

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Composição da Solução de Molhagem.....</b>	<b>4</b>
<b>A Água .....</b>	<b>4</b>
Dureza da água.....	5
Tensão Superficial .....	7
Ângulo de Contato .....	9
<b>Goma-Arábica.....</b>	<b>10</b>
Requisitos da Goma Dessensibilizante.....	10
<b>Ácido Fosfórico .....</b>	<b>10</b>
<b>Álcool .....</b>	<b>11</b>
<b>Aditivos da Solução de Molhagem .....</b>	<b>12</b>
Estimulador de Secagem.....	12
Agentes Fungicidas, Algicidas e Bactericidas.....	12
<b>3. Preparação da Solução de Molhagem .....</b>	<b>13</b>
<b>pH da Solução de Molhagem (Acidez/Alcalinidade) .....</b>	<b>14</b>
Solução de Molhagem Alcalina .....	15
Medição do pH .....	16
Solução Tamponada.....	17
<b>Condutividade da Solução de Molhagem .....</b>	<b>17</b>
<b>O Sistema de Molhagem.....</b>	<b>19</b>
Rolos Cromados.....	22
Rolos Molhadores .....	22
<b>4. Inter-relacionamento da Solução de Molhagem com Outras Superfícies .....</b>	<b>23</b>
<b>Solução de Molhagem – Suporte .....</b>	<b>23</b>
<b>Solução de Molhagem – Papel Alcalino.....</b>	<b>24</b>
<b>Solução de Molhagem – Tinta .....</b>	<b>25</b>
<b>Balanço Água – Tinta .....</b>	<b>26</b>
<b>Resistência à Abrasão.....</b>	<b>27</b>
<b>Solução de Molhagem – Chapa .....</b>	<b>27</b>
<b>Tratamento das Áreas de Contragrafismo.....</b>	<b>27</b>
<b>Solução de Molhagem – Blanqueta .....</b>	<b>28</b>
<b>Corrosão .....</b>	<b>28</b>
<b>5. A Escolha da Solução de Molhagem Adequada .....</b>	<b>28</b>
<b>6. Ofsete Seco (Driography/Waterless).....</b>	<b>28</b>
<b>7. Problemas envolvendo a solução de molhagem .....</b>	<b>29</b>
<b>Velatura (Tingimento e Escumação).....</b>	<b>29</b>
<b>Escumação (Velatura) .....</b>	<b>29</b>
<b>Tingimento (Velatura).....</b>	<b>30</b>

<b>Velatura Pontual.....</b>	<b>31</b>
<b>Engorduramento.....</b>	<b>31</b>
<b>Chapa Cega .....</b>	<b>31</b>
<b>Estrias de Rolos.....</b>	<b>32</b>
<b>Variação do pH/condutividade Durante a Impressão.....</b>	<b>33</b>
<b>Secagem da Tinta .....</b>	<b>33</b>
<b>Balanço Água – Tinta Incorreto.....</b>	<b>33</b>
<b>Balanço Água – Tinta Difícil de Obter .....</b>	<b>34</b>
<b>Afinamento de Ponto (Desgaste Prematuro da Chapa .....</b>	<b>34</b>
<b>Variações no Entintamento Durante a Tiragem - Equilíbrio Instável de Água em Tinta) ...</b>	<b>35</b>
<b>Acúmulo de Tinta/Água (Emulsão Instável) .....</b>	<b>35</b>
<b>Falha na Transferência de Tinta do Rolo Entintador para a Chapa .....</b>	<b>36</b>
<b>8. Bibliografia .....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de impressão ofsete se caracteriza e distingue dos demais processos de impressão devido a três particularidades: é um processo **indireto** (a imagem entintada da chapa é transferida primeiro para uma superfície emborrachada chamada blanqueta, e depois para o suporte); a matriz de impressão é **planográfica** (as áreas de grafismo e de contragrafismo da chapa encontram-se no mesmo plano, ou seja, não existem diferenças de relevo); além da tinta, o processo envolve **água** (necessária para evitar que a tinta se deposite nas áreas de contragrafismo da chapa).

Baseado no princípio físico-químico de que tinta (gordura) e água não se misturam, o recurso para manter as áreas de contragrafismo da chapa livres de tinta é umedecê-las com uma solução aquosa acidificada de goma-arábica.

De todas as variáveis do processo de impressão ofsete as mais complexas são aquelas associadas à solução de molhagem. Existe uma estreita tolerância entre o excesso e a insuficiência no controle da alimentação da solução de molhagem, implicando em problemas complexos que resultam em baixa qualidade e desperdício elevado; o mesmo se pode afirmar a respeito da química da solução de molhagem: quando o pH é baixo pode ocorrer tingimento, emulsão, escumação, flocos de neve, desgaste da chapa e secagem lenta da tinta; quando o pH é elevado pode ocorrer sensibilização dos rolos metálicos, entupimento de pontos e engorduramento dos rolos molhadores.

Além de participar do fenômeno físico-químico de separação das áreas de grafismo e de contragrafismo na superfície plana da chapa ofsete, a solução de molhagem ajuda a remover calor das tintas por evaporação, além de promover o arrefecimento de todo o sistema de entintamento, e promove um emulsionamento controlado, ajudando a manter estável a viscosidade das tintas. Entretanto, os pontos negativos da influência da solução de molhagem no processo de impressão são muito mais numerosos e incômodos: o tack das tintas é reduzido, a secagem das tintas é retardada, o brilho do impresso é reduzido, o papel sofre encanoamento e variação dimensional, comprometendo o registro, a aceitação (trapping) das tintas é prejudicado etc., além de uma série de problemas (velaturas, acúmulo, estrias de rolos, desgaste da chapa, chapa cega, baixo contraste de impressão, impressão lavada) que podem se manifestar caso a alimentação da solução de molhagem não seja mantida sob rigoroso controle.

A distinção entre as áreas de grafismo e as áreas de contragrafismo da chapa, e a eficiência da solução de molhagem em garantir que a tinta fique confinada apenas nas áreas de grafismo, depende:

- da tensão superficial da solução de molhagem
- da tensão superficial da tinta
- da tensão interfacial solução de molhagem–tinta

- da tensão interfacial tinta–chapa (grafismo)
- da tensão interfacial solução de molhagem–tinta (contragrafismo)
- da tensão interfacial tinta–chapa (contragrafismo)
- da tensão interfacial solução de molhagem–chapa (grafismo)

Quanto menor for a tensão interfacial solução de molhagem–chapa, melhor a umectação; quanto menor for a tensão superficial da solução de molhagem, maior o seu espalhamento sobre a superfície da chapa e menor será a quantidade de solução necessária para cobrir toda a superfície da chapa.

## **2. COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO DE MOLHAGEM**

A maioria dos concentrados de solução de molhagem contém 4 ingredientes básicos: um ácido, um agente umectante, um condicionador de chapa e goma-arábica. A função do ácido é ajustar o pH da solução e manter as áreas de contragrafismo da chapa dessensibilizadas. A função do agente umectante (surfactante) é reduzir a tensão superficial e diminuir a quantidade total de água necessária para molhar a chapa. O condicionador de chapa minimiza a ação corrosiva do ácido sobre o alumínio, aumentando a vida da chapa. A goma-arábica é adsorvida nas áreas de contragrafismo da chapa evitando que esta aceite a tinta, além de protegê-la da umidade e do ataque químico durante as paradas da impressora.

Além da goma e do ácido, a solução de molhagem pode conter nitrato de magnésio (agente tampão e anticorrosivo), álcool (agente tensioativo), cloreto de cobalto (estimulador de secagem), ácido cítrico (reduz a sensibilidade da chapa), silicone (reduz a tensão superficial da água e auxilia no desprendimento da blanqueta) e outros produtos como: agentes fungicidas, bactericidas, antiespumantes etc.

A composição básica da solução de molhagem envolve água (dureza entre 8°dH e 15°dH), um sal tampão (para manter o pH na faixa de 4.5 a 5.5), álcool (na proporção de 5% a 20%), agente umectante (glicerina, glicóis, dextrina) e agentes bactericidas, fungicidas e algicidas. O nitrato de magnésio usado em excesso pode causar problemas com algumas tintas. A quantidade de concentrado a ser diluído em água depende da concentração de cada componente e da qualidade da água utilizada.

### **A Água**

A água é uma das substâncias mais importantes, não apenas para a vida vegetal e animal, mas também em inúmeras aplicações industriais. Na indústria gráfica a água é utilizada nos processos fotomecânicos (reveladores

fotográficos, banhos de fixação, camadas fotossensíveis das matrizes de impressão, soluções de revelação das chapas ofsete) e nos processos de impressão (solução de molhagem, tintas heatset, rotogravura e flexográficas) etc.

A água raramente é encontrada em seu estado puro. Geralmente contém compostos minerais dissociados (íons positivos e negativos). A água industrial pode conter gases dissolvidos (dióxido de carbono), sais (sódio, potássio, cálcio, magnésio) na forma de cloretos, sulfatos e carbonatos. A presença de íons de cálcio e magnésio dissolvidos em água conferem propriedades que a tornam “dura”; daí o termo **dureza da água**.

O carbonato de cálcio é considerado padrão na determinação da dureza da água (expressa em ppm). Por exemplo: uma amostra de água contendo 100 partes de  $\text{CaCO}_3$  por milhão de partes de água tem 100 ppm ( $\approx 100$  mg/litro).

### Dureza da água

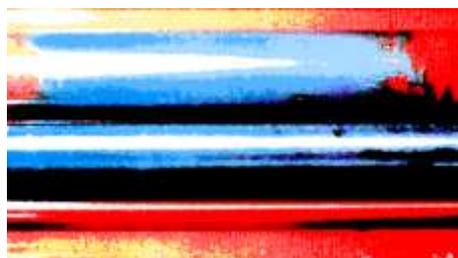
A água de uso industrial não é pura visto conter minerais e compostos inorgânicos, em alguma extensão, que aumentam a sua dureza. A água dura é ineficiente para dissolver os sabões nos processos de lavagem. A dureza adequada depende do processo onde a água será utilizada e da sua dureza inicial. Em algumas situações, nenhum tratamento é necessário; em outras, a água precisa ser “amolecida” através de processos de destilação, deionização (desmineralização) ou osmose (passagem através de uma membrana semi-permeável).

