

ESTUDO E AVALIAÇÃO DE ADITIVOS UMECTANTES E DISPERSANTES NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DO CONCENTRADO DE PIGMENTO PR 122 A BASE SOLVENTE

Ana Paula Cipriano Martinello (Faculdade Satc) E-mail: anaciprim@hotmail.com
Carolina Resmini Melo Marques (Faculdade Satc) E-mail: carolina.melo@satc.edu.br
Aline Resmini Melo (Faculdade Satc) E-mail: aline.melo@satc.edu.br
Josiane da Rocha Silvano Neves (Faculdade Satc) E-mail: josiane.neves@satc.edu.br
Morgana Nurenberg Sartor Faraco (Faculdade Satc) E-mail: morgana.sartor@satc.edu.br
Daniel Dassoler (Faculdade Satc) E-mail: dassoler@hotmail.com

Resumo: Diante das novas tecnologias que surgem no universo das tintas, é possível desenvolver projetos que melhorem a qualidade dos produtos para o cliente final. Os concentrados pigmentados, que são tintas com alta concentração de pigmento, estão presentes principalmente em sistemas *mixing* com dosadores, e precisam ser manuseados com facilidade. Verificou-se em uma empresa, um concentrado rosa com propriedades tixotrópicas, o qual se observa dificuldade na pesagem do mesmo, por conta dos clientes. Assim, o presente trabalho tem como objetivo encontrar um aditivo que seja capaz de diminuir ou cessar a tixotropia do concentrado, obtendo um produto final mais fluido. Foram testados 30 aditivos em pequena escala utilizando o aparelho *Red Devil*. Destes, apenas 5 deixaram o concentrado teste mais fluido do que o concentrado padrão. Assim, foram feitos testes colorimétricos, de força de tingimento e tonalidade, e de estabilidade acelerada em estufa, além de serem produzidas tintas das linhas nitrocelulose e poliuretana, as quais são as linhas que o concentrado rosa é utilizado nesta empresa, e observado brilho e flotação. Foram obtidos 2 aditivos com melhor desempenho nos resultados. Por fim, as fórmulas 6C (utilizando o aditivo 6) e 25B (utilizando o aditivo 25) foram as escolhidas para serem produzidas em moinho de laboratório, e realizado todos os testes novamente. Apesar do custo da fórmula 25B aumentar aproximadamente 16%, essa foi a melhor formulação obtida com os resultados mais satisfatórios.

Palavras-chave: Tinta, Concentrado, Tixotropia, Aditivos.

STUDY AND EVALUATION OF HUMECTANTS AND DISPERSANTS IN THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE PR 122 PIGMENT CONCENTRATE THE SOLVENT BASIS

Abstract: Given the new technologies emerging in the paint universe, it is possible to develop projects that improve the quality of products for the end customer. Pigmented concentrates, which are inks with high pigment concentration, are mainly present in mixing systems and need to be handled easily. It was found in a company, a concentrated pink with thixotropic properties, which shows that customers have difficulty in weighing this pigment. Thus, the present work aimed to find an additive that can reduce or cease the thixotropy of the concentrate, obtaining a more fluid final product. Several small scale additives were tested using the Red Devil equipment. Of the additives tested, only 5 left the test concentrate more fluid than the standard concentrate. Colorimetric, dyeing and toning strength tests, and accelerated greenhouse stability tests were performed, as well as nitrocellulose and polyurethane inks, which are the lines that the pink concentrate is used in, and observed gloss and flotation. Two better performing additives were obtained. Finally, formulas 6C (using additive 6) and 25B (using additive 25) were chosen to be produced in a laboratory mill, and all tests were performed again. Although the cost of formula 25B increased by approximately 16%, this was the best formulation obtained with the most satisfactory results.

Keywords: Ink, Concentrate, Thixotropy, Additives.

1. Introdução

A tinta, no geral, é uma dispersão líquida que contém várias substâncias, tanto sólidas, como líquidas. Ao sofrer processo de cura forma um filme que adere ao substrato, tendo assim a finalidade de proteger e decorar (ANGHINETTI, 2012; FAZENDA, 2009).

A tinta é composta por basicamente quatro elementos: resinas, solventes, aditivos e pigmentos. A resina é a parte não volátil da tinta, que aglomera as partículas de pigmento. Ela é responsável por denominar o revestimento aplicado, como por exemplo, tintas acrílicas, alquídicas, epoxídicas, entre outras. O solvente além de diluir a resina, também interfere na viscosidade final da tinta. O pigmento é o material sólido insolúvel no meio, que confere cor e opacidade. E por fim, os aditivos são substâncias que proporcionam características específicas para o produto final. Existem grande variedade disponível no mercado, como aditivos espessantes, estabilizantes, secantes, entre outros (ADAMI, 2002; ANGHINETTI, 2012; FAZENDA, 2009).

