



## AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DE TINTAS BRANCAS BASE SOLVENTE EM DIFERENTES SUBSTRATOS UTILIZADOS EM ROTOGRAVURA E FLEXOGRAFIA

Kévin Castro Klima<sup>1</sup>

Aline Resmini Melo<sup>2</sup>

Débora De Pellegrin Campos<sup>3</sup>

Josiane Da Rocha Silvano Das Neves<sup>4</sup>

**Resumo:** A indústria de tintas é o sexto maior setor do mundo e possui vários objetivos, onde um deles é a proteção da superfície. A adesão é fundamental para que estes aspectos sejam mantidos. Os processos de impressão, sendo o flexográfico e rotogravura, possuem variáveis que interferem na aderência. A tinta branca é a última a ser aplicada no substrato e assim avaliar a aderência de três brancos em diferentes substratos como PVC (policloreto de vinila) e PET (politereftalato de etileno) se faz necessário para manter os padrões de qualidade. Para a avaliação da aderência é utilizado o método de adesão a tinta básico desenvolvido pela FINAT (Federação Internacional de Fabricantes e Transformadores de Adesivos e Termocolantes em papéis e outros suportes) no qual é possível mensurar quantitativamente e qualitativamente a remoção de tinta. Por meio da metodologia utilizada somente uma das tintas avaliadas apresentou remoção e falta de aderência aos substratos utilizados no estudo e apenas 16,67 % das amostras analisadas apresentaram falta de aderência e somente uma amostra apresentou desprendimento após 48 horas da sua produção. Constatou-se que um dos brancos avaliados apresentou falta de aderência e não tem desempenho satisfatório. Quanto ao método utilizado, apesar de ser manual, apresentou-se satisfatório, sendo possível atingir o objetivo do estudo realizado.

**Palavras-Chave:** Adesão. Tintas. Substratos. Impressão.

### 1 INTRODUÇÃO

A tinta é uma mistura que quando aplicada sobre uma superfície forma um filme, ou seja, uma fina camada de material que recobre a região onde foi depositada. A finalidade do uso de uma tinta sobre uma superfície pode ser a proteção dessa

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química, UNISATC. E-mail: kevin.castro.klima@gmail.com

<sup>2</sup> Professora UNISATC. E-mail: aline.melo@satc.edu.br

<sup>3</sup> Professora UNISATC. E-mail: josiane.neves@satc.edu.br

<sup>4</sup> Professora UNISATC. E-mail: debora.campos@satc.edu.br



superfície ou o seu embelezamento. A tinta também pode ser usada na impressão de um texto ou na criação de obras de arte (MELLO; SUAREZ, 2012).

O mercado brasileiro de tintas é o sexto maior do mundo, produzindo tintas para diversas aplicações como: imobiliária, automobilística e repintura automotiva (ABRAFATI, 2016).

Em todos os tipos de impressão que utiliza do sistema de cores CYMK (*Cyan, Yellow, Magenta e Black*), o branco sempre vem como a última cor a ser impressa, servindo para que absorva as ondas de luz.

Com diversos tipos de matérias-primas no mercado, atualmente existe uma gama variada de brancos, com diferentes composições, características, resistências físicas e químicas, podendo assim ser destinada para diversos usos. Com esta gama de variedades, muitas vezes opta-se por aqueles que melhor se adaptam ao processo e que tenham melhor custo benefício.

A tinta branca tem um consumo altíssimo na indústria de rótulos pois praticamente todos os rótulos impressos utilizam da mesma e há muitas variáveis que afetam no uso da determinada matéria-prima. Uma delas em questão é a aderência ao substrato podendo ser de PVC (policloreto de vinila) e PET (politereftalato de etileno). O filme de tinta branca é de grande importância, uma vez que serve como proteção para as demais cores que o filme recebeu para compor a arte estipulada pelo cliente, assegurando a qualidade do rótulo no momento do processo no qual será conformado.

A necessidade de se estudar a adesão do branco de fornecedores da empresa de rótulos surgiu quando alguns problemas graves apareceram, como o desprendimento, arranhões e ataque químico no processo produtivo dos clientes.

A fim de solucionar os problemas enfrentados com a melhora da aderência da tinta pode-se haver uma redução nos custos com promotor de aderência. Por fim pode-se ter não só a qualidade dos rótulos impressos, mas também uma economia para Empresa.

O estudo em questão visa avaliar a adesão de tintas brancas utilizadas nos rótulos termo encolhíveis produzidos pela Empresa, analisando e comparando a aderência de 3 brancos distintos de fornecedores diferentes. Pretende-se também realizar os testes de aderência com fitas baseados nos métodos de adesão à tinta FTM 21 (básica) – seguindo a metodologia FINAT (Federação Internacional de



Fabricantes e Transformadores de Adesivos e Termocolantes em papéis e outros suportes).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os tópicos mencionados e escritos a seguir auxiliaram na compreensão e entendimento do trabalho.