Dependendo da concentração de carbonato de cálcio presente, a água é classificada desde muito mole até muito dura (ver tabela abaixo). A dureza da água é expressa em graus alemães (dH), ppm ou Mols/litro. Um grau alemão equivale a 10 mg de CaO por litro.

escala alemã de dureza da água (dH)	
mMol CaO/litro	classificação
0 – 4	muito mole
4 – 8	mole
8 – 12	ligeiramente dura
12 – 18	meio dura
18 – 30	dura
> 30	muito dura

1 dH = 10 mg CaO/l = 0.178 mMol de CaO/l = 1.785 fH (graus franceses) = 1.250 clark (dureza inglesa)

Para uso na formulação da solução de molhagem, a água não deve ser nem muito dura e nem muito mole. Dureza acima de 500 ppm (alto teor de minerais) é imprópria para o processo ofsete e, neste caso, a água precisa ser desmineralizada. Dureza muito baixa também não é recomendável. A condição ideal encontra-se entre mole e média dureza (5°dH a 10°dH).



Quando a solução de molhagem é preparada com água muito dura, ocorre depósito de carbonato nos rolos do sistema de tintagem e estes rejeitam a tinta (figura). Além da água, os íons cálcio podem ser provenientes do papel (alcalino) ou de certos pigmentos das tintas. Os íons cálcio reagem com os ácidos da solução de molhagem e formam sais insolúveis. Isto é evidenciado pelo aspecto leitoso da solução de molhagem que se manifesta algum tempo após o início da impressão. Além do carbonato de cálcio, a água pode conter carbonato de hidrogênio que exerce ação neutralizante sobre os ácidos da solução de molhagem e tende a aumentar o pH.

A água dura prejudica a operação normal da impressora ofsete, visto que ocorre interação com as tintas, causando a formação de sabões oleaginosos. Estes sabões têm afinidade tanto pela água quanto pela tinta, através das quais são depositados sobre as chapas, causando entupimento dos pontos de meio-tom e estrias de rolos. Em alguns casos, os problemas causados pela água dura podem ser superados utilizando-se concentrado de solução de molhagem especialmente formulado para diluição em água dura. Entretanto, é aconselhável destilar ou desmineralizar a água.

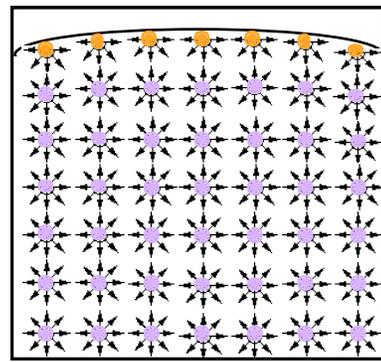
A dureza da água é expressa através da concentração de íons cálcio e magnésio, em termos de carbonato de cálcio equivalente, presentes na solução. Um método aproximado de avaliar a dureza da água é medir a sua condutividade.

Em certas situações, é mais importante conhecer a alcalinidade da água do que a sua dureza. Conforme o grau de alcalinidade, a água pode neutralizar o ácido da solução de molhagem. A alcalinidade da água pode ser avaliada do mesmo modo que a dureza, baseada na quantidade de carbonato de cálcio presente e expressa em ppm ou mg/l.

## Tensão Superficial

O processo ofsete depende do modo como os líquidos e semilíquidos (água e tinta) e as superfícies sólidas (rolos, chapas, blanquetas e papel) interagem entre si. Estes materiais apresentam diferentes habilidades de molhar ou se deixar molhar.

A água é uma substância polar, isto é, suas moléculas comportam-se como pequenos ímãs, visto apresentarem polos elétricos positivo e negativo. No interior do líquido, as moléculas interagem resultando num equilíbrio estável de uma molécula com as moléculas vizinhas, ou seja, as forças coesivas neutralizam-se. Entretanto, na superfície do líquido não acontece o mesmo; as moléculas da superfície estão na interface água-atmosfera externa. Estas apresentam um diferencial de energia em comparação com as moléculas do corpo do líquido, cuja conseqüência é a formação de um perfil convexo chamado menisco. Esta energia superficial é chamada de tensão superficial. Quanto maior a tensão superficial da água, maior a tendência da sua superfície acomodar-se na forma esférica e menor será a sua capacidade de umectação (menor a área coberta por uma gota isolada).



A tensão superficial da água pura é cerca de 72 mN/m (miliNewton por metro). Com esse valor de tensão superficial, o ângulo de contato entre a água e o alumínio da chapa ofsete é muito grande e, portanto, a quantidade de água necessária para umedecer a superfície da chapa é excessiva, comprometendo a estabilidade dimensional do papel, a estabilidade das tintas, e causando diversos outros problemas relacionados.

A tensão superficial da água pode ser reduzida misturando-a com outra substância de menor tensão superficial, como o álcool isopropílico ou outro produto tensoativo. Embora o álcool e a água tenham a mesma característica (ambos são polares) e formem uma mistura azeotrópica, o álcool é mais volátil do que a água, além de ser inflamável e tóxico. Por isso, vem sendo gradualmente substituído por outros agentes umectantes que não evaporam nem interferem na viscosidade da solução.

A tensão superficial dos líquidos pode ser avaliada com instrumentos chamados tensiômetros, que expressam os resultados em dinas; a tensão superficial dos sólidos pode ser avaliada indiretamente aplicando-se gotas de diferentes líquidos de tensão superficial conhecida sobre a superfície do metal e observando-se a **tensão superficial crítica**; o líquido é atraído pelo sólido que apresentar maior tensão superficial do que o líquido, e repelido pelo sólido que apresentar menor tensão superficial.

Os componentes da solução de molhagem (água, concentrado de solução, goma-arábica, álcool isopropílico etc.) apresentam tensão superficial característica: a água, dependendo do conteúdo de minerais ou impurezas presentes, pode apresentar tensão superficial variando entre 60 e 72 dinas; o álcool isopropílico e outros aditivos agem como umectantes para reduzir a tensão superficial da água; a goma-arábica tem a habilidade de fixar-se às áreas de contragrafismo da chapa, aumentando a tensão superficial crítica do metal e atraindo a água; de modo similar, a goma aumenta a tensão superficial crítica dos rolos cromados do sistema de molhagem.

Quando os rolos cromados perdem tensão superficial devido ao engorduramento causado pela tinta ou outros contaminantes, estes tornam-se “sensibilizados” e perdem a habilidade de transportar um filme uniforme de solução para o sistema de molhagem. Muitos problemas atribuídos às tintas são causados por problemas de tensão superficial do sistema de molhagem. O fluxo desuniforme de solução de molhagem pode causar velatura (entonação) em algumas áreas da chapa; o aumento da alimentação de solução para eliminar a velatura pode causar emulsão da tinta e impressão lavada.

Excesso de goma-arábica causa a alteração da tensão superficial dos rolos metálicos do sistema de tintagem, tornando-os mais receptivos à água do que à tinta. O vidro dos rolos emborrachados causado pela goma, tinta seca e pó do papel altera a tensão superficial crítica dos rolos e causa estrias. Os produtos removedores de vidro revertem essa situação.

Os materiais sólidos que participam do processo de impressão (papel, rolos cromados, rolos emborrachados, chapas, blanquetas) também apresentam sua própria tensão superficial crítica. Todo o processo ofsete é baseado na atração relativa da tinta e da solução de molhagem entre si e entre estas superfícies sólidas.

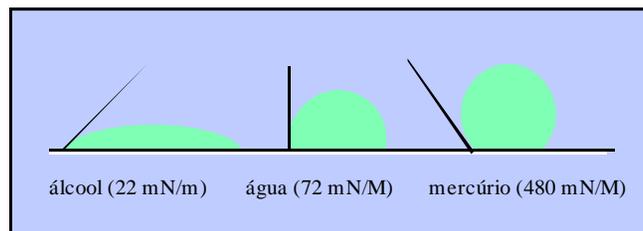
A tensão superficial do suporte é particularmente importante no caso de superfícies não-absorventes, tais como plásticos e folhas metálicas; tensão superficial inferior a 40 dinas pode causar problemas de adesão das tintas. Em condições estáticas, uma tinta ofsete típica apresenta uma tensão superficial de cerca de 30 dinas; entretanto, durante a impressão, a tinta aumenta de corpo devido à emulsão com a solução de molhagem sob o efeito da pressão e das altas velocidades; sob condições desfavoráveis (excesso de água, pressão excessiva

dos rolos, acidez etc.), a tensão superficial da tinta pode dobrar de valor, causando acúmulo nos rolos; na tentativa de solucionar o problema o impressor aumenta a alimentação de tinta, o que exige mais água, agravando ainda mais a situação.

### Ângulo de Contato

Quando uma gota de líquido é colocada sobre uma superfície sólida, o ângulo interno formado entre elas depende do sólido, do líquido e da pressão de vapor em torno do líquido. Conforme o ângulo se aproxima de zero o líquido espalha-se espontaneamente sobre a superfície do sólido; entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$  a gota de líquido molha o sólido mas não se espalha sobre ele; entre  $90^\circ$  e  $180^\circ$  o líquido não é umectante do sólido.

As áreas da chapa receptivas à tinta devem ter ângulo de contato tendendo a zero, enquanto nas áreas de contragrafismo devem tender a  $180^\circ$ ; no caso do processo a seco (driography) é possível evitar a transferência da tinta para as áreas de contragrafismo aumentando a coesão da tinta até um valor superior a sua adesão naquelas áreas.



De modo geral, os metais amarelos (cobre, latão) são receptivos aos óleos e os metais brancos (aço, alumínio, cromo) são pouco receptivos. Embora pouco receptivos, estes admitem os óleos em alguma extensão, a menos que sejam tratados (filme de óxido, ácido fosfórico, goma-arábica).

#### Ângulo de contato do ácido oleico sobre superfícies metálicas

cobre	77
latão	86
aço	110
alumínio	140
cromo	150

Os materiais gordurosos como as tintas ofsete espalham-se não apenas sobre as áreas de grafismo da chapa, mas também nas áreas de contragrafismo. A superfície metálica tem elevada energia superficial e adsorve qualquer líquido. Os líquidos oleófilos têm maior tendência a espalhar do que a

água por causa da sua baixa tensão superficial. A água só é adsorvida se a superfície metálica tiver uma camada de óxido gomado.