Dentro do universo das tintas, encontram-se os concentrados de pigmentos. Concentrado pigmentado é uma tinta intermediária, conhecida por ser uma dispersão com alto teor de pigmento usado para tingir ou produzir tintas completas, misturando-se umas com as outras, ou com bases, o que gera uma gama infinita de cores. Esse sistema é denominado sistema *mixing*, ou ainda sistema tintométrico (CARDOSO; LIMA; JAHNO, 2011).

Os concentrados precisam de uma série de requisitos para atingir uma melhor performance, como ampla compatibilidade, boa estabilização de pigmentos, estabilidade de cores em lotes produzidos, ótima reologia e fácil incorporação. Além disso, o concentrado deve ser fácil de manejar, capaz de fluir ou ser bombeado, principalmente naqueles usados para o sistema *mixing*. Para preencher esses objetivos, é necessário o uso de aditivos umectantes e dispersantes, inclusive para reduzir a viscosidade da pasta (DA ROLT, 2012). Por conta da complexidade de um sistema de tintas, cabe ao formulador responsável um trabalho criterioso e detalhista para encontrar um bom aditivo de acordo com suas necessidades e uma faixa ideal para uso, sempre pensando no custo final da tinta, para torná-la competitiva no mercado (FAZENDA, 2009; WICKS JR et al. 2007).

Verificou-se, em uma empresa de tintas, um concentrado rosa orgânico PR 122, para o sistema *mixing* de tintas moveleiras, que apresenta características reológicas tixotrópicas. Nota-se uma dificuldade de manuseio desse concentrado, tanto por parte dos funcionários da empresa como em reclamações vindas de clientes.

A proposta do trabalho é obter uma nova formulação capaz de reduzir ou cessar o comportamento tixotrópico deste produto, almejando assim a otimização do processo e manuseio do concentrado. Para isso, é necessário o estudo de diferentes aditivos para verificar qual(is) o(s) melhor(es) para este tipo específico de concentrado.

2. Procedimentos Experimentais

Esta seção abordará a metodologia dos ensaios que foram realizados. A Empresa Farben S/A Indústria Química, localizada no município de Içara-SC, disponibilizou o laboratório de desenvolvimento, equipamentos e matérias-primas para a realização do projeto.

2.1 Fluxograma do projeto

Na Figura 1 está esquematizado o fluxograma do projeto, contendo as partes necessárias para o raciocínio lógico de aprovação do melhor aditivo para a fórmula do concentrado rosa PR 122.

Todos os testes que serão descritos posteriormente, são baseados conforme metodologia de análise da empresa que se encontra o concentrado tixotrópico, bem como os valores padrões de aprovação.

