kg/min	9,66 kg/min
<b>Temperatura</b>	44°C	48°C	48°C
<b>Pressão da câmara</b>	0,7 Bar	0,7 Bar	0,7 Bar
<b>Pressão da bomba</b>	7,5 kgf/cm <sup>2</sup> .	7,0 kgf/cm <sup>2</sup> .	7,0 kgf/cm <sup>2</sup> .

Fonte: da autora.

A tabela 7 apresenta um comparativo entre as duas formulações, sendo que a formulação F1 não havia sido formulada com base nos parâmetros da metodologia de avaliação do grau de dispersão e, por sua vez, a formulação F2, foi a adequação do método padrão para o novo método, objetivando o aprimoramento e ajuste aos critérios estabelecidos como fundamentais para um processo eficiente. No qual notou-se maior vazão no processo, sendo que a nova formulação quase dobrou o valor de vazão da primeira. Por outro lado, também se observou que o moinho operou com maior



eficiência e sem apresentar desgastes e correções durante o processo, permanecendo constante e dentro dos limites estabelecidos pelo controlador do equipamento.

Tabela 7: Comparativo da vazão entre formulações F1 e F2.

<b>Testes</b>	<b>Formulação</b>	<b>Cálculo: Vazão em L/h</b>
<b>Teste 1</b>	F1	263,16
<b>Teste 2</b>	F2	512,07

Fonte: da autora.

Após finalização do ciclo de moagem e etapa de completagem foram feitas as análises de controle da etapa e comparadas com padrão da base pigmentada azul, no qual obteve-se os resultados apresentados na tabela 8.

Tabela 8: Resultados obtidos após a completagem.

<b>Análises</b>	<b>Especificações técnicas</b>	<b>Resultados</b>
<b>Viscosidade em Copo Zahn 2</b>	25'' – 30''	27''
<b>pH</b>	9,0 – 10,0	9,5
<b>Poder tintorial</b>	98% - 100%	100%
<b>Rendimento</b>	Mín.: 95%	100%

Fonte: da autora.

Logo após a aprovação da base pigmentada, foi feito o último teste para validação do processo, no qual consistiu em pesagem de uma tinta monopigmentada, composta por verniz, base pigmentada e água. No qual foi feita a comparação com formulação padrão (F1), obtendo mesmo resultado de transferência, viscosidade, pH, brilho, tonalidade e estabilidade, como pode ser observado na Figura 12.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo esperado para este trabalho foi atingido, onde o principal foco foi apresentar uma metodologia de avaliação para o grau de dispersão na indústria de tintas flexográficas, pretendendo contribuir para um processo produtivo com maior eficiência e redução de custos.

Ao testar a sistemática, foi estabelecido um novo critério de aprovação da base pigmentada concentrada, incluindo controle das especificações de viscosidade, pH e grau de fineza, no qual sucedeu em um aprimoramento da qualidade do processo, assegurando maior efetividade em todos os aspectos técnicos na etapa de moagem.

Nesse sentido, os dados discutidos demonstraram o desempenho de duas formulações, sendo uma delas padrão (F1) e a outra com adequação a nova metodologia (F2). Foi verificado que a formulação F2 apresentou resultado superior ao padrão em vários aspectos técnicos como a diminuição do tempo de dispersão, quantidade de pigmento e vazão no moinho. Com isso, tornou-se possível dobrar a produção da fabricação atual de base pigmentada azul, reduzindo custos e otimizando o processo, além disso também cooperou para o aperfeiçoamento da administração da operação de moagem, visto que a dispersão inadequada do pigmento poderia ocasionar problemas maiores, e também poderão auxiliar na melhora da investigação caso ocorra alguma falha no processo, visto que os parâmetros de pH e viscosidade já estariam analisados e aprovados na etapa de dispersão (pré-moagem).

Portanto, levando-se em consideração os resultados obtidos, conclui-se que é viável a implementação da nova metodologia, visto que houve maior eficiência e possibilidade de aumento de produção, bem como redução de operação do processo e menor consumo de mão-de-obra e máquina, favorecendo a empresa em maior lucratividade e redução de custos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABTG – Associação Brasileira de Tecnologia Gráfica. *Manual de impressão flexográfica* [2014?]. Disponível em: <<http://www.abtg.org.br/download/738428p486n44626d7s22958g269e4f85977q587h2c96>>. Acesso em: 09 maio 2019.

ANALYSER. Figura de pHmetro. Disponível em: <<https://www.analyser.com.br/medidor-ion-seletivo>>. Acesso em: 01 maio 2019

CLARIANT BRASIL. *Pigmentos orgânicos para tintas gráficas*. 2012. 120 slides.

CONVEREXPO. Conferência Intercontinental Flexografia. Disponível em: <<https://www.converexpo.com.br/pt/noticias/conferencia-intercontinental-flexografia-2017-brasil-novidades>>. Acesso em: 07 set. 2018

CRUZ, Gleison. **Otimização de processos industriais** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.senai-ce.org.br/blog/otimizacao-de-processos-industriais-por-onde-comecar/>>. Acesso em: 07 set. 2018

DIRECT INDUSTRY. Figura de grindômetro. Disponível em: <<http://www.directindustry.com/pt/prod/byk-gardner-usa/product-11684-1183051.html>>. Acesso em: 01 maio 2019.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas & Vernizes – Ciências e Tecnologia**. Associação Brasileira de Fabricantes de Tinta, 3<sup>a</sup> ed. São Paulo, Edgar Blücher, 2005.

FLEXO & LABELS. **Flexografia sem medo**. Disponível em: <<http://flexoelabels.com/2018/09/04/flexografia-sem-medos/>>. Acesso em: 07 set. 2018

GENERALMED. Figura de Viscosímetro Copo Ford 8. Disponível em: <<http://www.generalmed.com.br/viscosimetro-copo-ford-pr-2203-371454.htm>>. Acesso em: 01 [maio 2019](#).

GRAVAPAC. **O que é flexografia**. [2014?]. Disponível em: <<http://www.gravapac.com.br/o-que-e-flexografia/>>. Acesso em: 07 set. 2018

HARBS, Theron W. *Informação técnica NETZSCH: O processo de pré-dispersão*. 2006. 9 slides.

INSTITUTO DA IMPRESSÃO. **O que é flexografia**. [2014?]. Disponível em: <<http://www.institutodeimpressao.com/o-que-e-flexografia/>> Acesso em: 07 set. 2018

OLIVEIRA, Antônio. **Um ano melhor na indústria de tintas**. [2018] Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/um-ano-melhor-para-a-industria-de-tintas-abrafati/>>. Acesso em: 07 set. 2018

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. Figura de dispersor tipo cowles. Disponível em: <<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/metais-e-artefatos/processo-inox/produtos/equipamentos-vibratorios-e-abrasivos/dispersor-tipo-cowles>>. Acesso em: 09 maio 2019