### 2.1 IMPRESSÃO

A impressão é geralmente o primeiro processo da produção de rótulos termo encolhíveis após a recepção das matérias-primas. São a rotogravura e a flexografia que consistem na impressão cor-a-cor, sendo o filme polimérico introduzido sob a forma de uma bobina e posteriormente desbobinado e conduzido por um conjunto de cilindros gravados ou cilindros com clichês. Cada rótulo que será impresso exige um determinado número de cores, estando cada cor contida no respectivo tinteiro (ABTG, 2016).

#### 2.1.1 Rotogravura

O cilindro de gravura é feito de aço no interior e revestido de cobre. Ele está parcialmente mergulhado na tinta e contém, na sua superfície, um conjunto de alvéolos (poros onde a tinta fica retida) gravados no cobre e dispostos com uma determinada organização de modo a formar um padrão específico de desenho para aquela cor e para aquele trabalho. O excesso de tinta no cilindro de gravura é removido por uma lâmina designada por faca (*doctor blade*), para garantir que apenas a quantidade ideal de tinta contactará com o filme (ROMANO, 2009).

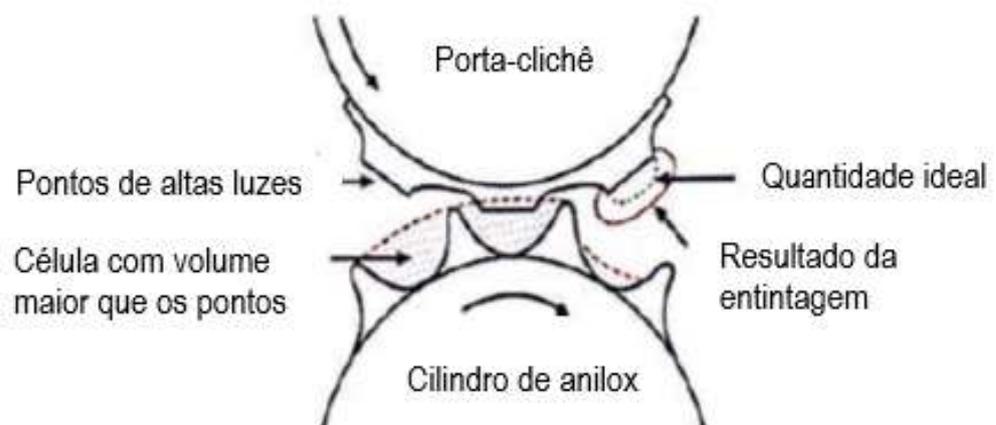
O cilindro de impressão pressiona o filme contra o cilindro de rotogravura, permitindo que a tinta contida nos alvéolos seja transferida para o filme. Em seguida, o filme passa por uma estufa de secagem para evaporar parte do solvente da tinta, servindo como uma preparação do filme para receber a próxima cor. O filme é encaminhado para o tinteiro seguinte e o processo se repete cor após cor (ROMANO, 2009).

### 2.1.2 Flexografia

A fim de entender a flexografia é importante primeiro entender o “coração” da unidade, o rolo anilox. A superfície de cada rolo anilox é gravado com um pequeno padrão de célula, células pequenas que só podem ser vistas sob ampliação. O tamanho e o número dessas células determinam a quantidade de tinta que será entregue para as áreas de imagem da placa flexográfica e depois para o substrato. O rolo anilox é gravado em cobre e depois cromado com aço e revestido com cerâmica com superfície celular gravada a laser (ABTG, 2016).

Nos sistemas atuais de impressão são utilizados o conjunto de raspagem, anilox e clichê (placas impressão). O processo inicia com a injeção de tinta no conjunto de raspagem acontecendo a retirada do excesso de tinta. Com as células do anilox completas de tintas a mesma se transfere com o pequeno contato com o clichê e a tinta segue para o substrato e assim é formada a impressão flexográfica (ROMANO, 2016).

Figura 1: Impressão flexográfica



Fonte: ABTG (2016)



### 2.1.3 Sistema CYMK

Segundo ABTG, (2016, p. 11):

Os arquivos de imagem CMYK são compostos de pixels com quatro canais de cores (cian, magenta, amarelo e preto) e podem representar de 1 a 256 tons. A resolução das imagens CMYK deve ter um mínimo 300 dpi se a imagem for utilizada em 100% do tamanho. É escolhido uma resolução de tela de 1,5 vezes a lineatura de impressão para uma configuração mínima.

O CMYK é o sistema mais utilizado para impressão de imagens coloridas. Na indústria de embalagens e rótulos é o mais utilizado, nas mais diversas impressoras como: flexografica, rotogravura, *offset*, serigráfica, digital entre outras.