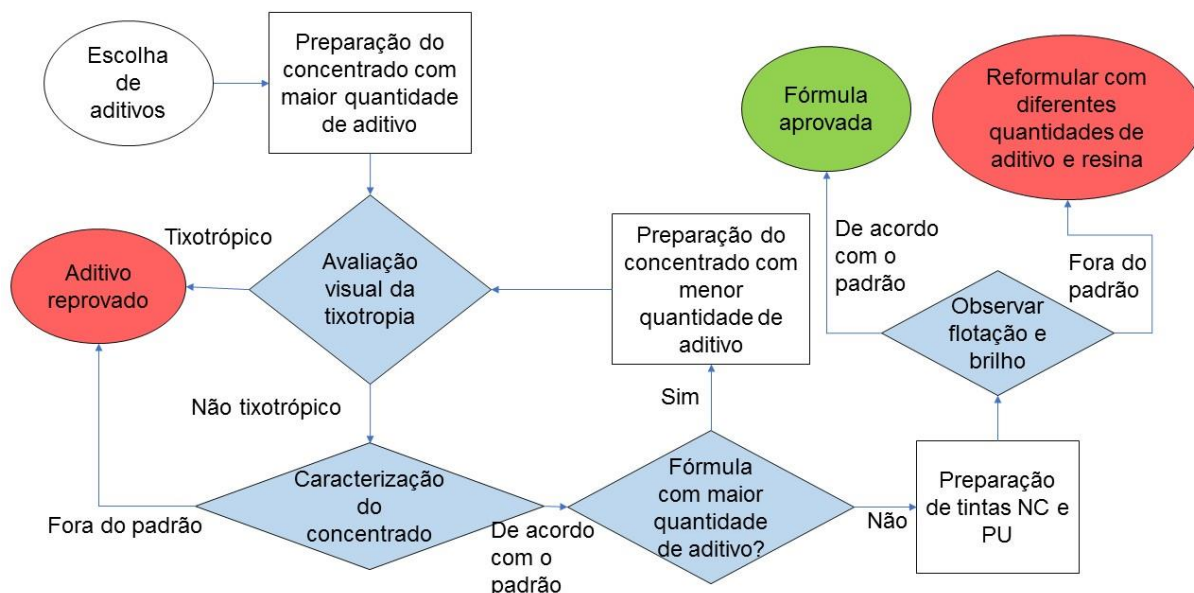


Figura 1 - Fluxograma do projeto
 Fonte: Do autor (2019)

2.2 Escolha dos aditivos

As amostras dos aditivos testados foram disponibilizadas pelos respectivos fornecedores. Na Tabela 1 está a relação destes aditivos, e suas respectivas composições.

Tabela 1 - Aditivos para testes

Abreviatura	Composição
Aditivo P (Padrão)	Éster de ácido carboxílico hidróxi-funcional com grupos afínicos aos pigmentos.
Aditivo 1	Solução de um copolímero em bloco de alto peso molecular com grupos afínicos de pigmentos.
Aditivo 2	Solução de polímero de alto peso molecular.
Aditivo 3	Derivado graxo modificado.
Aditivo 4	Polímero de alto peso molecular.
Aditivo 5	Solução de polímero de alto peso molecular.
Aditivo 6	Copolímero em bloco acrílico de alto peso molecular.
Aditivo 7	Solução de copolímero com grupos afínicos com os pigmentos.
Aditivo 8	Copolímero em bloco com grupos básicos afins de pigmentos.
Aditivo 9	Copolímero com grupos afins de pigmentos.

Aditivo 10	Poliuretano modificado com alto peso molecular.
Aditivo 11	Poliuretano modificado.
Aditivo 12	Poliuretano modificado com alto peso molecular.
Aditivo 13	Polímero de alto peso molecular com grupos afínicos com os pigmentos.
Aditivo 14	Dispersante polimérico 100% ativo.
Aditivo 15	Dispersante polimérico 40% ativo.
Aditivo 16	Aditivo polimérico não iônico de dispersão e umectação.
Aditivo 17	Copolímero em bloco acrílico de alto peso molecular.
Aditivo 18	Copolímero em bloco acrílico de alto peso molecular.
Aditivo 19	Copolímero em bloco acrílico de alto peso molecular.
Aditivo 20	Polímero com grupos afins de pigmentos.
Aditivo 21	Copolímero em bloco acrílico de alto peso molecular.
Aditivo 22	Agente umectante e dispersante catiônico, altamente molecular, semelhante a resina, para pigmentos inorgânicos e orgânicos.
Aditivo 23	Dispersante polimérico 40% ativo.
Aditivo 24	Dispersante polimérico 100% ativo.
Aditivo 25	Dispersante polimérico 50% ativo.

Fonte: Do autor (2019)

Cada aditivo tem uma quantidade ideal para ser utilizado dentro de uma formulação, no qual cada fornecedor especifica em seu produto. Inicialmente, foram testados com a quantidade máxima permitida, e, caso o concentrado apresentasse fluido, seria reformulado para menor quantidade de aditivo, pois influencia no custo final do produto. Caso a formulação apresentar-se tixotrópica, o aditivo está reprovado e os testes não serão continuados.

2.3 Preparação do concentrado

Inicialmente, foi produzido 0,200 kg do concentrado. A pesagem das matérias-primas foi realizada em balança analítica, dentro de um vidro específico, e adicionado mais 0,200 kg de esferas de zircônio. Após, foi colocado no equipamento *Red Devil*, que simula a moagem da massa. As amostras foram moídas por 1 h nesse equipamento. Em seguida, foram aguardadas 24 h para realizar os testes de caracterização, os quais foram realizados de acordo com as normas internas da empresa. Caso a amostra se apresente semelhante ao padrão no quesito de tixotropia, o aditivo já está reprovado. Na Figura 2 é apresentado o padrão do concentrado rosa após moagem em *Red Devil*. Nota-se que a tinta não escorre pela lata ao ser inclinada.

Portanto, segue-se para a próxima etapa apenas se o produto obtido seja capaz de escorrer ao ser inclinado.



Figura 2 - Concentrado padrão rosa
Fonte: Do autor (2019)

2.4 Caracterização do concentrado

Após a verificação da tixotropia, foi verificada a fineza do concentrado, também conhecido como teste de finura, utilizando o aparelho grindômetro. O padrão para este tipo de produto é de 7 Hegman (7H) (PALHARES; MEZENCIO; BEATI, 2009).

