

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE TIPOS DE NEGRO DE FUMO EM BASE POLIAMIDA DE TINTAS FLEXOGRÁFICAS

Tito Manuel Rosa Ngoma¹

Josiane da Rocha Silvano²

Resumo: As tintas flexográficas de base poliamida em geral apresentam um excelente acabamento e são bastante utilizadas na personalização de embalagens. Todavia, as tintas com pigmento negro de fumo em base poliamida com o passar do tempo, demonstram instabilidade de suas propriedades físico-química tais como aumento de viscosidade e diminuição da força de tingimento. Diante disso, a proposta do trabalho foi desenvolver diferentes tipos de concentrados de negro de fumo e avaliar sua estabilidade nas tintas de base poliamida no período de 96 horas. Para caracterização dos concentrados, foram feitos testes de viscosidade KU e fineza no Grindômetro para apuração das partículas moídas do pigmento no moinho Minizeta. Para análise colorimétrica das tintas foi usado o equipamento Data Color para avaliar a força de tingimento e tonalidade. O viscosímetro TKB Copo Zahn 2 foi utilizado para medição de viscosidade das tintas e o equipamento Glossmeter BYK Micro-TRI-Gloss para análise do brilho. Formulou-se as tintas em base poliamida com os cinco tipos dos concentrados de negro fumo, onde verificou-se que a amostra 1 do fornecedor D10 apresentou resultados mais satisfatórios por possuir um pH igual à 7, tamanho de partícula de 27nm e área superficial de 80 m²/g.

Palavras-Chave: Tintas flexográficas. Resina Poliamida. Negro de Fumo. Viscosidade.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção nacional de tintas flexográficas alcançou em 2018 cerca de 327,2 milhões de dólares, com o volume totalizado de 104 mil toneladas. Deste modo, o seu crescimento implica diretamente em um aumento na produção tornando imprescindível que os produtos apresentem alta qualidade (ABITIM, 2018).

Segundo ABRAFATI (2013), além do mercado estar atualizado tecnologicamente e alinhado às grandes tendências internacionais, a indústria de tintas do Brasil é uma das principais do mundo, produzindo um volume anual de 1,4 bilhão de litros de tintas.

As tintas têm a finalidade de proteção e embelezamento na superfície

¹ Graduando em Engenharia Química. E-mail: titongoma@hotmail.com

¹ Prof. do Cento Universitário UniSATC. E-mail: josiane.neves@satc.edu.br

aplicada. O processo de fabricação da tinta envolve a utilização de concentrados (pigmento em solução) na sua formulação, composta pelas principais matérias-primas: resinas, aditivos, pigmentos e solventes e de modo suplementar cargas.

Os concentrados conferem principalmente cor da tinta, são produzidos no processo de moagem a qual possui o objetivo de reduzir o tamanho das partículas para conseqüente homogeneização da tinta.

No segmento flexográfico, a poliamida é usada a fim de oferecer à tinta propriedades físico-química essenciais como brilho, resistência à tração, impacto, alongamento, tensão superficial etc. Porém, as tintas pretas de base poliamida, apresentam instabilidade das suas características essenciais, tais como aumento da viscosidade e diminuição da força de cobertura do pigmento na superfície aplicada.

Deste modo, a proposta do presente trabalho é desenvolver um concentrado preto e aplicá-lo na base poliamida com a finalidade de obter uma tinta com propriedades físico-química estável.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção será apresentada a revisão bibliográfica sobre tintas flexográficas assim como suas principais matérias-primas. Além disso, será dado ênfase ao negro de fumo e a resina poliamida.

2.1 TINTAS FLEXOGRÁFICAS

Segundo Linhares (2018), o Brasil encontra-se entre os cinco maiores mercados mundiais de tintas, pelo constante investimento do setor no país, buscando fortemente novas tecnologias e maneiras mais sustentáveis para tornar seu produto melhor e assim um mercado mais competitivo no país.

A técnica de impressão flexográfica é um exemplo de impressão direta convexa, indispensável para a transferência de tinta em filmes flexíveis (IZDEBSKA, 2016). Atualmente é o ramo mais inovador da indústria de impressão, devendo-se à possibilidade de difundir esta técnica para imprimir em diversos tipos de substratos, como polietileno, polipropileno, PVC, PET, entre outros (BOWNES, 1969).

As tintas de impressão são formuladas para processos de impressão individuais, logo, ela é produzida com uma reologia que permita que a tinta entre na

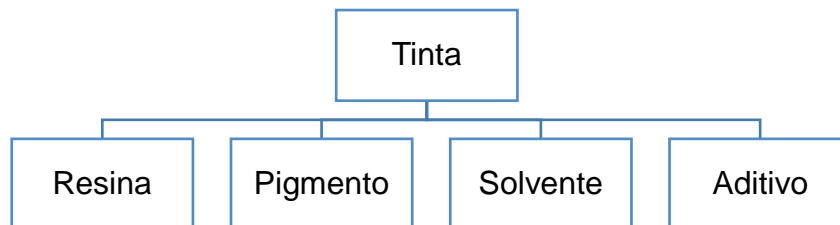
célula do anilox, transfira para a placa de impressão (clichê), e da placa ao substrato em processo contínuo (PEKAROVICOVA; HUSOVSKA, 2016).