## **Goma-Arábica**

### **Requisitos da Goma Dessensibilizante**

A goma dessensibilizante deve cumprir duas funções: (a) ser hidrófila e ter maior afinidade pela água do que pela tinta; (b) aderir firmemente à superfície metálica da chapa, visto que a goma é solúvel em água e pode ser dissolvida pela própria solução de molhagem durante a impressão.

Diversos produtos naturais ou sintéticos são hidrófilos: goma-arábica, goma de mesquita, metilcelulose, arabogalactan, dextrinas, alginatos, álcool polivinílico e outros. Entretanto, sua habilidade de aderir ao metal varia amplamente. A maioria dessas substâncias consiste de produtos orgânicos, solúveis em água, contendo grupos hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) em suas moléculas. Acredita-se que os grupos hidroxila sejam parcialmente responsáveis pela natureza hidrófila desses materiais.

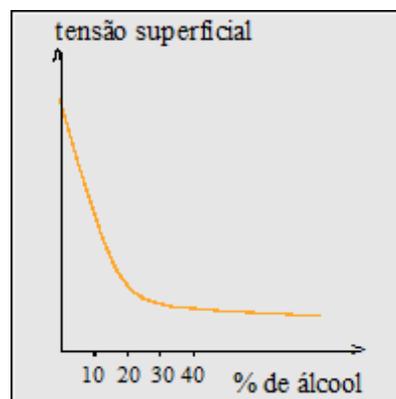
Os melhores agentes dessensibilizantes são ácidos orgânicos fracos de elevado peso molecular, chamados ácidos carboxílicos, visto conter grupos carboxílicos ( $-\text{COOH}$ ) em suas moléculas. Este é o caso da goma-arábica, que é uma mistura de compostos do ácido arábico contendo íons cálcio, potássio e magnésio, um carboidrato de alto peso molecular contendo grupos carboxílicos. Em presença de um ácido (fosfórico, por exemplo) estes compostos são convertidos em ácido arábico livre. Acredita-se que os grupos carboxílicos do ácido arábico sejam os responsáveis pela adsorção à superfície metálica da chapa.

## **Ácido Fosfórico**

A função do ácido é garantir que o pH da solução de molhagem fique abaixo de 6.0, para evitar o sangramento da tinta, visto que as resinas e os óleos que compõem o veículo das tintas graxas são solúveis em meio alcalino. A quantidade de ácido presente na solução de molhagem pode ser verificada através da medição do pH, utilizando aparelhos chamados peagômetros (pHmeter). A prática indica que os melhores resultados são conseguidos com valores de pH entre 4.5 e 6.0.

## Álcool

A adição de álcool isopropílico à solução de molhagem reduz substancialmente a quantidade de solução necessária para umedecer a chapa, favorecendo o registro e a secagem das tintas, além de melhorar a distribuição de solução nos rolos do sistema de molhagem. Isto acontece porque o álcool é um agente umectante (tensoativo) que reduz a tensão superficial da água, fazendo-a espalhar mais facilmente sobre a superfície da chapa. Até uma concentração de cerca de 25% a mistura água-álcool reduz proporcionalmente a tensão superficial até se tornar constante.



A quantidade de álcool presente na solução de molhagem pode ser avaliada com um hidrômetro. Visto que o álcool evapora durante o processo de impressão, sua concentração tende a diminuir e alterar as propriedades da solução. O pH não se modifica mas a condutividade é alterada conforme a concentração de álcool na solução varia.

Os sistemas de molhagem que transferem a solução de molhagem para um dos rolos entintadores exigem o uso de cerca de 20% (em volume) de álcool na composição da solução. O mais utilizado é o álcool isopropílico. Visto que o álcool é volátil, é necessário refrigerar a solução, a fim de minimizar a sua evaporação. Mesmo assim, torna-se necessário repor a quantidade evaporada. Isto é realizado por gotejamento lento de álcool na solução. Se o álcool for despejado abruptamente, pode ocorrer a precipitação da goma-arábica.

variação da condutividade da solução em presença de álcool ( $\mu\text{mhos/cm}$ )		
% álcool	s/ álcool	c/ álcool
05	1400	1170
10	1400	1000
15	1400	870
20	1400	760
25	1400	680

Sendo o álcool volátil, inflamável e tóxico, este vem sendo substituído por produtos mais econômicos e não-voláteis. Os concentrados mais modernos contêm agentes redutores que permitem diminuir ou mesmo eliminar o uso de álcool na solução de molhagem. Entretanto, os produtos substitutos do álcool da família do eterglicol prejudicam as tintas e a borracha dos rolos (extração de plastificante, inchamento, encolhimento, endurecimento e decomposição) além de prejudicar a saúde dos operadores.

A maioria das tentativas de utilização de outros produtos em substituição ao álcool foram mal sucedidas. O álcool e a água formam uma mistura

azeotrópica de menor tensão superficial do que a água pura, reduzindo a quantidade de mistura necessária para molhar a chapa. Uma solução contendo 20% de álcool apresenta tensão superficial 70% menor do que a água pura.

Pesquisas conduzidas pela GATF indicaram que o álcool isopropílico, devido à sua miscibilidade com os solventes das tintas e com a água, reduz a tensão interfacial água-álcool-tinta e forma, no filme de tinta, uma superfície receptiva à água. A solução água-álcool umedece a superfície da tinta sobre os rolos entintadores e estes aplicam essa solução à chapa. Devido a esses predicados, não é fácil encontrar um substituto para o álcool isopropílico.

## **Aditivos da Solução de Molhagem**

### **Estimulador de Secagem**

O estimulador de secagem consiste de uma solução aquosa de cloreto de cobalto adicionada na proporção de 8 a 16 ml/litro de solução de molhagem. O cobalto é um catalisador que acelera a secagem das tintas formuladas com vernizes à base de óleos secativos. Conforme a solução de molhagem emulsiona com a tinta durante a impressão, o cobalto é incorporado à tinta, acelerando o processo de secagem.

Uma vez que o estimulador de secagem neutraliza o ácido da solução de molhagem aumentando o pH, recomenda-se dobrar a concentração da solução quando este estiver incorporado à solução, para evitar velatura durante a impressão.

Em condições normais, não é necessário usar o estimulador de secagem, mas apenas nos casos em que as condições de secagem são críticas, ou seja: quando a umidade relativa da sala de impressão estiver muito elevada (acima de 75%), quando a carga de tinta for muito baixa (a celulose do papel tem prioridade pelo secante da tinta em baixas concentrações), o papel for muito úmido etc.

### **Agentes Fungicidas, Algicidas e Bactericidas**

Alguns microorganismos provenientes da própria água utilizada para preparar a solução de molhagem encontram um ambiente propício à proliferação de fungos, algas e bactérias (pH constante e ligeiramente ácido, temperatura e presença de sais), contaminando todo o sistema de circulação de solução de molhagem da impressora. Para evitar os problemas derivados desses organismos, recomenda-se empregar aditivos assépticos de molhagem.

### 3. PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO DE MOLHAGEM

Ao preparar a solução de molhagem é recomendável seguir sempre as recomendações do fabricante no que respeita aos valores de pH e condutividade. A maioria dos concentrados é formulada para produzir, após a diluição, valores de pH entre 3.5 e 5.0, e condutividade entre 800 e 1500 µmho acima da condutividade da água.

Em condições normais, o pH e a condutividade devem permanecer constantes. Por isso, deve-se medir a água e o concentrado a cada preparação, visto que o pH e a condutividade da água podem variar no decorrer do dia. A temperatura também pode causar variações do pH e da condutividade da solução e, portanto, a condição ideal é prepará-la em local com temperatura constante (em torno de 20°C).

Deve-se evitar concentrações diferentes daquelas recomendadas pelo fabricante. Concentração excessiva pode causar os seguintes problemas: (a) emulsão de água em tinta, especialmente com tintas ciano e magenta; (b) tingimento (velatura); (c) rejeição da tinta pelas áreas de grafismo da chapa causando marmorização; (d) desgaste prematuro das áreas de grafismo da chapa devido à falta de lubrificação promovida pela tinta; (e) secagem lenta das tintas e, possivelmente, podragem (tinta mal ancorada à superfície do suporte). A insuficiência de concentrado na solução pode ocasionar os seguintes problemas: (a) entupimento de pontos inter-reticulares; (b) escumação (velatura); (c) tingimento (velatura); (d) insuficiência de goma para proteger as áreas de contragrafismo da chapa; (e) falta de agente anticorrosivo, levando ao desgaste prematuro da chapa; (f) falta de fungicida podendo levar à proliferação de fungos e bactérias.

Os concentrados de boa procedência contém goma dessensibilizante, exceto as soluções alcalinas, e não requerem quantidades adicionais. Entretanto, quando ocorre velatura (tingimento), é necessário acrescentar uma quantidade adicional de goma à solução de molhagem, cuidando para que não seja excessiva. O excesso de goma pode causar os seguintes problemas: (a) vidrado de rolos e blanquetas; (b) estrias de rolos; (c) tingimento (velatura).

Ao preparar a solução de molhagem deve-se primeiro medir a quantidade de água; em seguida adicionar o concentrado à água; agitar completamente a solução para assegurar a mistura uniforme dos componentes. Isto é particularmente importante quando a solução contém goma-arábica, visto que o ácido concentrado pode causar a precipitação da goma. Verificar o pH e a condutividade da solução antes da adição do álcool.

## **pH da Solução de Molhagem (Acidez/Alcalinidade)**

A sigla pH é a abreviação do termo **potencial de hidrogênio** e representa o nível de acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa.

Algumas substâncias químicas sofrem hidrólise quando dissolvidas em água, ou seja, elas se dissociam em cátions (íons positivos) e ânions (íons negativos). Este é o caso dos ácidos e álcalis (também chamados de hidróxidos ou bases).