Em seguida, foi preparada uma mistura com o padrão do concentrado branco, na relação de 1:8, para medir força de tingimento e tonalidade. Além do concentrado rosa e do branco, também é pesada e misturada a base *clear* e o secante. Depois aplicou-se em cartela de opacidade, com extensor de barra de 100 μm , com auxílio do aplicador automático de filme *Byko-drive*, número de catálogo PA-2121, da marca Byk, que permite uma aplicação com a mesma pressão ao longo do papel.

A cartela é deixada ao ar ambiente por 5 min, e levada a estufa a 60 °C por 30 min. Posteriormente, fez-se a medição de cor no espectrofotômetro *X-Rite Color i5*. Os valores padrões são de 100% \pm 5% para força de tingimento, e de <1,0 para a tonalidade.

Para a viscosidade, foi utilizado o viscosímetro *Brookfield KU-2*, que mede a viscosidade de um fluido em unidade de Krebs (KU). A hélice do tipo pá é conduzida a 200 rpm por um motor de velocidade constante. O torque de reação da hélice girando é convertido em viscosidade KU.

Se a amostra apresentar resultados de cor semelhantes ao padrão, e ter sua viscosidade igual ou menor que o padrão, ela é conduzida para o teste de estabilidade, que consiste em deixar a amostra na estufa a 60 °C por 16 h. Ao retirar, é preciso deixar a amostra atingir a temperatura ambiente e depois analisar visualmente se há separação, sedimentação, e se não apresentou característica tixotrópica. Após estas análises é necessário realizar novamente os testes de cor e viscosidade.

Para diminuir o custo da formulação, é preciso ajustar a quantidade de aditivo. Portanto, ao realizar esses testes com a formulação com maior quantidade, e todos eles apresentarem-se de acordo com o esperado, então a fórmula é remanejada para uma menor quantidade de aditivo, e depois repetido os testes.

2.5 Preparação de tintas NC e PU

O concentrado é utilizado no sistema tintométrico para fabricação de tintas base nitrocelulose (NC) e base poliuretana (PU) do sistema moveleiro. Assim, com as formulações em menor quantidade de aditivo, foi preparada uma tinta utilizando alta dosagem do concentrado rosa para analisar juntamente com o padrão. Ambas tintas foram pesadas em béqueres, e no caso da base NC foi diluída a 60% com thinner apropriado. Já na base PU, a tinta foi catalisada com catalisador apropriado para esse sistema.

Os béqueres foram deixados em repouso por 3 h e observado se há flotação, que significa alguma cor ficar por cima da tinta, separando do sistema, ou ainda sedimentação.

Também foi feito o teste de brilho, o qual é baseado na NBR 15299:2015, que consiste em aplicar a amostra em vidro preto, com extensor de barra 100 μm , deixar em repouso por 15 min, e em seguida, 1 h na estufa a 60 °C. O aparelho utilizado para medir o brilho foi o medidor de brilho *Optics Gloss*, número de série 1235, da marca Egotec.

Se os resultados ficarem alterados, é possível ainda reformular, ajustando a quantidade de aditivo, e a quantidade de resina, por exemplo. E se todos os resultados estarem de acordo com o padrão, o aditivo é aprovado juntamente com a nova formulação.

2.6 Teste piloto no laboratório

Depois de aprovado, a(s) melhor(es) fórmula(s) em teste foram feitas em escala relativamente maior, no laboratório. Primeiramente, foi feito o padrão do produto, para haver uma comparação de processos.

A quantidade feita foi de 3,00 kg de concentrado. A base da moagem foi pesada em balança analítica, e em seguida colocada em dispersão, no dispersor do tipo *cowles*, que possui um disco circular com dentes. Essa massa foi dispersa por 30 min.

Após, o produto é levado para a moagem, no moinho vertical de esferas do laboratório, e moído até atingir fineza de 7H. A fórmula foi completada, e esperou-se chegar à temperatura ambiente para então realizar testes de cor, viscosidade, estabilidade e novamente as tintas em NC e PU foram testadas e comparadas.

Caso os resultados apresentem-se semelhantes aos testados em pequena escala, e a formulação realmente estiver com a viscosidade menor e perder a tixotropia, o produto está aprovado, concluindo-se o projeto, e então podendo ser realizado em escala industrial.

O valor da fórmula aprovada será comparado com o custo da fórmula atual. Caso existir mais de uma fórmula aprovada, os custos serão analisados e será escolhida a formulação com melhor custo benefício.