Segundo Seerig (2013), a tinta flexográfica é uma combinação de elementos sólidos e voláteis. Tecnicamente trata-se de um composto de um ou mais pigmentos, homogeneizados em um sistema líquido que, quando submetido a um processo de cura por meio de uma extensão em uma fina película, adere ao substrato, oferecendo resistência físico-química ao mesmo.

As principais etapas de produção para este tipo de tinta são: dosagem, onde as matérias primas são adicionadas a um tanque na ordem indicada pela formulação (YAMANAKA, 2006). Homogeneização ou pré-dispersão, que consiste em separar os aglomerados de partículas de pigmento mecanicamente, permitindo a umectação externa e interna de cada partícula (SEERIG, 2013). Moagem, onde ocorre a dispersão maximizada do sistema e controle de qualidade, etapa onde ocorre a análise e possível correção de alguma propriedade do composto (viscosidade, teor de sólidos, fineza, etc.). (YAMANAKA, 2006).

São usadas quatro principais matérias-primas que compõem as tintas, como mostra a fig. 1.

Figura 1: Composição geral de uma tinta



Fonte: Do Autor (2020)

A resina é a parte não-volátil da tinta, que serve para aglomerar as partículas de pigmentos. Ela denomina o tipo de tinta ou revestimento empregado. Todas as tintas levam o nome da resina básica que as compõe. Antigamente as resinas eram a base de composto naturais, vegetais ou animais. Hoje em dia são obtidas através da indústria química ou petroquímica por meio de reações complexas, originando polímeros que conferem as tintas propriedades de resistência e durabilidade muito superiores às antigas. Propriedades como brilho, dureza, flexibilidade, resistência à abrasão e a agentes alcalinos são governadas basicamente pelas resinas (FAZENDA, 2009).

As resinas são responsáveis pela maioria das propriedades físicas e químicas das tintas, e também pela caracterização e determinação de sua finalidade (YAMANAKA, 2006).

Os pigmentos que são partículas sólidas cristalinas e insolúveis, com finalidade de conferir cor, opacidade, resistência, durabilidade, consistência e alguns com propriedades anticorrosivas (MATOS, 2017).

O solvente é um veículo volátil com baixo ponto de ebulição, incolor e com odor característico. É utilizado no processo para solubilizar as resinas, formando uma mistura homogênea, facilitando a aplicação sobre o substrato e sua aderência (MATOS, 2017).

Os aditivos são geralmente empregados em pequenas concentrações (< 5%), possuindo uma vasta variedade de utilização na indústria de tintas e vernizes, como dispersantes, plastificantes, ceras, deslizantes, umectantes, antiespumantes, entre outros (SCARPETA, 2007). Compreendem uma grande quantidade de componentes que ao serem adicionados nas tintas, proporcionam características individuais as mesmas ou melhorias nas suas propriedades (LAMBOURNE; STRIVENS, 1999).

2.2 POLIAMIDAS

Segundo Hare (1994), há uma variedade de resinas, onde sua denominação se dá pelos tipos de ligações ou funcionalidades presentes. As principais resinas utilizadas são: alquídicas, poliéster, epóxi, acrílica e uretânica.

A primeira poliamida foi sintetizada por um químico chamado Wallace Hume Carothers, em 1935, na DuPont. Vendida pela DuPont a poliamida foi batizada com o nome de Náilon. As poliamidas começaram a ser usadas como fibras sintéticas, e muito utilizadas na fabricação de meias. Com o passar dos anos, passaram a ser utilizadas na manufatura tradicional dos plásticos. (BRYDSON, 1985)

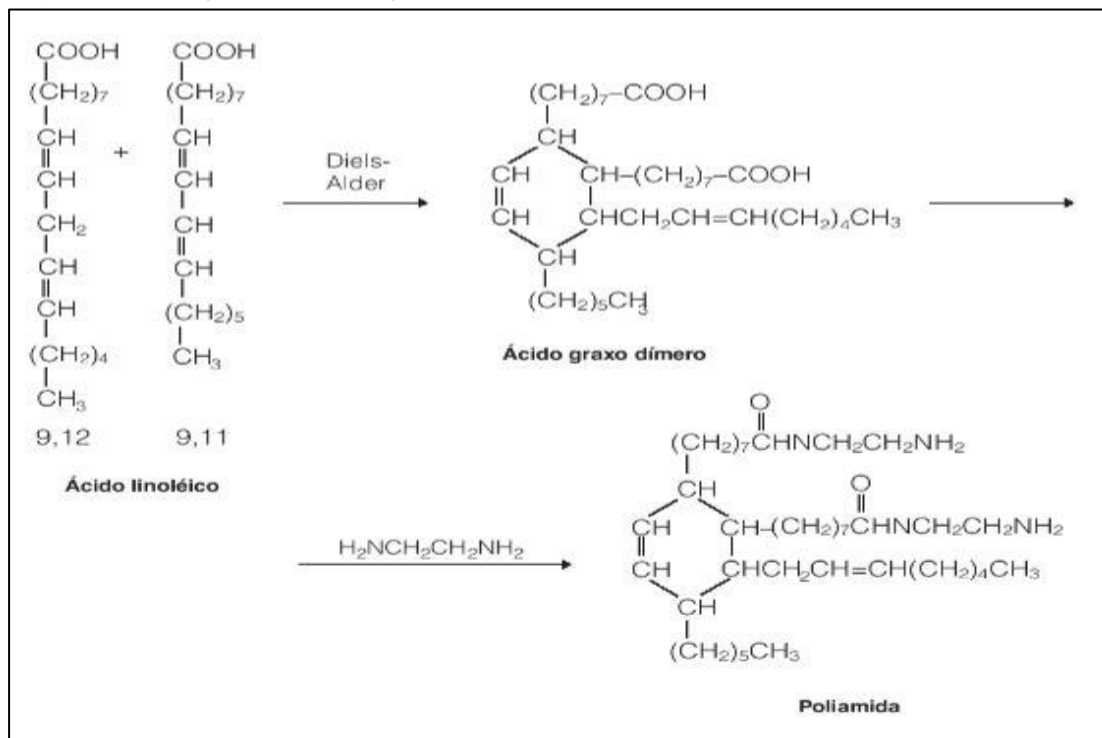
De acordo com Hermes, (1996) as poliamidas são constituídas basicamente de segmentos de polietileno (grupos metilenos $-(CH_2)_n-$) separados por unidade de peptídeos (grupos funcionais amida $(-CONH-)$). Tais polímeros são denominados de poliamidas alifáticas, enquanto as poliamidas que apresentam anéis benzênicos em suas unidades de repetição são poliamidas aromáticas. Podem-se