## 2.2 SUBSTRATOS

Os filmes plásticos flexíveis podem ter inúmeras utilizações na indústria de rótulos. São escolhidos diferentes materiais conforme as propriedades mecânicas (resistência ao rasgo, força de selagem, coeficiente de atrito, resistência à tensão, compressão e perfuração) e entre outras como transparência e brilho. Fatores como facilidade de processamento e custo são levados em conta também. Para rótulos termo encolhíveis são comumente utilizados PET (politereftalato de etileno) e PVC (policloreto de vinila), que possuem características mais adequadas ao processo nos quais são empregados (MATOS, 2013).

### 2.2.1 Politereftalato de etileno

O PET pode ser produzido através da reação de etilenoglicol com ácido tereftálico. Ele é um polímero linear, transparente e termoplástico, com capacidade de cristalização, que possui grande resistência e ductilidade. Pode ser orientado por estiramento, sendo a forma mais comumente utilizada de PET a orientada biaxialmente. Pode ser utilizado em rótulos de frascos de alimentos, graças a sua resistência a tração, leveza, elasticidade, termo estabilidade, transparência e resistência química (MATOS, 2013).



### 2.2.2 Policloreto de vinila

O PVC não é um material como os outros. É o único material plástico que não é 100 % originário do petróleo. O PVC contém, em peso, 57% de cloro (derivado do cloreto de sódio) e 43% de eteno (derivado do petróleo). A partir do sal marinho, pelo processo de eletrólise, obtém-se o cloro, soda cáustica e hidrogênio. A eletrólise é a reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada (RIBEIRO, 2009).

## 2.3 TRATAMENTO DE ADESÃO

A adesão de tintas sobre filmes poliméricos é condicionada pela tensão superficial delas. De um modo geral os filmes poliméricos não apresentam condições favoráveis à adesão de outros substratos/revestimentos, uma vez que as suas superfícies são quimicamente inertes, não porosas e têm baixa energia livre de superfície. A "molhabilidade" pode ser medida pelo ângulo de contato entre um líquido e uma superfície sólida (COLTRO, 2001).

### 2.3.1 Tensão superficial

A tensão superficial nos líquidos é a força necessária para que ele se espalhe no filme, expressa em dinas·cm<sup>-1</sup> (dinas por centímetro), equivalente a mN.m<sup>-1</sup> (metro vezes Newton por metro), estando relacionada com a força coesiva, ou seja, de união entre as moléculas de um líquido.

As energias livres de superfície do PET e PVC estão entre 40 a 45 dynes·cm<sup>-1</sup>, enquanto a tensão superficial de tintas líquidas a base de solventes é de cerca de 36 a 38 dinas·cm<sup>-1</sup> e a energia superficial do filme deve ser 7 a 10 dinas·cm<sup>-1</sup> superior à tensão superficial da tinta (ARAUJO, 2011).

### 2.3.2 Tratamento Corona

O tratamento amplamente utilizado em grande parte das indústrias é o corona, que consiste na utilização de um par de eletrodos com alto potencial e outro



de menor potencial que corresponde a um cilindro metálico revestido por um material isolante que suporta o substrato de modo a aplicar descargas eletrostáticas que levam a ionização do oxigênio presente no ar na área da descarga. Na ionização do oxigênio formam-se óxidos de azoto e ozono, moléculas altamente reativas que se ligam quimicamente às terminações das moléculas do substrato, levando a polarização da superfície dos filmes e ao aumento da sua energia superficial (WITMAN, 2010).

### **2.3.3 Teste de adesão**

Uma das características mais importantes das tintas é sua aderência ao substrato. Se a tinta não tem aderência satisfatória ao substrato seu desempenho estará comprometido, chegando em muitos casos a se destacar prematuramente (FAZENDA, 2009).

Em rótulos termo encolhíveis, a aderência da tinta é de grandiosíssima importância devido ao processo seguinte pelo qual o rótulo passa após ser impresso até ser encolhido. Diversos testes podem ser realizados para determinar a aderência da tinta ao substrato (MATOS, 2013).

Um dos mais comuns é o uso de fitas adesivas para determinar a adesão da tinta, outros testes menos comuns são o rub teste que é realizado pelo contato da tinta com uma lixa pela fricção no contato de ambos e a fricção de tinta com tinta de forma manual (MATOS, 2013).