Os ácidos se caracterizam por conter hidrogênio hidrolizável em suas moléculas. Quando em solução aquosa, os ácidos liberam íons hidroxônio ( $H^+$ ) aumentando a sua concentração na solução. Quanto mais forte for o ácido, maior será a dissociação e, portanto, maior a concentração de íons hidrogênio presentes na solução.

As bases se caracterizam por apresentar grupos hidroxila ionizáveis em suas moléculas. Quando em solução aquosa, as bases liberam íons hidroxila ( $OH^-$ ) aumentando a sua concentração na solução. Quanto mais forte a base, maior a dissociação e, portanto, maior a concentração de hidroxila.

A água pura também sofre hidrólise em pequena extensão, dissociando-se em  $H^+$  e  $OH^-$  porém, a concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$  é a mesma e igual a  $10^{-7}$  mols/litro.

O pH de uma solução aquosa representa a concentração de íons  $H^+$  presentes e é definido matematicamente pela fórmula:

$$\text{pH} = -\log (H^+)$$

onde ( $H^+$ ) representa a concentração de íons hidrogênio em mols/litro.

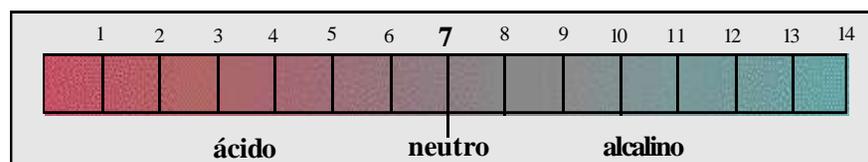
Quando um ácido é dissolvido em água, a concentração de íons  $H^+$  aumenta e a solução se torna mais ácida. Quando uma base é dissolvida em água, a concentração de íons  $OH^-$  aumenta e a solução se torna mais alcalina. Quando as concentrações de íons  $H^+$  e  $OH^-$  são iguais, a solução é neutra (nem ácida e nem alcalina), como no caso da água pura que apresenta a mesma concentração de ambos ( $10^{-7}$  mols/litro), conforme a equação:

$$(H^+) \cdot (OH^-) = 10^{-14} \text{ mols/litro}$$

O produto da concentração de  $H^+$  e  $OH^-$  permanece constante e igual a  $10^{-14}$ , ou seja: quando a concentração de  $H^+$  aumenta, a concentração de  $OH^-$  diminui proporcionalmente. Por exemplo: se a concentração de  $H^+$  for  $10^{-4}$ , a concentração de  $OH^-$  será  $10^{-10}$  para manter o produto das duas concentrações igual a  $10^{-14}$ . Visto que o expoente da base 10 é negativo, quanto menor o número, maior a concentração. Portanto, quanto menor for o pH de uma solução, maior será a sua acidez; quanto maior for o pH de uma solução, maior será a sua alcalinidade (menor a acidez).

pH de algumas soluções ácidas e alcalinas	
ácido acético ( $CH_3COOH$ ) (3 fl.oz./gal.)	pH 3,0
ácido acético ( $CH_3COOH$ ) (6 fl.oz./gal)	pH 2,8
solução de goma-arábica	pH 4,2
ácido clorídrico ( $HCl$ ) (1 fl.oz./gal.)	pH 1,2
hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ) (1 fl.oz./gal.)	pH 11,2
fosfato de sódio ( $Na_3PO_4$ )	pH 12,0
hidróxido de sódio ( $NaOH$ )	pH 13,0

As soluções com pH inferior a 7.0 são ácidas enquanto as soluções com pH superior a 7.0 são alcalinas. Quando o pH é igual a 7.0, como no caso da água pura, a solução é neutra (nem ácida e nem alcalina). Sendo o pH definido por uma função logarítmica, a diferença de uma unidade na escala de pH corresponde a uma diferença de concentração de 10 vezes, isto é: uma solução com pH 4.0 é 10 vezes mais ácida do que uma solução com pH 5.0; 100 vezes mais ácida do que uma solução com pH 6.0; 1000 vezes mais ácida do que uma solução com pH 7.0 e assim por diante. Portanto, é preciso tomar muito cuidado ao avaliar o pH da solução de molhagem.



### Solução de Molhagem Alcalina

A solução de molhagem alcalina é utilizada na impressão de jornais em impressoras rotativas. É produzida com carbonato de sódio ou silicato de sódio, que são **agentes seqüestrantes** que evitam a precipitação dos compostos de cálcio e magnésio em água, e um **agente surfactante** que reduz a tensão superficial da água.

As vantagens observadas no uso de solução alcalina nas impressoras ofsete de jornais e nas impressoras letterpress que usam o sistema litográfico direto incluem: (a) não ocorrem estrias nos rolos do sistema de tintagem; (b) as blanquetas não ficam vidradas, visto que a solução não contém goma dessensibilizante; (c) não ocorre a proliferação de fungos na banheira de solução de molhagem; (d) as chapas não precisam ser gomadas, mesmo nas paradas prolongadas da impressora; (f) não ocorre escumação da tinta. Entretanto, existem algumas desvantagens que não devem ser desprezadas: (a) formação de espuma; (b) emulsão excessiva de água em tinta; (c) sangramento de alguns pigmentos, causando velatura (tingimento).

## Medição do pH

O pH de uma solução pode ser avaliado com indicadores colorimétricos ou equipamentos elétricos. Os indicadores colorimétricos são compostos orgânicos, tais como: verde de bromocresol, azul de bromofenol, azul timol etc., que mudam de cor conforme o pH do meio. Por exemplo: verde de bromocresol é amarelo em pH 4.0 e adquire vários tons de verde até tornar-se azul em pH 5.6; azul timol é sensível ao intervalo de pH entre 8.0 e 9.6. Estes indicadores são empregados na forma líquida ou impregnados numa tira de papel. Em contato com a solução que está sendo avaliada, sua cor muda e o valor do pH é determinado por comparação visual de cor com uma escala colorida. A precisão da medida varia entre 0.3 e 0.5 unidades de pH e, portanto, representa apenas uma aproximação grosseira, visto que a variação do pH é logarítmica.

O julgamento visual das cores é muito subjetivo: se as tiras não tiverem contato com a solução durante um período de tempo suficiente, se a comparação de cores for feita em condições impróprias de iluminação, se a solução de molhagem contiver anilinas que alterem a cor das tiras, se o observador não tiver boa acuidade visual etc., a avaliação pode levar a erros grosseiros.

Os indicadores elétricos, chamados de pHmetros, podem ser analógicos ou digitais. Alguns modelos são portáteis e podem ser integrados a outros equipamentos (condutivímetro, termômetro). A precisão de leitura é da ordem de 0.01 a 0.05 unidades de pH. Os pHmetros possuem um par de eletrodos que, ao ser mergulhados na solução, medem a sua atividade elétrica (como ocorre numa célula eletrolítica). Cada unidade de pH corresponde a cerca de 0.059 volt a 25°C. A precisão da medição depende da calibragem do equipamento. A calibragem é feita com soluções tampão padronizadas. Geralmente são utilizadas duas soluções tampão: uma com pH 4.0 e outra com pH 7.0.



## Solução Tamponada

Alguns sais têm a propriedade de estabilizar a acidez/alcalinidade de uma solução, neutralizando os ácidos ou as bases a ela adicionadas. Estes são chamados de sais-tampão. A presença do sal-tampão mantém o pH da solução de molhagem invariável dentro de uma ampla faixa de variação de concentração de produtos ácidos ou alcalinos incorporados à solução durante o processo de impressão.

Na prática, costuma-se verificar valores de pH entre 4.5 e 5.5 na impressão com tintas convencionais; 5.5 a 6.5 com tintas metálicas e 8.0 a 10.0 (solução alcalina) em alguns jornais. Visto que a maioria das soluções utilizadas hoje em dia são tamponadas, a condutividade passou a ser o parâmetro mais importante de controle.

## Condutividade da Solução de Molhagem

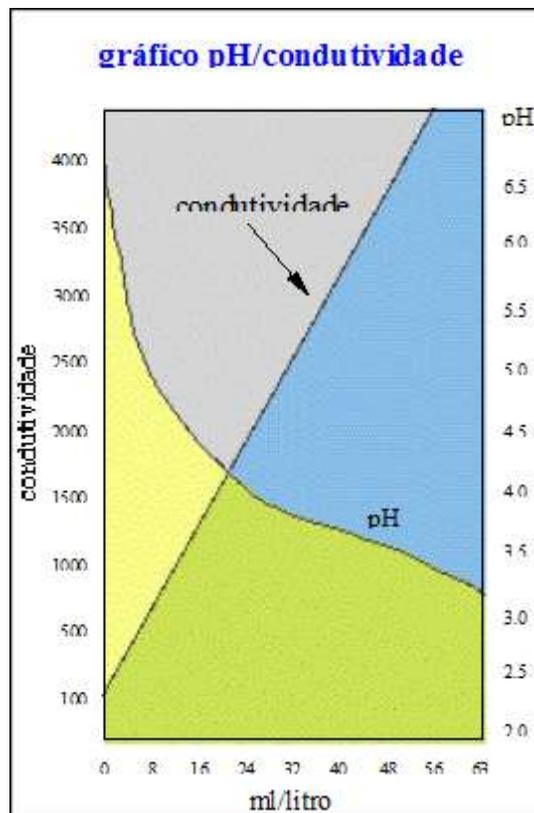
Certas substâncias, quando dissolvidas em água, são dissociadas em cátions (íons positivos) e ânions (íons negativos) e têm a propriedade de conduzir corrente elétrica. Estas substâncias são chamadas de eletrólitos. A condutividade é a medida da corrente elétrica que passa através de uma solução aquosa contendo íons dissociados.

A água pura apresenta baixo nível de condutividade, indicando baixa presença de íons dissociados. O ácido clorídrico é um excelente condutor de eletricidade e, portanto, apresenta condutividade elevada. O álcool não conduz corrente elétrica e, por isso, sua presença na solução de molhagem causa a redução da condutividade.

A condutividade da solução de molhagem é avaliada com equipamentos chamados condutivímetros que expressam os valores em  $\mu\text{S}$  (micro Siemens) ou  $\mu\text{mho/cm}$  (mho é o contrário de ohm, usado para expressar a resistência elétrica).