classificar as poliamidas em dois grupos:(a) polímeros produzidos a partir da reação de policondensação entre diaminas e ácidos dicarboxílicos. (b) polímeros produzidos a partir da policondensação de aminoácidos (HERMES, 1996).

Diferentemente da maior parte dos polímeros atualmente, como o polietileno, as poliamidas são semicristalinas, e podem ter seu grau de cristalinidade controlado em larga escala. Esta característica é permitida devido a poliamida apresentar uma estrutura linear que contém os grupos polares amidas, espaçados em intervalos regulares ao longo da cadeia polimérica, o que permite uma cristalização parcial do polímero com elevada atração intermolecular (DASGUPTA; HAMMOND; GODDARD III, 1996).

Segundo Fazenda (2009), as poliamidas são obtidas através de ácidos graxos dimerizados com diaminas alifáticas em pequeno excesso. A reação com grupos epoxídicos é feita através dos hidrogênios amínicos presentes nas extremidades da molécula da poliamida. Existem comercialmente diferentes poliamidas com diferentes pesos moleculares. A fig.2 apresenta a reação de obtenção da poliamida.

Figura 2: Reação de obtenção da poliamida



Fonte: Fazenda, (2009)

A poliamida é um polímero termoplástico com excelente combinação de propriedades, sendo assim, com uma ampla gama de aplicações (Hadjuk, 2002).

Correspondem cerca de 95% da produção mundial de poliamidas. Deste total, 62% são destinados para aplicação no setor de fibras e 38% no setor de resinas, em processos de moldagem por injeção e extrusão (CHEMSYSTEMS, 2009).

Atualmente, existem diferentes tipos de poliamidas, entretanto, as mais comuns e representativas deste grupo são a poliamida 6 e a poliamida 6,6. A tab.1 apresenta as propriedades mais usadas destas poliamidas.

Tabela 1 - Propriedades físicas das poliamidas mais usadas atualmente

Propriedades	PA 6,6	PA 6
Densidade [g/cm ³]	1,14	1,13
Grau de cristalinidade (aprox.) [%]	50	50
Temperatura de fusão [°C]	264	215
Temperatura de transição vítrea [°C]	65	58
Absorção de umidade (em 50% RH) [%]	2,3	2,8

Fonte: Brydson, (1985)

Entre as propriedades combinadas estão: estabilidade dimensional, boa resistência ao impacto, excelente resistência química, elevada resistência à tensão e à flexão e o fácil processamento (RADICI, 2001).

As unidades de peptídeos presentes nas poliamidas possibilitam a ligação de hidrogênio com a cadeia do polímero, proporcionando a PA algumas propriedades típicas. Ou seja, a poliamida é um termoplástico composto por monômeros de amida conectados por ligações peptídicas, podendo conter outros agrupamentos (Hermes, 1996).

O espaçamento dos grupos amida ao longo da cadeia do polímero é uma característica determinante das propriedades de cada tipo de poliamida, uma vez que quanto menor a sequência de grupos metilênicos entre os grupos amida, maior será a concentração destes grupos polares em polímeros com cadeias de tamanhos semelhantes. Portanto, poliamidas com grupos amidas mais próximos possuem maior energia coesiva que poliamidas com sequências metilênicas maiores, e conseqüentemente maior densidade, rigidez, resistência à tração e compressão,

temperatura de fusão e deflexão ao calor, resistência a hidrocarbonetos, e capacidade de absorção de umidade (Dasgupta, Hammond; Goddard III, 1996).

2.2.1 Características e propriedades da poliamida 6

Entre as propriedades combinadas desta poliamida com temperatura de fusão (T_m) igual a 216°C e temperatura de transição vítrea de 50°C são a boa resistência mecânica em temperaturas superiores a 100°C e boa tenacidade em temperaturas abaixo de 0°C (Brydson, 1985). Além disso, a estabilidade dimensional, boa resistência ao impacto sem entalhe, excelente resistência química, elevada resistência à tensão e à flexão e o fácil processamento (Radici, 2001).