O corte em grade consiste em efetuar cortes na película de tinta até atingir o metal base, paralelo entre si, e outros cortes perpendiculares aos primeiros, formando um quadriculado (grade). O teste de corte em x é realizado efetuando dois cortes de 40 mm cada, interceptados ao meio, a um ângulo de 35 a 45 graus, seja qual for a espessura da película de tinta até 600 µm. Em ambos os testes utiliza-se de fita adesiva padronizada para realização dos mesmos (FAZENDA, 2009)

## **2.4 TINTAS**

Tinta é uma composição líquida, geralmente viscosa e constituída de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante, que ao sofrer um processo de cura quando estendida em uma película fina, forma um filme opaco e aderente ao



substrato. Esse filme tem a finalidade de proteger e embelezar a superfície (FAZENDA, 2009).

#### **2.4.1 Resinas**

A resina é um dos componentes mais importante da tinta. É por meio das características das resinas que se classificam os nomes das tintas. A escolha da resina é um dos principais parâmetros para uma boa especificação da tinta (BARBOSA, 2012).

Segundo Fazenda, (2009, p. 9):

A formação do filme de tinta está relacionada com o mecanismo de reações químicas do sistema polimérico, embora outros componentes, como solventes, pigmentos e aditivos tenham influência no sentido de retardar, acelerar até inibir essas reações.

Resinas acrílicas são resinas obtidas a partir de monômeros de ésteres dos ácidos acrílicos e metacrílicos. Na indústria de tintas os polímeros acrílicos mais utilizados são os poliacrilatos e polimetacrilatos (MACHADO, 2017).

As resinas nitrocelulósicas é uma das resinas mais utilizadas nas tintas de rotogravura. É composta por cadeias de beta-anidroglicose que possui três grupos hidroxila (-OH), os quais podem ser substituídos por ácido nítrico, atingindo a viscosidade ideal a cerca 11% de azoto. Os grupos hidroxilo são também importantes no sentido de permitir a ligação a outras moléculas (MATOS, 2013).

As resinas fumáricas são produzidas da reação do anidrido maleico/fumárico com o breu, ou com um ácido tereftálico e um poliol utilizados em combinação com outras resinas, especialmente a nitrocelulose, em tintas líquidas. Suas propriedades são dureza, brilho e alta adesão (ABTG, 2016).

As resinas epóxi são polímeros caracterizados pela presença de grupos glicídico em sua molécula. As vantagens do uso são a volatilidade, flexibilidade, impermeabilidade, aderência, dureza, resistência química à água e ao solvente. Para aplicações em tintas é necessária uma reação com catalisador, um agente de cura ou



endurecedor e dependendo da sua natureza química tem-se propriedades diferentes e específicas (FAZENDA, 2009).

Resinas cetônicas são obtidas de reações entre cetonas cíclicas e formaldeído (formol). Possuem estabilidade em sua estrutura por ser saturada. As características destas resinas são a alta transparência, alto brilho, secagem, flexibilidade e melhora da printabilidade (ABTG, 2016).

Resinas poliuretânicas (PU's) possuem hidrogênios altamente reativos do tipo  $-OH$  (álcool),  $-NH_2$  (amina),  $-COOH$  (ácido carboxílico), que reagem com um grupo isocianato para obtenção de PU's. O nome "uretano" ou "poliuretano" provém do grupo químico característico da reação do isocianato com o hidrogênio reativo do outro reagente (MACHADO, 2017).

As resinas poliamidas são obtidas da reação de policondensação de ácidos carboxílicos com diaminas. Propriedades como alto brilho, adesão, baixa resistência às altas temperaturas (selagem e cozimento), boa resistência à água e as baixas temperaturas são características desta resina (ABTG, 2016).

As resinas melamínicas provém da melamina e do formaldeído. Suas características são alta resistência térmica, dureza, resistência química e física (ABTG, 2016).

## 2.5 PIGMENTO

Pigmento é um material sólido finamente dividido e insolúvel no meio. O pigmento é utilizado para conferir cor, opacidade, certas características e outros efeitos (FAZENDA, 2009).

### 2.5.1 Pigmentos orgânicos

Pigmentos orgânicos são obtidos através de sínteses (reações químicas), a partir de derivados do petróleo, como o alcatrão de hulha. Podem possuir em sua estrutura metais como o bário, cálcio ou cobre. Alguns exemplos são o azul ftalocianina, amarelo de benzidina, vermelho de lithol e negro-de-fumo (ABTG, 2016).