A característica mais importante da solução de molhagem é a quantidade ou concentração de cada ingrediente presente. O valor de pH varia proporcionalmente com a concentração de ácidos da solução e pode ser utilizado para avaliar este quesito. Entretanto, no caso de soluções tamponadas, o pH se mantém constante dentro de um amplo intervalo de concentrações. A condutividade, por outro lado, varia linearmente com a concentração. Por isso, é o atributo que melhor expressa a quantidade de ingredientes da solução.

O gráfico abaixo indica a relação entre a condutividade e o pH de uma solução tamponada. Observe que, à medida que a concentração aumenta, a condutividade também aumenta numa taxa constante, enquanto o pH diminui até alcançar o valor tamponado, após o que permanece constante. A inclinação (ângulo) da linha de condutividade indica a sensibilidade da solução de molhagem às mudanças de concentração. Quanto menor o ângulo, mais lentamente a condutividade aumenta e, portanto, maior a quantidade de concentrado que deve ser utilizada, indicando baixa sensibilidade da solução. A melhor condição é aquela indicada por uma curva de condutividade inclinada a 45°. Este gráfico deve ser utilizado quando houver mudança de lote ou de fornecedor da solução de molhagem, para manter a acidez consistente de lote para lote e, por isso, é o indicador que melhor expressa a quantidade de ingredientes da solução.



Na prática, costuma-se avaliar a dureza da água a partir da medida da sua condutividade. Embora prático e razoavelmente preciso em alguns casos (ver tabela abaixo), não existe correlação entre condutividade e dureza da água. Dependendo da concentração e do tipo de íon presente, duas amostras de água com a mesma dureza podem apresentar valores de condutividade muito diferentes.

<b>tabela de dureza da água</b>		
<b>dureza</b>	<b>mg/l ou ppm</b>	<b>condutividade (µmho/cm)</b>
mole	0 – 135	0 - 225
média	136 – 272	226 - 450
dura	273 – acima	451 -

Ao contrário do pH, não existe um valor “ideal” de condutividade. Esta depende de variáveis tais como: dureza e pH da água, porcentagem de álcool, concentração e condutividade da solução de molhagem concentrada. A origem da água utilizada tem influência marcante no resultado. Algumas gráficas têm poço artesiano; outras utilizam água industrial sem qualquer tratamento; poucas utilizam água desmineralizada. O fornecimento de água pode variar conforme a estação do ano, ou mesmo durante o dia. Algumas avaliações demonstram que, dependendo da região, o pH da água pode variar entre 6.0 e 9.0, e a condutividade entre 30 e 390 µmho/cm.

Portanto, a condição ideal varia de região para região e de gráfica para gráfica. A prática indica bons resultados na impressão com sistema convencional de molhagem (sem álcool) no intervalo de condutividade de 1000 a 2000 µmho/cm, e para sistemas a álcool entre 600 e 1500 µmho/cm. O que importa não é o valor da condutividade, mas sim as variações que ocorrem durante o processo de impressão. É possível manter o balanço água-tinta sob controle dentro de um intervalo de variação de condutividade de  $\pm 200$  µmho/cm; acima desse intervalo os problemas são inevitáveis. Alguns problemas que podem derivar do descontrole da condutividade da solução de molhagem estão resumidos abaixo:

<b>condutividade muito baixa</b>	<b>condutividade muito elevada</b>
dificuldade de manter o balanço água-tinta tendência de ocorrer entupimento (seco) tendência da tinta fixar-se nos rolos cromados	dificuldade de manter o balanço água-tinta tendência de ocorrer emulsão deficiência de transferência tendência à cegueira (rejeição da tinta)

## **O Sistema de Molhagem**

A função do sistema de molhagem é aplicar um filme uniforme e controlado de solução por toda a superfície da chapa. Este, sem dúvida, é o controle mais crítico de todo o processo ofsete. Os rolos metálicos do sistema constituem os pontos-chave do controle da umidade.

Os sistemas de molhagem das impressoras ofsete podem ter diferentes configurações. Todos têm em comum um depósito de solução de molhagem (banheira); um rolo parcialmente imerso na banheira que gira continuamente ou alternadamente, carregando um filme de solução na sua superfície; rolos distribuidores e um ou dois rolos molhadores em contato com a chapa. O rolo da banheira é metálico e normalmente acionado por um motor independente; o rolo tomador é revestido com borracha ou com tecido de algodão (moletom) e geralmente acionado pelo mesmo motor do rolo da banheira; o rolo distribuidor (bailarino) é cromado, tem movimento lateral e é acionado pelo trem de engrenagens da impressora; os rolos molhadores são emborrachados e recobertos ou não com tecido de algodão, papel pergaminho ou luva de tecido sintético. Outras configurações eliminam o rolo tomador e a solução de molhagem é alimentada no sistema por aspersão de uma névoa de solução promovida por escovas ou sistemas pressurizados.

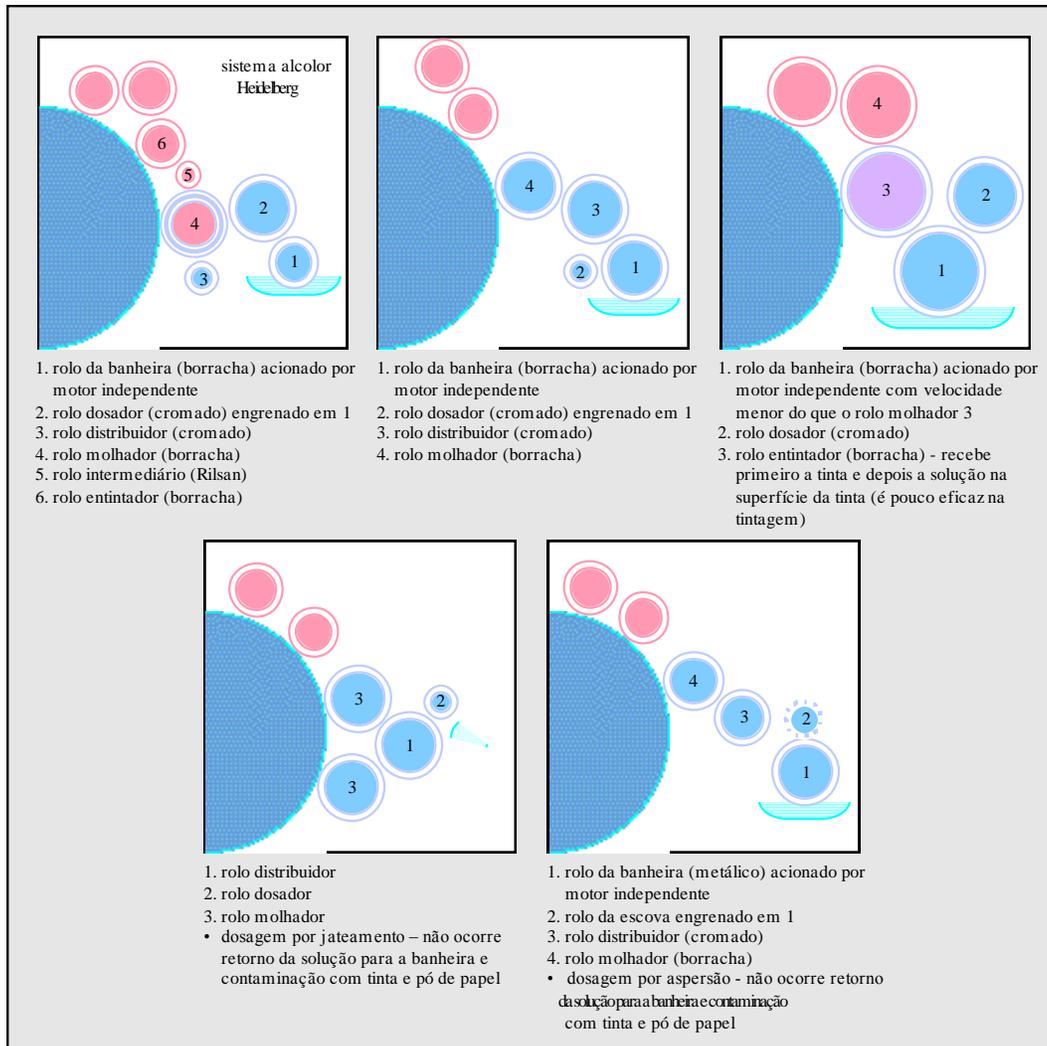
O funcionamento do sistema de molhagem é determinado basicamente pelos seguintes fatores: as características da solução de molhagem; as características da tinta; as características da superfície da chapa de impressão; e as características do sistema de molhagem.

Nos sistemas convencionais, a alimentação de solução de molhagem é intermitente: o rolo tomador contata o rolo da banheira a intervalos alternados (a cada duas revoluções do cilindro da chapa) e a velocidade do rolo da banheira é variável, produzindo variações na alimentação de solução a cada ciclo de impressão. Nos sistemas de molha contínua, não há intermitência e as respostas às variações na alimentação de solução são mais rápidas do que nos sistemas convencionais, a molhagem é mais uniforme e o volume total de solução de molhagem alimentada é menor.

Durante o percurso da banheira até a chapa, a solução de molhagem sofre influência da velocidade da impressora, da temperatura do sistema e das superfícies com as quais mantém contato. Os rolos do sistema de molhagem distribuem a solução em película delgada e uniforme e a aplicam sobre a chapa. Visto que a espessura do filme de solução é fina e a área da chapa relativamente extensa, ocorre evaporação da solução. Estima-se que apenas 20% do volume de solução permaneça sobre a chapa, principalmente devido à evaporação do álcool isopropílico. Para minimizar a evaporação recomenda-se refrigerar a solução de molhagem até uma temperatura entre 10°C e 15°C.

Os rolos do sistema de molhagem devem ter dureza entre 24 e 28° Shore A. Quanto mais duro o rolo maior a quantidade de solução de molhagem alimentada. A pressão entre o rolo molhador e o rolo cromado (distribuidor) deve ser a menor possível para proporcionar uma transferência adequada. Quando o pH da solução de molhagem é inadequada, os rolos começam a estriar e, na seqüência, a chapa começa a rejeitar a tinta (chapa cega).