Nos dias atuais, a poliamida tem relação próxima com uma família de polímeros chamados poliamídicos, e o seu processamento é feito a partir de quatro elementos básicos: carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio. Estes elementos são extraídos respectivamente do: petróleo (ou gás natural), do benzeno, do ar e da água. Os mesmos são combinados por processos químicos especiais, dando origem a compostos conhecidos como o ácido adípico, hexametileno diamina, caprolactana, entre outros. Estes que, por sua vez, passam por reações químicas, formando as macromoléculas que constituem a poliamida (Hermes, 1996).

2.3 NEGRO DE FUMO

O negro de fumo (NF) é caracterizado por conter partículas muito leves, extremamente finas, grande área superficial, tamanho das partículas variando entre 10-500 nm produzidas pela combustão incompleta de derivados de petróleo e gás natural ou de compostos orgânicos como hidrocarbonetos (MARINHO, 2005).

Segundo Dresselhaus (2001), até o século XIX a utilização do negro de fumo estava restrita à produção de tintas, após a revolução industrial, o seu consumo aumentou significativamente; e vários processos de produção de negro de fumo foram desenvolvidos. Hoje em dia, este material é largamente utilizado em sistemas de vulcanização, pois aumenta a resistência à tração, tenacidade e resistência à abrasão de borrachas vulcanizadas, atuando como agente de reforço. O negro de fumo é utilizado como: antioxidante para prolongar a vida da borracha (HUANG, 2002).

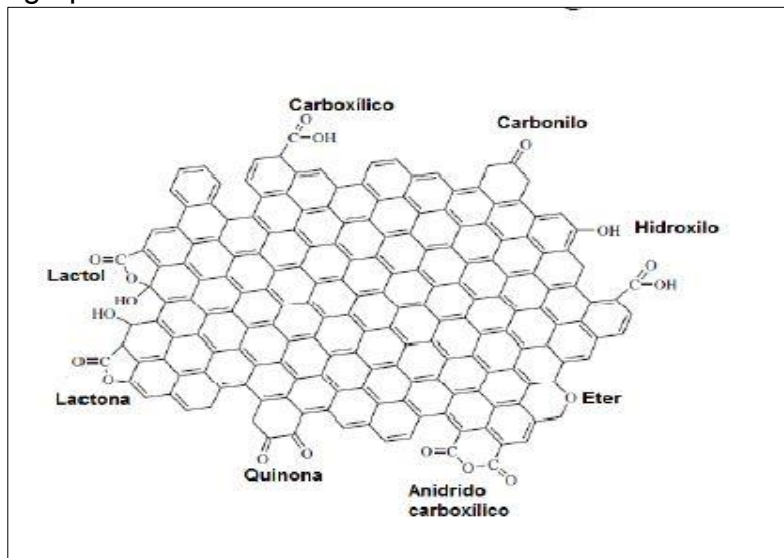
Amplamente usado como pigmento para as indústrias de tintas e de plásticos, protetor contra a radiação ultravioleta, e em certos polímeros como aditivo condutor (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, *et al.* 2005).

2.3.1 Propriedades do negro de fumo

Segundo Wang (2003), o negro de fumo é o termo genérico usado para identificar uma ampla variedade de materiais carbonáceos em forma de partículas esféricas com tamanhos na faixa de 10-100 nm, produzidas através da decomposição térmica controlada de hidrocarbonetos aromáticos que se dissociam através da ruptura de ligações C-H. Os cristalitos que formam partículas primárias fundem-se, e transformam-se em agregados primários que são unidos por forças de Van der Waals.

A fig. 3 representa a estrutura química do negro de fumo com os grupos funcionais.

Figura 3: estrutura química do negro de fumo com grupos funcionais



Fonte: Wang (2003)

Existem muitos tipos de negro de fumo comerciais os quais diferem significativamente na tecnologia empregada e na qualidade do produto final. Estes materiais contêm concentrações acima de 90% do elemento carbono e propriedades

físicas bem estabelecidas, de acordo com seu processo de fabricação (HUANG, 2002).

Segundo Wang (2003), baseados nos dados de microscopia o negro de fumo é classificado de acordo com sua morfologia em três níveis de arranjos:

a) **Partícula:** é definida como a quantidade de átomos de carbono mais ou menos organizados, formando uma pequena esfera.

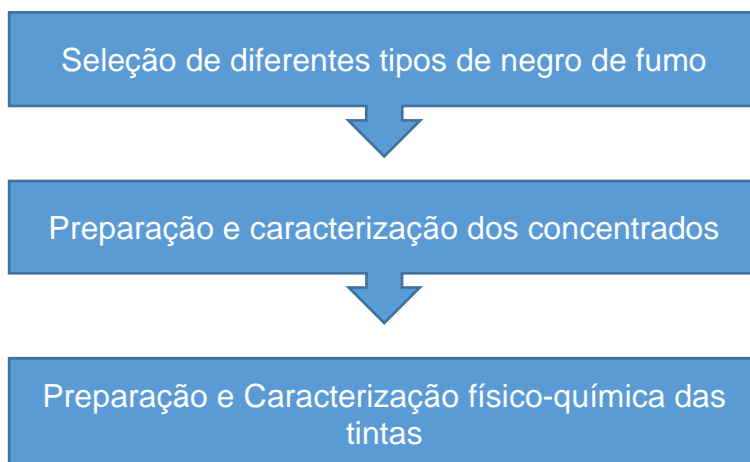
b) **Agregado:** é formado por um conjunto de partículas unidas por algumas ligações químicas e atrações físicas. O tamanho e forma destes agregados definem a estrutura do negro de fumo.

c) **Aglomerados:** são formados por partículas unidas apenas por ligações fracas. Deste modo podem ser facilmente destruídos pela aplicação de técnicas de dispersão de energia, como o ultrassom.