3. Resultados e Discussões

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos em *Red Devil*, e em moinho do laboratório.

3.1 Resultados em *Red Devil*

Conforme Figura 3, foram preparados os concentrados utilizando os 25 aditivos, com a maior quantidade recomendada dos mesmos. Os concentrados que não se apresentaram tixotrópicos foram formulados com os aditivos 6, 18, 19, 21 e 25. Na Figura 4 está representado o concentrado após a moagem pelo equipamento *Red Devil*. Na esquerda, o exemplo tixotrópico, e a direita o exemplo fluido.



Figura 3 - Concentrados após moagem em *Red Devil*.

Fonte: Do autor (2019)

A partir dos aditivos que deixaram o concentrado fluido, foi reformulado e realizado os testes, pois cada um apresentava características diferentes. As fórmulas estão apresentadas na Tabela 2.

Nota-se que as formulações A são as de maior quantidade permitida, exceto as das fórmulas com o aditivo 25, pois estas foram indicações do fornecedor do aditivo. Em seguida, foram testados com menor quantidade de aditivo recomendada. Aquelas fórmulas que ficaram ruins com essa quantidade, foram então testadas com a média da quantidade de aditivo. No caso do aditivo 25 foi aumentado um pouco de aditivo para observar as propriedades tixotrópicas após estabilidade. Alguns aditivos também foram testados com menor quantidade de resina, pois estes deixavam as tintas foscas muito brilhantes, assim foi diminuído a resina pois ela também contribui para o aumento do brilho.

Já na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos testes. Algumas fórmulas já apresentaram resultados não satisfatórios nos testes iniciais, e por isso nem todas as fórmulas possuem todos os testes realizados, apenas aquelas que obtiveram resultados semelhantes ou melhores que os do padrão.

Na Tabela 3, os testes foram representados por números romanos, sendo que cada um representava o seguinte:

I = Viscosidade, em KU;

II = Viscosidade após estabilidade, em KU;

III = Força de tingimento, em %;

IV = Força de tingimento após estabilidade, em %;

V = Tonalidade;

VI = Tonalidade após estabilidade;

VII = Brilho da tinta PU fosca, em unidades de brilho;

VIII = Brilho da tinta NC fosca, em unidades de brilho;

IX = Brilho da tinta PU brilhante, em unidades de brilho;

X = Brilho da tinta NC brilhante, em unidades de brilho;

XI = Apresentou flotação (1) ou sedimentação (2);

XII = Apresentou tixotropia após estabilidade.

O asterisco (*) presente no teste XII das fórmulas 25A e 25B é para representar que a tixotropia apresentada era quebrada assim que o produto fosse espatulado, diferente do padrão que continuava viscoso.

Tabela 2 - Formulações

	Padrão	6A	6B	6C	18A	18B	18C	18D	19 ^a	19B	19C	19D	21A	21B	21C	21D	25A	25B	
Resina (%)	39,0	37,5	40,15	35,0	38,7	33,7	43,0	40,0	37,5	32,5	41,0	40,0	37,7	32,7	41,0	40,0	20,0	20,0	
Anti-Pele (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Solvente (%)	33,9	26,0	30,3	24,0	30,0	30,0	29,17	30,44	26,0	29,0	29,44	27,1	26,0	23,0	29,5	27,1	40,0	40,0	
Aditivo P (%)	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aditivo 6 (%)	-	10,4	3,45	3,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aditivo 18 (%)	-	-	-	-	5,20	1,73	1,73	3,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aditivo 19 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	10,4	3,46	3,46	6,8	-	-	-	-	-	-	
Aditivo 21 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,2	3,4	3,4	6,8	-	-	
Aditivo 25 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	5,2	
Pigmento (%)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	
Completagem																			
Resina (%)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	17,1	16,7
Solvente (%)	5,0	5,0	5,0	16,45	5,0	13,47	5,0	5,0	5,0	13,94	5,0	5,0	5,0	19,8	5,0	5,0	-	-	
Acerto de fórmula																			
Resina (%)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Solvente (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Fonte: Do autor (2019)