### 2.5.2 Pigmentos inorgânicos

Os inorgânicos são todos os pigmentos brancos, cargas e uma grande faixa de pigmentos coloridos, sintéticos ou naturais. As cargas, também conhecidas como *extenders*, podem ser naturais ou sintéticos. Possuem baixo índice de refração e interferem em diversas características das tintas como brilho, opacidade, resistência a abrasão (FAZENDA, 2009). O *extenders* mais utilizados são:

- 1) Caulim ou argila - Silicato de alumínio:  $(Al_2(OH)_4Si_2O_5)$ ;
- 2) Calcita - Carbonato de cálcio natural:  $(CaCO_3)$
- 3) Dolomita - Carbonato duplo de cálcio e magnésio:  $(CaMg[CaCO_3])$ ;
- 4) Talco - Silicato de magnésio hidratado:  $(Mg_3[(OH)_2Si_4O_{10}])$

O pigmento verdadeiro está na classe dos pigmentos inorgânicos, onde o mais empregado nas tintas é o dióxido de titânio ( $TiO_2$ ), pois melhora as características das tintas tais como: poder de cobertura, alvura, durabilidade, brilho e opacidade. O  $TiO_2$  é um sólido cristalino incolor. Possui alto índice de refração, maior estabilidade e alta densidade o que leva ao seu maior poder opacificante e maior estabilidade em pintura exterior (MACHADO, 2017).

### 2.6 ADITIVOS

Aditivos são ingredientes que raramente excedem 5% da composição de uma tinta. Eles proporcionam características especiais ou ainda melhoria nas propriedades do sistema ao qual for incorporado (FAZENDA, 2009).

Existe uma gama de aditivos que são divididos por função:

#### 1) Aditivos de Cinética

- Secantes: Pode-se definir um secante como sendo um produto que promove ou acelera a secagem.
- Antipeles: Evitam a formação de película na superfície da tinta.

#### 2) Aditivos de reologia

- Espessantes: Proporcionam meios seguros e práticos para regular a fluidez da tinta.



### 3) Aditivos de processo

- Dispersantes: Melhoram a dispersão dos pigmentos nas tintas.
- Antiespumantes: Evitam a formação de bolhas de ar e espumas na tinta.
- Umectantes: Aumentam a molhabilidade de cargas e pigmentos auxiliando na dispersão.

### 4) Aditivos de preservação

- Biocidas: Evitam a degradação do filme da tinta pela ação de bactérias e fungos (MACHADO, 2017).

## 2.7 SOLVENTES

Os solventes são utilizados nas tintas com a principal finalidade de dissolver a resina sem alterar as propriedades químicas. São líquidos voláteis que geralmente possuem pontos de ebulição baixos (FAZENDA, 2009).

A classificação do solvente pode ser de acordo com a solubilidade da resina ou pela evaporação. Os solventes, quando classificados de acordo com a solubilidade da resina, podem ser:

- Verdadeiros: solubilizam a resina;
- Co-solventes: solubilizam parcialmente a resina;
- Diluentes: não solubilizam a resina.

A classificação quanto à evaporação pode ser:

- Leves: P.E. (ponto de ebulição) < 100 °C (graus Celsius);
- Médios: 120 °C > P.E. > 100 °C;
- Pesados: P.E. > 120 °C.

Os álcoois são os solventes mais comuns em tintas líquidas. O metanol é um ótimo solvente da resina nitrocelulose, porém é tóxico. O etanol (álcool etílico) solubiliza parcialmente as resinas, sem ser tóxico. O álcool isopropílico ou propanol possui baixo poder de solvência e é utilizado junto com o etanol para controlar a secagem (ABTG, 2016).

Os ésteres mais importantes usados para tintas, são excelentes solubilizantes sintéticos para resinas, como as acrílicas e poliuretânicas. Os acetatos



têm alto poder de solvência para resinas sintéticas e naturais. Os ésteres menos voláteis são usados como retardadores (FAZENDA, 2009).

As cetonas são solventes orgânicos fortes e versáteis. São geralmente usados como solventes ativos ou diluentes, frequentemente em combinação com outros solventes. Com alto poder de solvência, são usadas para resinas que não são solúveis em hidrocarbonetos e álcoois, o seu uso é mais frequente em resinas epóxi (FAZENDA, 2009).

Dentre os hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, destacam-se o heptano, o toluol e o xilol. Estes solventes têm aplicações restritas como por exemplo os solventes alifáticos (hexano, heptano, octano e nafta) que são utilizados misturados em tintas pastosas, já os solventes aromáticos são aplicados apenas em tintas para rotogravura (ABTG, 2016).

Glicóis são solventes com baixa taxa de evaporação, por isso são aplicados como retardadores nas tintas líquidas. O etil-glicol (em desuso) e o butil-glicol estão sendo restringidos, devido ao seu odor residual e pela toxicidade que apresentam, sendo substituídos por éteres (ABTG, 2016).

## 2.8 VISCOSIDADE

Viscosidade é uma característica físico-química que é dependente direta da temperatura. Ela pode ser definida como a resistência que determinado líquido ou fluido oferece a deformação ou ao escoamento (CALDANA, 2015).

## 3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os procedimentos descritos a seguir são baseados nos procedimentos já utilizados na Empresa e seguindo os métodos FINAT (Federação Internacional de Fabricantes e Transformadores de Adesivos e Termocolantes em papéis e outros suportes) – FTM 21 (básica), FTM 22 (avançado) – nos quais a Empresa tem como base.