Parte da solução que umedece a chapa retorna à banheira de solução, podendo arrastar consigo partículas de tinta emulsionadas ou em suspensão na solução. Os óleos contidos nos solventes de petróleo migram da blanqueta para a chapa e, desta, para os rolos do sistema de molhagem, tornando-os engordurados e reduzindo a sua hidrofília. Os rolos passam a repelir a solução de molhagem. As tintas à base de óleos aderem aos rolos metálicos, agravando o problema. A primeira evidência é a velatura (escumação, entonação) que ocorre nas bordas da chapa. O balanço água-tinta torna-se praticamente impossível e a



velatura torna-se intermitente durante todo o trabalho. A solução requer desengravar os rolos e aplicar solução de goma-arábica, esperar que seque e remover o excesso de goma com água.

## Rolos Cromados

Os rolos cromados do sistema de molhagem são facilmente dessensibilizados com uma solução acidificada de goma-arábica. Entretanto, quando os rolos começam a aceitar tinta é preciso removê-la com solvente e tratar os rolos com uma mistura de 30 ml de ácido fosfórico em um litro de solução de goma-arábica a 14° Bé.

## Rolos Molhadores

Os rolos molhadores revestidos com uma luva de tecido de algodão (moletom), papel ou material sintético são naturalmente hidrófilos. Os rolos emborrachados são oleófilos e precisam ser tratados para se tornar hidrófilos (camada de silicone polimerizado). Os rolos revestidos com moletom têm a tendência de soltar fibras, precisam ser removidos e lavados nas trocas de cor, costumam inundar as chapas nos arranques, dificultam o controle da alimentação de solução de molhagem, desgastam rapidamente, causam entupimento de ponto quando estão secos e engorduram com muita facilidade.

A primeira tentativa para solucionar esses inconvenientes foi o uso de papel-pergaminho enrolado em espiral; embora muito melhor do que o moletom, também apresentou restrições: a região remontada em cada volta da espiral causava marcas no impresso.

O desenvolvimento mais recente foram as luvas de material sintético (rayon), sem emendas, hidrófilo e oleofóbico, cuja porosidade retém pouca água, evitando os excessos; sua resistência aumenta quando é umedecido. Este material sofre um encolhimento controlado ao ser imerso em água, fixando-se firmemente à superfície do rolo molhador. Sua superfície é mais uniforme do que o tecido de algodão, proporcionando respostas mais rápidas às variações de alimentação de solução de molhagem e favorecendo a obtenção de um rápido equilíbrio água-tinta, além de reter a umidade por cerca de meia hora nas paradas da impressora, sem secar e nem encharcar.

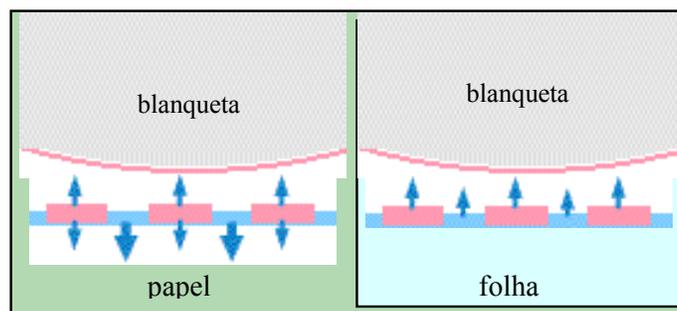
## 4. INTER-RELACIONAMENTO DA SOLUÇÃO DE MOLHAGEM COM OUTRAS SUPERFÍCIES

### Solução de Molhagem – Suporte

A transferência da solução de molhagem da blanqueta para o suporte deve ser considerada de acordo com as características de absorção do suporte. No caso de suportes celulósicos (papel, cartão) a maior parte da solução de molhagem das áreas de contragrafismo é absorvida pelo suporte; se a quantidade for excessiva a estabilidade dimensional do suporte pode ser comprometida, causando problemas de registro, encanoamento e rugas; se o suporte não conseguir absorver rapidamente a solução, sua superfície estará úmida no momento da impressão da próxima cor e comprometerá a transferência da tinta. No caso de suportes não-absorventes (folha-de-flandres, plásticos) ocorre uma divisão do filme de solução de molhagem entre a blanqueta e a superfície do suporte e, visto que não é absorvida, parte evapora e parte permanece no suporte, interferindo na impressão da próxima tinta. Tudo isso sugere que a quantidade de solução de molhagem deve ser a mínima necessária.

Durante a impressão, o papel desprende partículas de carga mineral ou pó de refilo que se fixam à blanqueta e depois são transferidas para os sistemas de tintagem e molhagem. Dependendo do sistema de molhagem da impressora, parte deste material deposita-se na banheira de solução de molhagem alterando o pH e a condutividade da solução.

Os papéis revestidos (cuchê) têm pH superficial entre 8.0 e 10.0; os papéis não-revestidos (ofsete) com colagem ácida têm pH entre 4.5 e 5.0; os papéis não-revestidos com colagem alcalina têm pH entre 7.0 e 8.0. Quando a resistência superficial do papel (resistência ao pick úmido ou seco) é limitada, a ação do tack da tinta ou o efeito do umedecimento do papel favorece o arrancamento de partículas da superfície do papel, contaminando a solução de molhagem.



Parte da solução de molhagem alimentada sobre a chapa é transferida para os rolos do sistema de entintamento e emulsiona-se na tinta na forma de pequenas gotas. Quando o filme de tinta é dividido entre a blanqueta e o papel (ou outro suporte) as gotículas são expostas, prejudicando a aceitação (trapping) da próxima tinta e produzindo aspecto “lavado” no impresso, sobretudo nos textos.

## **Solução de Molhagem – Papel Alcalino**

Com papéis alcalinos, pode ocorrer velaturas (tingimento ou entonação) devido ao carbonato de cálcio do papel. O carbonato de cálcio tem pH acima de 7.0 e apresenta alguma solubilidade em água. Quando alimentada em excesso, a solução de molhagem pode dissolver o carbonato. O carbonato satura a solução e o excesso precipita na banheira e é transferido de volta para o sistema, contaminando os rolos e as blanquetas com uma película de aspecto leitoso; esse fenômeno é chamado de “milking”.

Quando ocorre velatura (tingimento), a primeira coisa a observar é se a solução apresenta aspecto turvo (leitoso) causado pelo carbonato de cálcio. Isto costuma acontecer repentinamente após a impressão de 1000 a 2000 cópias sem problemas, sobretudo na impressão com papéis reciclados.

O *milking* deixa a blanqueta leitosa nas áreas de contragrafismo. Após a impressão de cerca de 10.000 cópias, o acúmulo de carbonato na blanqueta já é suficiente para causar um relevo e, como consequência, o amassamento da blanqueta e a ocorrência de “ponto oco” devido ao alívio da pressão nas áreas de grafismo adjacentes. Outra consequência é o acúmulo de tinta nos rolos do sistema de molhagem, nas paradas da impressora. O acúmulo na blanqueta pode ser removido com produtos removedores de vidro, espalhando-os por toda a blanqueta e deixando que atuem durante 3 a 4 minutos antes de removê-los com solvente.

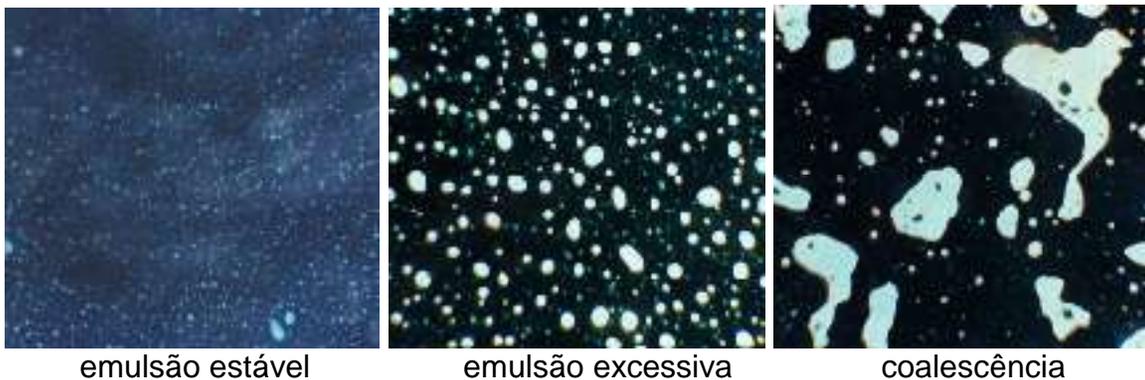
Não existe uma única solução para este tipo de problema; cada impressora pode exigir uma ação diferente. Em qualquer caso, o pH e a condutividade da solução de molhagem devem ser mantidos sob estrito controle. Na maioria dos casos, obtém-se bons resultados mantendo-se o pH na faixa de 4.5 a 5.5 e a condutividade entre 800  $\mu$ mho a 1200  $\mu$ mho acima da condutividade da água.

A maioria dos concentrados de solução de molhagem é formulada para umectar a chapa, favorecendo a ocorrência de velaturas, sobretudo com chapas eletrostáticas. Uma ação paliativa é reduzir a concentração da solução e, se necessário, aumentá-la gradativamente. A adição de 10% de álcool isopropílico ajuda a reduzir a velatura (entonação) em algumas situações. Os substitutos do álcool, embora bons agentes umectantes, podem afetar a secagem das tintas.

Para problemas persistentes de entonação (toning), é recomendável lavar a rolaria com vinagre diluído em água quente, para dissolver o carbonato dos poros dos rolos.

## Solução de Molhagem – Tinta

A impressão ofsete depende do equilíbrio entre a quantidade de água e a quantidade de tinta alimentadas. O primeiro quesito é que o sistema produza emulsão estável de água em tinta; o segundo é que não ocorra emulsão de tinta em água. A emulsão controlada é desejável visto que, se a tinta for completamente resistente à água, haverá limitação na transferência da tinta da chapa para a blanqueta e afinamento de ponto. Entretanto, a quantidade de água dispersa na tinta deve permanecer constante, caso contrário ocorrerá tingimento, escumação e acúmulo. Uma boa tinta deve admitir cerca de 10% a 20% de água emulsionada; nestas condições, a tinta distribui e transfere bem na rolaria e desta para a chapa, para a blanqueta e para o papel.