Tabela 3 - Resultados obtidos em *Red Devil*

	Padrão	6A	6B	6C	18A	18B	18C	18D	19A	19B	19C	19D	21A	21B	21C	21D	25A	25B
I (KU)	74,8	71	62,6	57,6	66,3	58,1	67,2	72,2	56,5	54,5	63,8	65	53	53,6	64,7	62,8	51,2	52,4
II (KU)	83,2	80,3	67	66,3	84,1	71,4	71,4	-	72,8	65,4	70,7	-	62,1	65,5	74	77	62,8	62,1
III (%)	103,6	100,2	98,9	105,8	97,2	103,5	102,2	88,7	99,8	105,2	102,4	89,7	97,7	108,5	106,4	94,8	105,5	102,8
IV (%)	100,6	102	98,9	106,9	99,4	104,1	92,1	-	101,1	87,8	91,7	-	98	107	102,3	97,9	107,6	106,9
V (-)	0,38	0,07	0,17	0,83	0,34	0,59	0,34	1,31	0,34	0,71	0,33	1,19	0,46	1,07	0,64	0,59	1,06	0,93
VI (-)	0,12	0,19	0,27	0,92	0,3	0,66	1,43	-	0,38	1,92	1,28	-	0,5	1	0,19	0,32	1,01	0,95
VII (uB)	39,5	68	65	58,5	46	57	-	-	44,7	43,5	-	-	55	52,4	-	57	43,9	42
VIII (uB)	12	-	12,2	10,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,5	11,1	11,3
IX (uB)	102	101	101	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	102	102
X (uB)	70,8	57,4	66,3	66,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	72	69,7
XI	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	-	2	Não	Não	-	Não	Não	Não	1	Não	Não
XII	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	-	Não	Não	Não	-	Não	Sim	Sim	Não	Sim*	Sim*

Fonte: Do autor (2019)

Com todos os resultados, foi possível observar que a fórmula 6C realmente baixou o brilho da tinta PU fosca por ter menos resina, porém ainda continuou alta em relação ao padrão. Nas fórmulas do aditivo 18, não foi possível baixar a concentração de aditivo pois o produto voltava a ficar tixotrópico.

A fórmula 19A apresentou bons resultados, porém houve sedimentação da tinta PU catalisada. E, ao baixar a concentração de aditivo das fórmulas, o concentrado não alcançava a força de tingimento. Com o aditivo 21 houve flotação nas tintas a base de nitrocelulose e também tixotropia após estabilidade, enquanto as fórmulas 25 tiveram todos os seus parâmetros parecidos com o padrão exceto o caso da tixotropia.

Com os resultados obtidos, decidiu-se escolher uma formulação que não utilizasse uma quantidade muito elevada de aditivo, e que praticamente todos os parâmetros observados, colorimétricos, brilho, flotação e sedimentação, estivessem conforme o padrão.

Assim, decidiu-se fazer o procedimento em escala maior com as fórmulas 6C e 25B, pois apesar de algumas diferenças, foram as melhores de aparência e dos resultados obtidos.

3.2 Resultados das fórmulas moídas

Foi preparada a massa de moagem do padrão e das fórmulas 6C e 25B. A viscosidade do padrão e da 6C apresentavam-se semelhantes visualmente, enquanto a 25B estava bastante líquida, antes da moagem.

Todos os concentrados foram moídos em moinho vertical de laboratório, um após o outro. O padrão deu 4 passes no moinho até atingir fineza 7H. Era notório o engrossamento da massa à medida que ia escorrendo.

Já a fórmula 6C não engrossou tanto quanto o padrão, e deu 5 passes para fineza 7H. Como a fórmula 25B era a mais líquida, foi necessário dar 8 passes para conseguir uma fineza de 7H.

É provável que essa diferença tenha ocorrido por conta de o moinho vertical trabalhar com a gravidade, ou seja, quanto mais grosso o produto for, mais tempo ele vai demorar para escorrer nas paredes verticais, e mais ele vai moer, atingindo fineza mais facilmente.

Apesar dessa discrepância inicial, foi dado continuidade nos testes e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Nota-se uma grande diferença no valor de viscosidade do padrão e dos testes. Na parte de colorimetria, os concentrados apresentaram resultados satisfatórios. Porém, após a estabilidade a fórmula 25B apresentou leve tixotropia, assim como seu resultado em *Red Devil*.

Tabela 4 - Resultados finais

	Padrão	6C	25B
Viscosidade (KU)	94,5	66,1	63,3
Viscosidade após estabilidade (KU)	106	67,7	71,8
Força de tingimento (%)	-	98,31	99,55
Força de tingimento após estabilidade (%)	101,25	99,88	100,88
Tonalidade	-	0,25	0,25
Tonalidade após estabilidade	0,32	0,45	0,18

Brilho PU fosco (UB)	17,2	28	22
Brilho NC fosco (UB)	14,6	14,6	13,3
Brilho PU brilhante (UB)	100	101	99,7
Brilho NC brilhante (UB)	71,2	73	70,9
Apresentou flotação	Não	Sim (NC)	Não
Apresentou tixotropia após estabilidade	Sim	Não	Sim (leve tixotropia)

Fonte: Do autor (2019)

Nas tintas produzidas, a fórmula 6C continuou aumentando o brilho da linha PU brilhante, enquanto na 25B todos os valores foram parecidos. A formulação 6C também apresentou flotação nas tintas à base nitrocelulose, o que não tinha acontecido com a mesma fórmula em *Red Devil*. Essa diferença pode ser notada no tom avermelhado que surgiu no béquer, representando a flotação.