### 3.1 COLETA DAS AMOSTRAS

Conforme a programação de produção os produtos impressos foram consultados e verificou-se qual era o branco utilizado nos mesmos. As amostras foram retiradas das bobinas impressas para rótulos termo encolhíveis. Foram coletadas doze amostras conforme a programação de produção.

### 3.2 ADESÃO A TINTA BÁSICO

Para o método foi utilizado a fita Scotch 3M branca.

Com uma amostra recém impressa, foram pegadas cerca de 20 cm de fita e aplicou-se sobre a área impressa, utilizando o rolo FINAT passou o mesmo duas vezes sobre a fita e a amostra impressa para que não houvesse bolhas de ar.

Aguardou-se cerca de 1 minuto e segurando a amostra com uma mão retirou-se a fita destacando-a com um ângulo de 180° com a outra. Os testes foram realizados com doze amostras logo após impressão e nos períodos de 1, 24 e 48 horas.

A avaliação foi feita dividindo a fita em 10 quadrados iguais de 2 cm e verificado visualmente se havia desprendimento de tinta no determinado quadrado. Com o teste foi possível quantificar a porcentagem removida em cada amostra.

A avaliação foi feita segundo os critérios da Tab. 1.

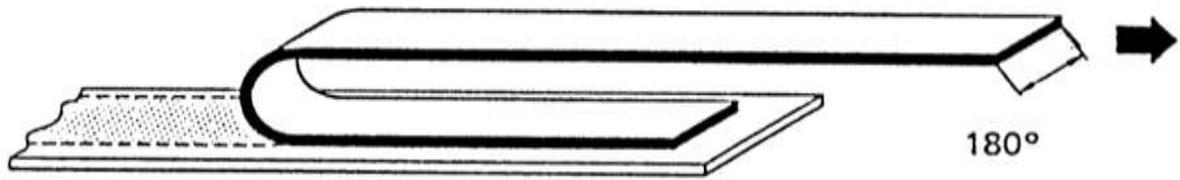
Tabela 1: Padrão para adesão.

Grau	Remoção de tinta	Porcentagem	Quantidade de Quadrados
1	Sem remoção	0%	0
2	Leve	<10%	1
3	Moderada	10-30%	1 - 3
4	Severa	30-60%	3 - 6
5	Quase completa	>60%	6 - 10

Fonte: FINAT (2001)

Conforme descrito acima, a Fig. 2 retrata como acontece o destacamento da fita com ângulo de 180° realizado de forma manual.

Figura 2: Adesão a tinta básico.



Fonte: FINAT(2001)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na realização deste trabalho foi avaliada a aderência da tinta por quatro períodos, os quais serão apresentados os resultados obtidos a partir de testes de adesão básico. A presente pesquisa utilizou somente a Fita Branca seguindo a norma FINAT de adesão básico.

Salientando que somente a tinta branca foi avaliada nos testes de aderência, em alguns testes apresentaram tal remoção, mas não foram relevantes para pesquisa.

A pesquisa apresentou resultados positivos, mas ainda com pouca assertividade por ser um teste manual e sem precisão e exatidão. Conforme a Tab. 2, entre as 12 amostras analisadas somente duas apresentaram falta de adesão de tinta, ou seja, 16,67 % das amostras analisadas, 83,33 % das amostras não apresentaram nenhum tipo de falta de adesão, a aderência da tinta nestas amostras é consideradas ótimas seguindo os padrões da Tab. 1.



Tabela 2: Teste de adesão básico.

Amostra	Tipo de impressos	Filme	Tinta	Fita Branca			
				Resultados (%)			
				Imediato	1 Hora	24 Horas	48 Horas
1	Flexografia	PET	Bi-funcional	0	0	0	0
2	Flexografia	PET	Bi-funcional	0	0	0	0
3	Flexografia	PVC	Bi-funcional	40	0	0	0
4	Flexografia	PVC	Bi-funcional	60	40	20	20
5	Rotogravura	PET	Bi-componente	0	0	0	0
6	Rotogravura	PET	Bi-componente	0	0	0	0
7	Rotogravura	PVC	Bi-componente	0	0	0	0
8	Rotogravura	PVC	Bi-componente	0	0	0	0
9	Rotogravura	PET	76900	0	0	0	0
10	Rotogravura	PET	76900	0	0	0	0
11	Rotogravura	PVC	76900	0	0	0	0
12	Rotogravura	PVC	76900	0	0	0	0

Fonte: Do autor (2020)

Entre os substratos utilizados para impressão dos rótulos, somente o PVC apresentou o desprendimento do branco. As 6 amostras de PVC e com 3 tipos de branco – Bi-funcional, Bi-componente (resina nitrocelulosica modificada com poliamida) e 76900 (resina acrílica) – somente o branco Bi-funcional mostrou menor adesão que as demais. Somente no processo de flexografia os testes mostraram falta de aderência da tinta branca. A seguir a Fig. 3 e Fig. 4 das amostras 3 e 4 respectivamente, seguindo a Tab. 2.