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Neste tópico serão descritas as etapas e análises necessárias para a realização do projeto. Os ensaios foram realizados no laboratório de pesquisa e desenvolvimento da empresa Anjo Tintas, localizada no município de Morro da Fumaça/SC, bem como o fornecimento das matérias-primas utilizadas. Este trabalho foi organizado em três etapas para o seu desenvolvimento, conforme ilustrado na fig. 4:

Figura 4: Etapas para o desenvolvimento do trabalho.



Fonte: Do Autor (2020)

3.1 Seleção de diferentes tipos de negro de fumo

A seleção dos tipos de negro de fumo foi baseado em propriedades físico-química tais como: área superficial, tamanho de partícula, valor de pH e densidade. Estas especificações foram obtidas com base nos dados técnicos do fornecedor do produto conforme a tab. 2, no qual os quatro tipos de negro de fumo inclusive o padrão, possuem a forma física em pó.

Tabela 2: Características do negro de fumo

Propriedades	Padrão	D10	D11	D12	D13	D14
Área Superficial (m ² /g)	96	80	65	30	152	62
Tamanho de partícula (nm)	25	27	31	40	30	24
Densidade (kg/m ³)	400	200	-	320	263	244
pH	4	7	-	-	8,5	8,9

Fonte: Do autor (2020)

3.2 Preparação dos concentrados

Foram produzidos 500g de cada amostra em escala laboratorial, passando por três etapas principais: pesagem, dispersão e moagem.

O processo de pesagem, foi preparado com o auxílio de uma balança analítica de precisão marca Marte modelo AS2000C, onde todas as amostras foram pesadas em um béquer de 800mL com a seguinte proporção descrita na tab. 3.

Tabela 3: Composição dos concentrados de negro de fumo

Componente	Quantidade (%)
Solução NC	1 – 5
Aditivo A	1 – 5
Aditivo B	1 – 5
Solvente A	10 – 30
Aditivo A	1 – 5
Pigmento NF	30 – 40
Solvente A	20 – 30
Solvente B	5 – 10

Fonte: Do Autor (2020)

Finalizadas as dosagens, as amostras foram colocadas em dispersão por quarenta e cinco (45) minutos com o objetivo de umectar o pigmento com os aditivos e solventes no dispersor pneumático de laboratório.

Na moagem, as amostras foram adicionadas no moinho Minizeta-NETZSCH com a finalidade de quebrar as partículas do pigmento por trinta (30) minutos, obtendo assim os concentrados de negro de fumo conforme ilustrado na fig. 5.

Figura 5: Obtenção dos concentrados



Fonte: Do Autor (2020)

3.3 Caracterização dos concentrados

Após a obtenção de cada concentrado, foi verificada a fineza utilizando o aparelho grindômetro no qual o padrão para este tipo de produto é de 7 Hegman (7H), conforme ilustrado na fig. 6.

Figura 6: Análise qualitativa da fineza



Fonte: Do Autor (2020)

Para análise de 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, conforme ilustrado na fig.7.

Figura 7: Análise da Viscosidade KU



Fonte: Do Autor (2020)

3.4 Preparação e caracterização físico-química das tintas

As tintas flexográficas obtidas a partir dos concentrados foram produzidas na proporção conforme a tab.4:

Tabela 4: Composição geral da tinta

Componente	Quantidade (%)
Concentrado preto	60%
Base Poliamida	35%
Thinner	5%

Fonte: Do Autor (2020)

Após produzidas, as tintas foram caracterizadas de acordo com os procedimentos descritos a seguir:

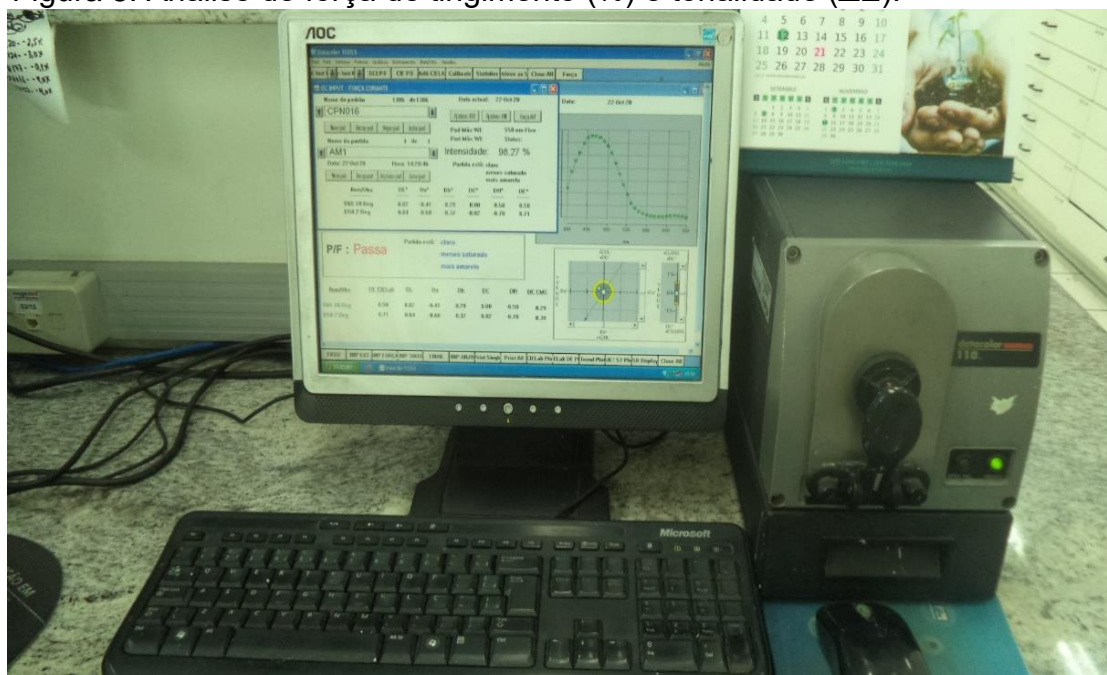
Todos os substratos utilizados para as aplicações das tintas possuíam tratamento corona de 38 a 40 dinas, onde todas as aplicações foram realizadas manualmente.