Além desses testes, foi realizado o teste de *pot life* nas tintas PU catalisadas. Uma vez que o produto é catalisado, se disponha de um tempo para a utilização, antes que comece a endurecer e perder suas características (FELIPE, 2013).

Para a realização desse teste, foi medido a viscosidade das tintas foscas a cada uma hora durante 3 h. Para um bom tempo de *pot life*, o valor final não pode ser o dobro da viscosidade inicial.

Na Figura 4 está representado o gráfico obtido com os valores de viscosidade de *pot life* das amostras. Foi realizado o teste com o concentrado normal, e o concentrado após estabilidade.

Percebe-se que a formulação padrão aumentava mais a viscosidade com o passar do tempo em relação as novas formulações. A fórmula 6C foi a que menos teve alteração de viscosidade após a estabilidade do concentrado.

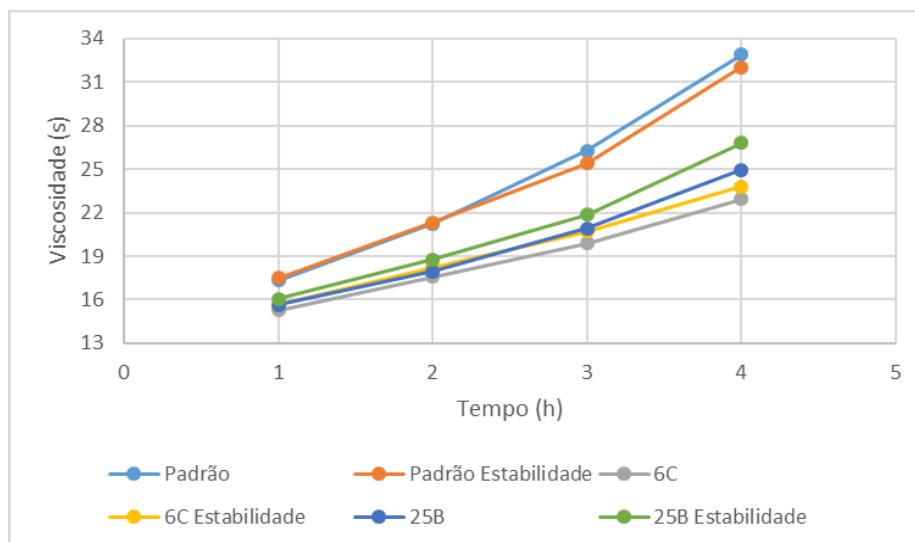


Figura 4 - Gráfico do *pot life*

Fonte: Do autor (2019)

Como o concentrado rosa é usado em sistema *mixing*, foram colocados os concentrados moídos em latas com suporte para dosadores, e visto se o concentrado conseguiria fluir mais facilmente. Notou-se que o padrão, como já era visto, demora muito para escorrer,

o que dificulta a pesagem dos clientes que o utilizam. Já as duas novas formulações conseguem fluir do dosador, mesmo a fórmula 25B que apresentou leve tixotropia, pois ela consegue ser quebrada com o movimento, enquanto a formulação padrão não. Na Figura 5 está representado esse teste.

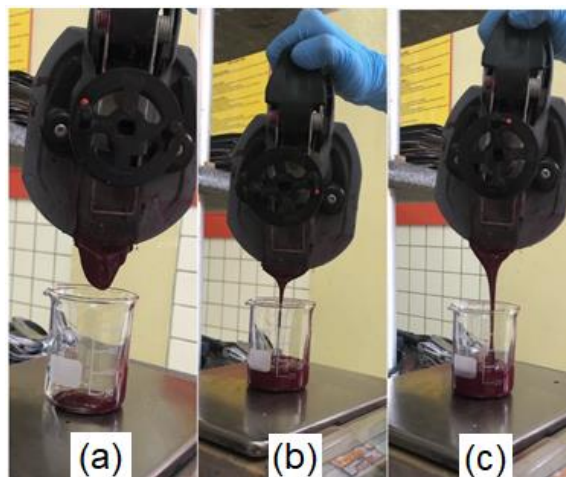


Figura 5 - Concentrados com dosadores do sistema *Mixing*. (a) Padrão; (b) 6C e (c) 25B