A amostra 3 apresentou resultados destacamento no teste imediato com um percentual de aproximadamente 40% de desprendimento de tinta e no teste após 1 hora impresso ele apresentou-se com boa adesão, sendo que a arte tem demais cores com maior adesão que o branco em questão. Pode-se observar que houve desprendimento de amarelo e cyan – cores que formam o verde falso, este desprendimento de tinta não foi levado em consideração.

A amostra 4 apresentou falta de adesão no branco em todos os 4 testes, sendo que logo após impressão o branco foi retirado em cerca de 60% da amostra. Nos demais testes de 1, 24 e 48 horas houve uma remoção de 40%, 20%, 20% respectivamente. No teste imediato e após 1 hora houve remoção tanto de tinta branco e azul, nos testes seguintes houve remoção apenas do branco. O azul removido no teste imediato não foi avaliado na porcentagem de tinta removida.



Figura 3: Amostra 3.  
Fonte: Do autor (2020)



Figura 4: Amostra 4.

Segundo Matos (2013) é possível dividir os problemas de adesão em dois casos: crônicos e não-crônicos. Nos casos não-crônicos, a tinta apresenta boa adesão ao fim de algumas horas (excepcionalmente dias), o que corresponde simplesmente ao tempo que a tinta precisou para secar (evaporação do solvente). Já nos casos crônicos, a tinta apresenta problemas de adesão ao fim de dias, semanas ou meses, além de que geralmente não apresenta qualquer melhoria ao longo do tempo. Com isto é possível dizer que a amostra 3 é um caso crônico e já amostra 4 é um caso não-crônico, sendo que a amostra apresentou problemas de adesão após 48 horas.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para melhor compreensão dos resultados. Pode-se haver uma relação entre o tratamento superficial do pvc ser baixo em relação a tensão superficial da tinta utilizada. Segundo Coltro e Alves (2001) a energia superficial de um filme plástico de ser 7 a 10 dinas/cm<sup>-1</sup> superior a energia superficial do solvente pode estar ocorrendo devido a força de tratamento aplicada estar abaixo do que é necessário para boa adesão do branco bi-funcional ao substrato de PVC.



A utilização de branco bi-funcional por parte da Empresa dá-se por ele ser mais barato que o branco 76900, já que nunca apresentou problemas e nem mesmo houve reclamações por parte de fornecedores. Entretanto indaga-se se o branco bi-funcional é totalmente compatível com o processo de impressão flexográfica ou o próprio substrato de PVC.

O estudo de Matos (2013) foi verificado por meio de testes de adesão com fita em 63 amostras de substrato de PET, onde somente 8 apresentaram alguma falta de adesão nos testes. Dentre as amostras analisadas de PET nenhuma delas apresentou problemas de adesão, onde utilizou-se brancos base solvente e processos flexográficos e de rotogravura.

As resinas empregadas em cada tinta, tem funcionalidades bastantes parecidas, mas o branco bi-funcional que tem uma resina idêntica à do branco bi-componente – nitrocelulosica modifica com poliamida – não é possível relacionar a falta de aderência somente a resina utilizada nas tintas sabendo que o bi-componente mostrou-se satisfatório no processo de rotogravura. O branco 76900 com resina acrílica obteve resultados ótimos em todos os testes.

## **5 CONCLUSÕES**

As resinas podem determinar certas características, como a adesão da tinta ao substrato, mas não se pode levar em consideração que somente as resinas determinaram a falta ou não de aderência do substrato na tinta.

Não se pode afirmar certamente que a falta de aderência do branco bi-funcional está diretamente relacionada com o processo de impressão flexográfico, pois não foi impresso nenhum rotulo com ele em rotogravura. E nem afirmar que a tensão superficial do substrato de pvc, pois o pet apresentou bons resultados. Com branco bi-funcional.

O tempo de testes também foi limitado pois, muitas variáveis afetam a cura da tinta, se fossem feitos testes com períodos maiores que 48 horas, poderia ocorrer melhora na aderência.

O teste feito manualmente se mostrou eficiente do ponto de qualificar quais dos brancos e substratos apresentavam problemas, porém quantitativamente o teste se mostrou com pouca precisão e exatidão, pois não é possível mensurar a



quantidade de tinta removida com pouco erro. Sendo assim o teste com espectrofotômetro permitiria mais assertividade.