Para o teste de estabilidade, as amostras das tintas foram deixadas 25°C por 96 horas e em seguida realizou-se os testes descritos abaixo:

Viscosidade: o tempo de escoamento foi determinado utilizando-se um viscosímetro TKB Copo Zahn 2. O mesmo foi mergulhado na tinta, onde foi acionado o cronômetro no instante em que o instrumento foi retirado por completo do produto, pausando-o a partir do instante em que se observou o gotejamento da amostra.

Força de tingimento (%) e tonalidade (ΔE): para a leitura e análise dos parâmetros de cor, foi realizado uma extensão comparativa do padrão e da amostra em papel leneta, com o auxílio do extensor espiral de 20 μm . A caracterização dos resultados foi feita de acordo com o manual de operação do espectrofotômetro Datacolor 110, utilizando o iluminante D65 10 deg, onde os resultados de tonalidade (DL, Da e Db) foram expressos graficamente conforme fig. 8.

Figura 8: Análise de força de tingimento (%) e tonalidade (ΔE).



Fonte: Do Autor (2020)

Brilho (UB): as tintas foram aplicadas em um filme de polietileno transparente com o auxílio de um extensor espiral de 20 μm . Como suporte, foi utilizado o fundo branco de um papel leneta. Após a cura da tinta, foi feita a medição do brilho através do equipamento Glossmeter BYK Micro-TRI-Gloss, com ângulo de reflexão de 60° conforme ilustrado na fig. 9.

Figura 9: Medição de brilho



Fonte: Do Autor (2020)

Adesão: em um substrato PE transparente, foi realizado a extensão da amostra utilizando o extensor espiral de 20 μm , colocou-se o filme em estufa, Quimis modelo 0317M-22, por 5 (cinco) minutos a 60 °C, a fim de acelerar a cura da tinta. Aderindo um pedaço de fita filamentososa 3M Scotch 8809 de aproximadamente 5 cm sobre a aplicação da tinta, retirou-se rapidamente em movimento contínuo. A análise foi feita com base no deslocamento da tinta da base do substrato. Esta propriedade é qualitativa e comparada com uma tinta padrão.

Fricção: a caracterização foi determinada de acordo com o grau de resistência da tinta a partir da fricção de cinco ciclos do substrato aplicado. Utiliza-se o filme polietileno transparente para a aferição, realizou-se a extensão da tinta com o extensor espiral de 20 μm .

Resistência à água/leite: com auxílio de um extensor espiral de 10 μm , aplicou-se as tintas em um filme de polietileno pigmentado. Concluídas as extensões, os filmes foram mergulhados em recipientes contendo água e leite, separadamente, e inseridos em uma geladeira por um período de 2 (duas) horas à uma temperatura de

5 °C. A análise foi realizada friccionando as aplicações em água corrente, caracterizando-as de acordo com o deslocamento da tinta da base do substrato.

Resistência ao blocking: duas aplicações foram realizadas com o extensor espiral de 20 µm em PE transparente e unidas de modo que suas faces ficassem em contato. O conjunto foi colocado em estufa, Quimis modelo 0317M-22, a uma temperatura de 60 °C durante o período de 2 (duas) horas sob um lingote de aço de 1,5 kg de dimensões 15cm x 10cm x 1cm.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta secção serão apresentados os resultados imediatos, bem como os resultados após 96 horas das tintas frente ao atual padrão.

A tab. 5 apresenta as especificações de viscosidade, tonalidade (ΔE), brilho e força de tingimento.

Tabela 5: Especificações da tinta

Ensaio	Parâmetro
Viscosidade (s)	22 - 35
Força (%)	95 - 105
ΔE	0 - 1
Brilho UB	50 - 80

Fonte: Do autor (2020)

Os resultados obtidos do fornecedor D10 estão descritas na tab. 6.

Tabela 6: Resultado do fornecedor D10 frente ao atual padrão.