Os dois principais ingredientes da solução de molhagem são a goma dessensibilizante (goma-arábica) e um ácido (ácido fosfórico). O ácido converte a goma em ácido livre contendo grupos carboxílicos, responsáveis pela adsorção da goma ao metal. Além disso, o ácido também tem propriedades dessensibilizantes. A quantidade de ácido deve ser suficiente para converter o máximo de goma-arábica em ácido arábico livre. Além desse ponto, o excesso de ácido pode comprometer a secagem das tintas formuladas com óleos secativos.

Cerca de 40% da solução de molhagem que umedece a chapa é transferida para o sistema de entintamento e é distribuída de modo não-uniforme sobre os rolos distribuidores. Parte da solução chega a alcançar o tinteiro da impressora e, a parcela não evaporada, mistura-se com a tinta, reduzindo o tack e aumentando a viscosidade; ambos os efeitos prejudicam a distribuição e a transferência da tinta.

Na rolaria, a solução é incorporada à tinta na forma de gotículas. Esse processo é chamado de emulsão água-tinta. Visto que a distribuição da solução no sistema de tintagem não é uniforme, pode ocorrer diferenças

localizadas de tack e viscosidade da tinta. Quanto maior o tack da tinta, menor o efeito do emulsionamento. Quando o filme de tinta é dividido entre as superfícies dos rolos, as gotas de solução são expostas, prejudicando a transferência.

A inter-relação tinta-água na impressora é uma função dinâmica que depende do mecanismo de divisão dos filmes de água e tinta. Devido à elevada coesão das tintas, a divisão sempre ocorre no filme de água, evitando a transferência da tinta para as áreas de contragrafismo da chapa e garantindo a formação de um filme contínuo de água naquelas áreas. Portanto, só a umectação não é suficiente para entender o fenômeno; é necessário considerar a coesão e a transferência da tinta.

## **Balanço Água – Tinta**

Cada trabalho tem o seu próprio ponto de equilíbrio entre a quantidade de tinta e a quantidade de solução de molhagem necessários. Existe um estreito intervalo no qual a tinta e a solução se inter-relacionam de modo estável. A falta de água é facilmente percebida, visto que ocorre entupimento de pontos nas áreas de sombra (seco); entretanto, o excesso de solução não é sempre facilmente percebido a menos que seja exagerado. Um pequeno excesso causa emulsão, atrasa a secagem da tinta, reduz o brilho e a resistência à abrasão do impresso. Portanto, não se deve usar mais do que a quantidade absolutamente necessária de tinta para obter a saturação desejada, e a quantidade absolutamente necessária de solução de molhagem para manter limpas as áreas de contragrafismo da chapa.

Visto não existirem parâmetros ou instrumentos para medir as quantidades de tinta e de água alimentadas no sistema de impressão, mas apenas a habilidade e a experiência dos impressores, recomenda-se o procedimento abaixo no acerto de cada trabalho:

- zerar o tinteiro ao final de cada trabalho;
- colocar a tinta no tinteiro até o nível recomendado no manual de operação da impressora;
- girar o rolo do tinteiro e fechar os parafusos até que o rolo pareça limpo (sem encostar a faca no rolo do tinteiro);
- abrir os parafusos uma volta e girar o rolo do tinteiro para verificar se o filme de tinta é uniforme por toda a extensão do rolo;
- acertar a catraca (ou a rotação) do rolo do tinteiro na posição central;
- acertar a catraca (ou a rotação) do rolo da banheira na posição 1/4 do máximo;
- verificar as pressões dos rolos dos sistemas de molhagem e tintagem;
- começar a impressão com pouca tinta e pouca água;
- aumentar alternadamente água e tinta, em pequenos incrementos, até obter a saturação desejada;

- durante a impressão, se o impresso parecer lavado, tentar sempre reduzir a alimentação de solução de molhagem antes de aumentar a alimentação de tinta;
- procurar sempre a menor quantidade de tinta necessária para alcançar a densidade desejada, e a mínima quantidade de solução de molhagem necessária para manter limpas as áreas de contragrafismo da chapa.

## **Resistência à Abrasão**

As tintas absorvem cerca de 25% a 40% de solução de molhagem durante a impressão. Na impressão de suportes não-absorventes essa solução não é absorvida pelo suporte; a água evapora e deixa os demais componentes concentrados na tinta. Algumas soluções contêm glicerina, poliglicóis, ferrocianeto ou substitutos do álcool não-voláteis que impedem a secagem das tintas. Todos esses fenômenos prejudicam a ancoragem da tinta no suporte e sujeitam o filme de tinta à abrasão.

## **Solução de Molhagem – Chapa**

O propósito da solução de molhagem é evitar a presença de tinta nas áreas de contragrafismo da chapa; a molhagem deve ser contínua para evitar que essas áreas se tornem sensibilizadas, caso contrário ocorrerá velatura.

O isopropanol pode reagir com a camada fotossensível da chapa.

As chapas que exigem limpeza freqüente indicam algum tipo de problema, principalmente relacionado ao pH, à condutividade ou à concentração de goma da solução de molhagem.

## **Tratamento das Áreas de Contragrafismo**

Após a exposição das chapas ofsete, estas devem ser reveladas de modo a diferenciar as áreas de grafismo das áreas de contragrafismo. As primeiras são tratadas para tornar-se receptivas à tinta e repelentes à água (oleófilas e hidrofóbicas) e as áreas de contragrafismo são tratadas para tornar-se receptivas à água e repelentes à tinta (hidrófilas e oleofóbicas) ou **dessensibilizadas**.

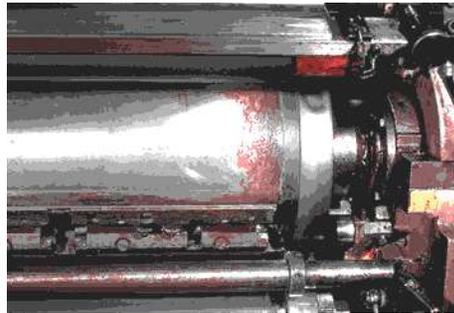
Durante a impressão, o filme dessensibilizante das áreas de contragrafismo da chapa é dissolvido na própria água da solução de molhagem. Por isso, é necessário usar os mesmos produtos na composição da solução de molhagem para reconstituir a camada dessensibilizante da chapa.

## **Solução de Molhagem – Blanqueta**

Quando o filme de tinta é dividido, durante a transferência da chapa para a blanqueta, ocorrem fenômenos semelhantes àqueles apontados na transferência dos rolos entintadores para a chapa. Cerca de 20% da solução de molhagem que umedece a chapa é transferido para a blanqueta: parte acompanhando a tinta e a maior porção proveniente das áreas de contragrafismo da chapa.

## **Corrosão**

O processo de impressão ofsete exige que a solução de molhagem seja acertada para uma faixa de pH entre 4.5 e 6.0. Abaixo desse valor a secagem da tinta é comprometida; acima desse valor a tinta sangra na solução de molhagem e causa velatura. Portanto, o pH da solução de molhagem deve ser ligeiramente ácido. Essa acidez causa reações químicas entre a solução de molhagem e as partes metálicas da impressora, mesmo com as superfícies cromadas, produzindo oxidação e corrosão ao longo do tempo. Para evitar o efeito corrosivo a solução de molhagem deve ser formulada com agentes anticorrosivos, sobretudo nas impressoras rotativas que trabalham em faixas menores de pH.



## **5. A ESCOLHA DA SOLUÇÃO DE MOLHAGEM ADEQUADA**

A seleção do concentrado de solução de molhagem deve ser cuidadosa e adequada a cada tipo de aplicação específica, levando-se em consideração: o tipo de impressora, o tipo de chapa, o tipo de tinta, o tipo de papel, a faixa de pH que se deseja trabalhar, a dureza da água utilizada.

## **6. OFSETE SECO (DRIOGRAPHY/WATERLESS)**

A água é um mal necessário no processo ofsete e, por isso, há muito se procura a sua eliminação. O processo a seco envolve uma chapa planográfica oleófila nas áreas de grafismo e repelente à tinta nas áreas de contragrafismo. As áreas de contragrafismo da chapa são constituídas de borracha siliconada e o grafismo é constituído de alumínio. As tintas são formuladas com glicol e

apresentam elevada coesão interna e sofrem divisão nas áreas de grafismo devido à boa adesão naquelas áreas; nas áreas de contragrafismo, as forças de adesão são pequenas e não ocorre transferência.

Visto que o tack das tintas é elevado, pode ocorrer arrancamento e encanoamento do papel. À medida que a tinta aquece, pode ocorrer velatura (toning).

## **7. PROBLEMAS ENVOLVENDO A SOLUÇÃO DE MOLHAGEM**

### **Velatura (Tingimento e Escumação)**

A velatura ocorre quando as áreas de contragrafismo da chapa passam a imprimir devido à formação de emulsão de óleo em água. Partículas de pigmento fracamente umectadas pelo veículo da tinta são facilmente floculadas ou aglomeradas e, à medida que a quantidade de água aumenta, o pigmento migra para a fase aquosa, causando uma entonação de fundo.

O tingimento é mais provável de ocorrer quando a tensão interfacial tinta-água se aproxima de zero. A condição é agravada pela redução da tinta a um nível inaceitável e por adição de excesso de surfactante à solução de molhagem. O tingimento pode ser evitado mantendo-se em nível elevado a tensão interfacial tinta-água. Portanto, o tingimento deve-se à interação tinta-solução de molhagem. A escumação ocorre devido a sensibilização da chapa causada pela tinta, por rolos molhadores sujos ou desgastados e por degradação do caráter hidrófilo da chapa devido à pressão excessiva rolo-chapa ou blanqueta-chapa.