Com o presente estudo é possível relacionar que a falta de aderência ocorre no substrato de PVC e com branco bi-funcional. O estudo mostrou que mesmo após 48 horas há falta de adesão, mostrando uma incompatibilidade entre tinta e substrato.

Pode-se afirmar que o objetivo do trabalho foi alcançado, mesmo mensurando poucas amostras e não foi possível estudar a viabilidade econômica e mensurar os gastos com promotor de aderência. Futuramente tem-se como sugestão estudar mais amostras somente com branco bi-funcional e tentar contactar o fornecedor de tinta branca e mensurar economicamente a melhoria da tinta em questão.

## REFERÊNCIAS

ABRAFATI. **Indicadores de mercado**: O setor de tintas no Brasil. 2016. Disponível em: <<https://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

ABTG (Associação Brasileira de Tecnologia Gráfica). **Manual De Impressão Flexográfica**, 2016. Disponível em: <<http://www.abtg.org.br/content-site/manual-de-impressao-flexografica/193>>. Acesso em: 28 de março de 2020. Acesso em: 29 de abr de 2020.

ANGGHINETTI, Izabel. C. B. **Tintas, Suas Propriedades e Aplicações Imobiliárias**. 2012, 62p. Monografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AHFRU/1/monografiafinal.pdf>>. Acesso em: 14 abr. de 2020

ARAÚJO, V.F. **Tratamento Superficial de Filmes Co-Extrudados de PE por Descarga Corona para Adesão de Tintas de Impressão Flexográfica**. 2011, p. 1-62. Monografia - Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, Brasil, 2011. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/239036393/Tratamento-Corona-pdf>>. Acesso em: 1 abr. de 2020

CHAMBRIL. **Flexografia**. Disponível em: <<https://www.portalchambрил.com.br/artigos-tecnicos/flexografia/>>. Acesso em: 15 abr. de 2020.

COLTRO, L. ALVES, R. M. V. **Tratamento Superficial de Filmes Flexíveis por Plasma**. Informativo CETEA, vol. 13, n 2, p. 1-5. abr. 2001. Disponível em:



<[https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v13n2/v13n2\\_artigo2.pdf](https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v13n2/v13n2_artigo2.pdf)>. Acesso em: 1 abr. de 2020.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas e Vernizes Ciência e Tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2009.

FINAT (Federação Internacional de Fabricantes e Transformadores de Adesivos e Termocolantes em papéis e outros suportes). **Technical Handbook**. 6° ed.. 2001. Disponível em: <<https://pdf4pro.com/view/note-from-the-editor-etika-1fa8b6.html>>.

MACHADO, Monica. A. **Controle de Qualidade de Tintas Serigráficas**. 2017. 39p. . Monografia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, 2017. Disponível em: < <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/29594>>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

MATOS, Diogo. D. **Estudo da Adesão de Tintas na Impressão em Filmes Poliméricos**. 2013, 95p. Tese de mestrado – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto (FEUP), Porto, Portugal, 2013. Disponível em:<<https://core.ac.uk/download/pdf/143398000.pdf>>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

MELLO, Vinicius M, Suarez, PAULO A. Z. **As Formulações de Tintas Expressivas Através da História**. Brasília, DF, v. 4 n. 1, p. 2-12,5, mar. 2012. Disponível em: <<http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/248>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

MENDES, L.H. SINÉZIO, J.C.C. **Efeitos do Tratamento Corona em Filmes de Poliéster**. In: Congresso Interno de Iniciação Científica da UNICAMP, n. 14, São Paulo 2005. p. 1-1 Disponível em:<<https://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xiiicongresso/cdrom/pdfN/462.pdf>> .Acesso em: 1 abr. de 2020

PLIMCAN. **Tratamento Corona**. Disponível em:<<https://plimcan.com/representacoes/coronabrasil/>>. Acesso em: 14 abr. de 2020

ROMANO, J. Frank. **Professional Prepress, Printing, and Publishing**. 1. Ed. EUA. Prentice Hall, 1999. v. 1. Disponível em:<<http://vig.prenhall.com/samplechapter/0130997447.pdf>>. Acesso em: 1 abr. de 2020

VITOR M. Caldana. **Controle Da Temperatura Da Tinta e Sua Viscosidade**. 2015. Disponível em: < <https://studiolaser.com.br/site/porque-devo-controlar-a-temperatura-da-tinta-e-a-sua-viscosidade/>>. Acesso em: 1 abr. de 2020.

WITMAN, G.C.P. **Tratamento Superficial De Filmes Plásticos**. Inforflexo, Brasil, v. 117, n. 20, p. 6-7 . mar.-abr 2012. Disponível em: <[https://issuu.com/angelogouvea/docs/inforflexo\\_117-baixa\\_para\\_site](https://issuu.com/angelogouvea/docs/inforflexo_117-baixa_para_site)>. Acesso em: 28 mar. de 2020.