Ensaio ↓	Imediato		96 horas	
	Padrão	Amostra1	Padrão	Amostra 1
Estabilidade →	Padrão	Amostra1	Padrão	Amostra 1
Viscosidade imediato(s)	35"	28"	33"	33"
Força (%)	≥ 100	100,76	≥ 100	100,84
ΔE	≤ 1	1,00	≤ 1	0,26
Brilho UB	68,81	68,70	68,80	68,82

Fonte: Do Autor (2020)

De acordo com os dados obtidos nesta tabela 4, é possível verificar que resultados da formulação da tinta em base poliamida do fornecedor D10, apresentou um desempenho satisfatório no quesito viscosidade, força de tingimento e brilho. Tal desempenho está ligado ao pH do pigmento igual 9, tamanho de partícula de 27nm e área superficial de 80 m²/g. Conseqüentemente, os testes de resistência a adesão, fricção, água/leite também mostraram-se satisfatório diante do atual padrão.

Os resultados do fornecedor D11 frente ao atual padrão estão descritas na tab. 7 :

Tabela 7: Resultado do fornecedor D11.

Ensaio↓	Imediato		96 horas	
	Padrão	Amostra 2	Padrão	Amostra 2
Estabilidade →				
Viscosidade imediato(s)	35"	26"	33"	27"
Força (%)	>= 100	91,59	>= 100	85,28
ΔE	<= 1	1,34	<= 1	2,42
Brilho UB	68,81	68,70	68,80	43,85

Fonte: Do Autor (2020)

De acordo com os dados obtidos nesta tabela 4, observa-se que os resultados da formulação da tinta em base poliamida do fornecedor D11, apresentaram desempenho inferior em relação às especificações do atual padrão.

O testes de resistência a adesão, fricção, água/leite mostraram-se satisfatório diante do atual padrão. A tinta apresentou pouquíssima evolução da viscosidade, porém, o aspeto visual da cor comparado com o padrão em filme PP mostrou-se insatisfatório, apresentando uma aparência fosca na superfície. O fornecedor do pigmento não possui pH em seu laudo técnico. Logo, associa-se o seu baixo desempenho no sistema poliamida devido ao seu pH que possivelmente seja ácido.

Os resultados obtidos do fornecedor D12 frente ao atual padrão estão descritas na tab. 8.

Tabela 8: Resultado do fornecedor D12.

Ensaio↓	Imediato		96 horas	
	Padrão	Amostra 3	Padrão	Amostra 3
Estabilidade →				
Viscosidade imediato(s)	35"	22"	33"	23"
Força (%)	>= 100	90,15	>= 100	89,40

ΔE	≤ 1	1,57	≤ 1	1,84
Brilho UB	68,81	49,89	68,80	38,5

Fonte: Do Autor (2020)

De acordo com os dados obtidos nesta tabela 4, observa-se que resultados da formulação da tinta em base poliamida do fornecedor D12, apresentou um resultado insatisfatório no quesito viscosidade, força de tingimento e brilho. Porém, os testes de resistência a adesão, fricção, água/leite mostraram-se satisfatório diante do atual padrão. Quanto análise da cor em base poliamida, após, estabilidade de 96 horas a tinta apresentou uma aparência de baixo brilho.

Os resultados do fornecedor D13 frente ao atual padrão estão descritas na tab. 9 :

Tabela 9: Resultado do fornecedor D13.

Ensaio ↓	Imediato		96 horas	
	Padrão	Amostra 4	Padrão	Amostra 4
Estabilidade →	Padrão	Amostra 4	Padrão	Amostra 4
Viscosidade imediato(s)	35"	22"	33"	22"
Força (%)	≥ 100	93,40	≥ 100	91,24
ΔE	≤ 1	0,54	≤ 1	1,41
Brilho UB	68,81	74,85	68,80	35,85

Fonte: Do Autor (2020)

De acordo com os dados obtidos nesta tabela 8, observa-se que os resultados da formulação da tinta em base poliamida do fornecedor D13, apresentaram desempenho inferior em relação às especificações do atual padrão.

O testes de resistência a adesão, fricção, água/leite mostraram-se satisfatório diante do atual padrão. A tinta não apresentou aumento da viscosidade, porém, o aspecto visual da cor comparado com o padrão em filme PP mostrou-se insatisfatório, apresentando uma aparência fosca na superfície. Vale ressaltar que durante a moagem do pigmento deste fornecedor, o concentrado necessitou de quatro passes no moinho para que pudesse alcançar a fineza desejada e a viscosidade mínima da pasta no equipamento KU.

A fig. 10 apresenta o aspecto fosco da tinta frente ao atual padrão após a estabilidade da mesma.

Figura 10 – Análise comparativa de tinta padrão x amostra 4.



Fonte: Do Autor (2020)

Os resultados do fornecedor D14 frente ao atual padrão estão descritas na tab 10 :

Tabela 10: Resultado do fornecedor D14.

Ensaio↓	Imediato		96 horas	
	Padrão	Amostra 3	Padrão	Amostra 3
Estabilidade →				
Viscosidade imediato(s)	35"	25"	33"	40"
Força (%)	>= 100	91,02	>= 100	90,50
ΔE	<= 1	0.82	<= 1	2,32
Brilho UB	68,81	49,89	68,80	48,80

Fonte: Do Autor (2020)

De acordo com os dados obtidos na tabela 10, observa-se que os resultados da formulação da tinta em base poliamida do fornecedor D14, apresentou resultados insatisfatórios no quesito viscosidade, força de tingimento e brilho. Porém, os testes de resistência a adesão, fricção, água/leite mostraram-se satisfatórios diante do atual padrão. Quanto a análise da cor da tinta em base poliamida, após, estabilidade de 96 horas, a mesma apresentou uma aparência de baixo brilho.