Fonte: Do autor (2019)

3.3 Custos de formulação

Foi determinado o custo de cada formulação, apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Custos de formulação

	Custo MP/Kg	Qnt Padrão	Custo Padrão	Qnt 6C	Custo 6C	Qnt 25B	Custo 25B
Resina	3,60	44,00	158,40	40,00	144,00	38,70	139,32
Aditivo anti-pele	10,88	0,10	1,08	0,10	1,08	0,10	1,08
Aditivo P	13,32	1,00	13,32	0	0	0	0
Aditivo 6	106,25	0	0	3,45	366,56	0	0
Aditivo 25	85,93	0	0	0	0	5,20	446,83
Solvente	3,75	39,90	149,62	41,45	155,43	41,00	153,75
Pigmento	154,37	15,00	2315,55	15,00	2315,55	15,00	2315,55
Total (R\$)			2637,98		2982,63		3056,54
Custo (R\$)/Kg			26,37		29,82		30,56
Diferença (%)					13,06		15,86

Fonte: Do autor (2019)

A diferença de preço dos novos aditivos, com melhores tecnologias, para o aditivo padrão é bastante grande, fato este que levou a um aumento de 13 e aproximadamente 16% das novas fórmulas. Porém, esse custo pode ser abatido pelo cliente, pois com concentrados sem fluidez a demora nas pesagens e as chances de erros nesse processo são maiores, enquanto que com o concentrado fluido o processo é facilitado, minimizando perda e desperdício. Assim, a nova formulação pode apresentar melhor custo benefício, rendimento, e agilidade no serviço. Infelizmente esse dado não pode ser

calculado, pois cada cliente apresenta uma maneira de conservar e manusear o concentrado.

A partir de todos os resultados obtidos, e levando em consideração as linhas de aplicação no sistema *mixing*, o aditivo que apresentou melhores resultados foi o 25, pois nas tintas fabricadas com ele não houve flotação nem aumento de brilho.

Mas, para aprovação total do aditivo, é preciso ajustar a fórmula, para que o concentrado não precise passar muitas vezes no moinho, podendo até diminuir o custo final do mesmo.

4. Conclusões

A partir deste projeto de pesquisa e desenvolvimento, o propósito do trabalho era conseguir um aditivo que transformasse o concentrado rosa tixotrópico em um concentrado fluido, mantendo suas propriedades colorimétricas que atendessem ao sistema tintométrico ao qual era utilizado. Esse objetivo foi alcançado com êxito, pois obteve-se a formulação 25B como a melhor testada, apresentando resultados dos testes semelhantes ao padrão, e transformando-o em uma fórmula mais fluida, facilitando na pesagem e manuseio do concentrado.

Para próximos trabalhos, é necessário fazer alterações na melhor fórmula encontrada, pois esta apresenta alto custo e dificuldade de moagem.

O tema desenvolvido é bastante importante para indústrias de tintas, pois há uma variedade imensa de aditivos no mercado, e é muito importante se atentar as novas tecnologias lançadas, pois estas podem ser capazes de solucionar problemas que existem no universo das tintas.

Referências

ADAMI, VS. *Estudo da variabilidade da viscosidade na produção de lotes de tintas: um projeto seis sigma*. 147p. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS, 2002. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1976/000362605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 10 dez 2019.

ANGHINETTI, ICB. *Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias*. 65p. Monografia – Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2012. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9AHFRU/monografiafinal.pdf?sequence=1>. Acesso em 11 nov 2019.

CARDOSO, SA.; LIMA, V & JAHNO, VD. *Avaliação da eficiência de dispersantes poliméricos em concentrados de pigmentos a base de óxido de ferro*. 7p. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Novo Hamburgo - RS, 2011. Disponível em: http://www.metallum.com.br/20cbecimat/resumos/trabalhos_completos/415-011.doc. Acesso em 11 nov 2019.

FAZENDA, JMR. *Tintas: ciência e tecnologia*. 4. ed rev. e ampl. São Paulo: Editora Blücher, 2009.

PALHARES, PMC; MEZENCIO, PHM & BEATI, A. *Estudo para condições ideais de dispersão em tintas*. 12p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química). Universidade São Francisco, São Francisco-SP, 2009. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2975.pdf>. Acesso em 11 nov 2019.

WICKS, JR; ZENO, W; JONES, FN.; PAPPAS, SP & WICKS, DA. *Organic Coatings: Science and Technology*. 3. ed. Wiley-Interscience: Nova Jersey, 2007.