5 CONCLUSÃO

A partir deste projeto de desenvolvimento, a proposta do trabalho era conseguir um concentrato de negro de fumo que se mantenha estável no sistema poliamida, preservando suas propriedades colorimétricas e que atendesse as especificações semelhantes ou superiores ao atual padrão. Esse objetivo foi alcançado com sucesso, pois obteve-se a amostra do fornecedor D10 como a melhor testata, apresentando resultados semelhantes ao padrão, com a tinta que manteve estabilidade após 96 horas conservando suas propriedades físico-química.

Para trabalhos futuros, sugere-se fazer alterações na formulação do concentrado, mudando o tipo de dispersante ou aditivo plastificante com o intuito de avaliar o desempenho e estabilidade da pasta e conseqüentemente no sistema poliamida.

O tema desenvolvido é de suma importância para as indústrias de tintas, pois, existe uma variedade imensa de tipos de negros de fumo no mercado e é importante considerar novas tecnologias lançadas para sanar os problemas no ramo das tintas flexográficas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira das Indústrias de Tintas para Impressão,

2015. Disponível em: <<https://www.abitim.org.br/producao-nacional-1>> Acessado em 30 de Maio de 2020.

Associação Brasileira dos fabricantes de Tintas no Brasil, 2013. Disponível em: <

<https://abrafati.com.br/o-mercado-de-tintas-no-brasil-e-suas-perspectivas/>> Acessado em 26 de abril de 2020.

BRYDSON, J.A., **Plastics Materials.** 6th ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 1985.

Chemsystems. **Nylon 6 and Nylon 6,6. Process Technology, Production Costs, Regional Supply/Demand Forecasts, and Economic Comparison of Alternative Production Routes are presented,** 2009.

Dasgupta, S., Hammond, W. B., & Goddard III, W. A. **Crystal Structures and Properties of Nylon Polymers from Theory.** *Journal of the American Chemical Society*, 1996.

Dresselhaus M. S **Carbon nanotubes: Synthesis Structure, Properties, and Applications.** Springer. New York, 2001.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas Ciências e Tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2009.

HARE, Clive H. **Protective Coatings Fundamentals of Chemistry and Composition**. Pittsburgh: Technology Pub. Co, 1994.

Hadjuk, E. F. Nylon Fibers. **Chemical Economics Handbook-SRI International**. (2002).

Hermes, M. E. **Enough for One Lifetime: Wallace Carothers, Inventor of Nylon**, 1996.

Huang, J. **Carbon Black filled conducting polymers and polymer blends**. **Advances in Polymer Technology**, v. 21, p. 299-313, 2002.

IZDEBSKA, Joanna. **Flexographic Printing**. - Faculty Of Production Engineering, Warsaw University Of Technology, Warsaw, 2016.

Kenneth A. Bownes. **Novel Nitrocellulose Flexographic Printing Inks**. USA nº CI 260-13, 23 nov. 1966, 14 out. 1969.

LAMBOURNE, R.; STRIVENS, T. A. **Paint and Surface Coating: Theory and Practice**. 2. ed. Cambridge England: Woodhead Publishing Ltd, 1999. 950 p.

LINHARES, Henrique. **31 maiores fabricantes de tintas do Brasil**. Acessado em: <<http://sohelices.com.br/31-maiores-fabricantes-de-tintas-do-brasil/>> Acessado em 26 de abril de 2020.

MARINHO, J. R. D. **Macromoléculas e polímeros**. Ilha Solteira: Manole, 2005. 506 p.

MATOS, Mariana. **Uma visão química das Tintas Imobiliárias e sua questão ambiental**. 2017. 28 f. Monografia (Especialização) - Curso de Química, Universidade Federal de São João Del-rei, São João Del-rei, 2017.

PEKAROVICOVA, Alexandra; HUSOVSKA, Veronika. **Printing Ink Formulation**. - Chemical and Paper Engeneering, Western Michingan University, Kalamazoo, 2016.

SCARPETA, Eudes. **Flexografia: Manual Prático**. São Paulo: Bloco de Comunicação, 2007. 229 p.

SEERIG, Rafael. **Estudo da Influência de Cargas Mineraias Utilizadas em Tintas Imobiliárias**. 2013. 33 p. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Radici, N. **Polyamides, Properties and Resistance to Chemicals Agents**. Bergamo, Italy, 2001.

Sánchez-González, J.; Macías-García, A.; Alexandre-Franco, M. F.; Gómez-Serrano, V. **Electrical conductivity of carbon blacks under compression**. Carbon, v. 43, p. 741-747, 2005.

YAMANAKA, Hélio Tadashi. **Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes**. São Paulo: Fiesp, 2006.

Wang, M.; Gray, C. A.; Reznik, S. A.; Mahmud, K.; Kutsovsky, Y. Carbon Black. **Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology**, v.4, p. 761-803, 2003.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento em especial a Professora Orientadora Josiane da Rocha Silvano por todo auxílio no desenvolvimento deste trabalho. E a empresa Anjo Química do Brasil Ltda por disponibilizar sua estrutura para realização da parte prática do projeto.

LISTA DE SÍMBOLOS

UB	[UB]	Unidade de brilho
ΔE		Diferença de tonalidade
S	[s]	Unidade de tempo em segundos