### **Escumação (Velatura)**

A escumação ocorre quando as áreas de contragrafismo da chapa e os pontos inter-reticulares das áreas de grafismo perdem a dessensibilização e passam a aceitar tinta, ou seja: a goma dessensibilizante adsorvida nessas áreas é removida e não ocorre a sua reposição, permitindo que moléculas do verniz da tinta sejam adsorvidas nas áreas de contragrafismo. Alguns pigmentos, particularmente aqueles usados nas tintas ciano e magenta, têm maior tendência à escumação. A escumação pode ser evitada garantindo a dessensibilização da chapa durante o processo de cópia, utilizando solução de molhagem contendo 8 ml/litro de goma-arábica, com pH entre 4.5 e 5.5, e gomando a chapa durante as paradas prolongadas da impressora (uma hora ou mais).

Caso a tinta comece a se fixar firmemente às áreas de contragrafismo da chapa (a chapa começa a “pegar força”), torna-se muito difícil reverter o processo para que essas áreas se tornem novamente receptivas à água. Uma tentativa é esfregar a chapa com agente dessensibilizante, para remover a tinta e substituí-la pela goma, e esperar que a goma seque sobre a chapa. Esse recurso deve ser repetido duas vezes antes de tentar aumentar a concentração da solução de molhagem.

### **CAUSAS**

- pH/condutividade incorretamente acertados.
- alimentação de tinta excessiva.
- insuficiência de goma na solução de molhagem.
- chapa incorretamente exposta (subexposição).

### **SOLUÇÕES**

- acertar o pH/condutividade da solução de molhagem.
- acertar o balanço água-tinta de modo a envolver a mínima quantidade de ambos.
- verificar a condição de vidro dos rolos e blanquetas.
- substituir a chapa.

## **Tingimento (Velatura)**

Pequenas partículas de tinta aderem às áreas de contragrafismo da chapa e imprimem um falso fundo, algumas vezes difícil de perceber, dependendo da cor e das condições de iluminação. Toda a área de contragrafismo da chapa torna-se uniformemente tingida.

### **CAUSAS**

- emulsão excessiva de tinta em água.
- pH/condutividade incorretos.
- chapa imprópriamente exposta (subexposição).
- acerto incorreto dos rolos entintadores e/ou molhadores.

### **SOLUÇÕES**

- substituir a tinta e reduzir a alimentação de solução de molhagem.
- acertar o balanço água-tinta alimentando a mínima quantidade possível de ambos.
- acertar o pH/condutividade da solução de molhagem.
- substituir a chapa.
- ajustar os rolos conforme as instruções do manual de operação da impressora.

### **NOTA:**

- antes de substituir a chapa, fazer o teste de hone: raspar uma pequena região da área de contragrafismo da chapa com uma pedra especial (ardésia) e observar o resultado; se a área raspada imprimir limpo, o problema provém do setor de

cópia e a chapa deve ser substituída; se ocorrer velatura na área raspada então o problema é originado por uma das causas descritas acima.

## Velatura Pontual

As chapas de alumínio podem oxidar-se em forma de pequenos pontos que aceitam a tinta. Isto ocorre quando a água demora para evaporar da superfície da chapa. Este tipo de velatura pode ocorrer em forma de faixas, numa região da chapa oposta ao rolo molhador. As chapas de alumínio anodizado são recobertas com uma camada muito dura de óxido de alumínio e não estão sujeitas a este tipo de corrosão. Dependendo da gravidade do problema, este pode ser eliminado tratando-se a chapa com solução de ácido fosfórico ou ácido oxálico (37 gramas/litro de água).

## Engorduramento

O processo de impressão envolve o contato repetido da chapa com os rolos entintadores e molhadores e com a blanqueta. Tanto as áreas de grafismo quanto as áreas de contragrafismo da chapa estão sujeitas a elevada ação mecânica, fazendo com que algumas moléculas sejam substituídas.

Os materiais polares da tinta (ácidos graxos) são transferidos não apenas para as áreas de grafismo, mas também tendem a superar as forças repelentes das áreas de contragrafismo e causar engrossamento de pontos naquelas áreas.

## Chapa Cega

Enquanto o tingimento, a escumação e o engorduramento ocorrem nas áreas de contragrafismo da chapa, a cegueira atinge as áreas de grafismo quando a natureza oleófila é reduzida. Isto pode acontecer por causa de uma tinta contendo insuficiência de material graxo para repor aquele transferido durante o ciclo de impressão, por ataque químico da solução de molhagem ou por abrasão da tinta mal dispersa. O resultado é a perda de tensão de adesão da tinta.

A chapa torna-se cega quando deixa de aceitar a tinta dos rolos entintadores, produzindo impressão lavada e de baixo nível de contraste. As principais causas compreendem: (a) dessensibilização das áreas de grafismo pela goma da solução de molhagem; (b) abrasão das áreas de grafismo; (c) emulsionamento excessivo de água em tinta; (d) goma seca aplicada sobre as áreas de grafismo, produzindo estrias de goma.

### CAUSAS

— solução de molhagem muito ácida.



- excesso de goma na solução de molhagem.
- alimentação excessiva de solução de molhagem.
- limpador de chapa seco sobre as áreas de grafismo.

## SOLUÇÕES

- acertar o pH/condutividade da solução de molhagem.
- substituir a solução de molhagem por outra contendo menor concentração de goma; lavar a chapa com água pura para remover o excesso de goma.
- acertar o balanço água-tinta de modo a alimentar a menor quantidade possível de tinta e de solução de molhagem.
- lavar a chapa para remover o produto limpador que secou sobre a chapa.

## Estrias de Rolos

Os rolos metálicos do sistema de tintagem podem tornar-se dessensibilizados devido às seguintes razões: (a) excesso de goma na solução de molhagem; a goma é incorporada à tinta quando ocorre emulsão e é adsorvida na superfície dos rolos, rejeitando a tinta; (b) excesso de solução de molhagem; (c) excesso de ácido na solução de molhagem; o ácido aumenta o poder dessensibilizante da goma-arábica além de ser, ele próprio (ácido fosfórico), um bom agente dessensibilizante.

O remédio é empregar práticas preventivas: utilizar a menor quantidade de solução de molhagem possível e evitar o uso excessivo de ácido e goma na solução de molhagem; esfregar periodicamente a superfície dos rolos metálicos com uma mistura de pó de pedra-pomes e ácido acético, clorídrico ou nítrico (não o ácido fosfórico).

Os rolos emborrachados também podem produzir estrias quando se tornam duros e vidrados. A tinta seca da superfície dos rolos pode ser removida mergulhando-se os rolos em solução de hidróxido de sódio (50 g/litro de água) durante cerca de 12 horas.

## CAUSAS

- excesso de solução de molhagem.
- água muito dura.
- solução de molhagem muito ácida (pH baixo).
- rolos vidrados ou desgastados.

## SOLUÇÕES

- acertar o balanço água-tinta alimentando a mínima quantidade de solução de molhagem possível.
- fazer tratamento da água (desmineralizar).
- acertar o pH/condutividade da solução de molhagem.
- lavar, recondicionar ou substituir os rolos.



## **Variação do pH/condutividade Durante a Impressão**

Existe a tendência natural de elevação da condutividade da solução de molhagem durante a impressão devido à sua contaminação por partículas de papel e outros contaminantes. O pH da solução de molhagem pode aumentar ou diminuir, dependendo do tipo de partícula contaminante, exceto as soluções tamponadas que praticamente não sofrem variações de pH dentro de um certo intervalo de concentração.

## **Secagem da Tinta**

A tinta não seca ou demora demasiadamente para secar, ocasionando problemas de decalque, blocagem, arrumação das folhas na pilha de entrega, exigindo excesso de pó antidecalque e prejudicando o trabalho de envernizamento, plastificação, hotstamping etc.

### **CAUSAS**

- acidez excessiva da solução de molhagem (pH baixo).
- excesso de alimentação de tinta e/ou solução de molhagem.
- papel muito úmido ou com porosidade inadequada (papel fechado).
- emulsão excessiva de água em tinta.

### **SOLUÇÕES**

- acertar o pH/condutividade da solução de molhagem.
- acertar o balanço água–tinta de modo a envolver a mínima quantidade de ambas.
- substituir o papel ou adequar a tinta ao papel.
- substituir a tinta e reduzir a alimentação de solução de molhagem.

## **Balanço Água – Tinta Incorreto**

Dificuldade de manter a qualidade durante a impressão devido ao acúmulo de tinta na rolaria ou à emulsão excessiva de água em tinta.

### **CAUSAS**

- alimentação excessiva de solução de molhagem.
- solução de molhagem pouco ácida (pH elevado).
- emulsão excessiva de água em tinta.
- alimentação excessiva de tinta.

### **SOLUÇÕES**

- reduzir a alimentação de solução de molhagem; verificar as pressões dos rolos molhadores contra a chapa.
- acertar o pH/conductividade da solução de molhagem.
- substituir a tinta por outra mais resistente à água.
- acertar as pressões dos rolos molhadores conforme as instruções do manual de operação da impressora; lavar, recondicionar ou substituir os rolos que estiverem desgastados ou vidrados.

## **Balanço Água – Tinta Difícil de Obter**

### **CAUSAS**

- tinta muito fluida.
- excesso de tinta.
- chapa imprópriamente exposta, processada ou revelada.
- moletons desgastados.
- moletons contaminados com sabão ou detergente.
- solução de molhagem muito diluída.
- emulsão excessiva de água em tinta.
- rolos vidrados.
- rolos contaminados com goma-arábica (vidrado de goma).
- vidrado eletrostático (acúmulo de solução usada com chapas eletrostáticas).

### **SOLUÇÕES**

- adicionar verniz encorpado à tinta.
- usar tinta mais forte e reduzir a alimentação.
- substituir a chapa.
- substituir as camisas dos rolos molhadores.
- enxaguar os moletons após as lavagens para remover completamente o sabão ou o detergente.
- aumentar a concentração da solução de molhagem.
- adicionar verniz pesado à tinta ou substituí-la.
- lavar, recondicionar ou substituir os rolos vidrados.
- lavar os rolos contaminados com goma arábica usando água e uma escova macia; em seguida lavá-los com lavador de blanqueta.
- remover o vidrado eletrostático com água.

## **Afinamento de Ponto (Desgaste Prematuro da Chapa)**

### **CAUSAS**

- solução de molhagem muito ácida.
- alimentação de tinta excessiva.
- solução de molhagem pouco ácida.

## **SOLUÇÕES**

- acertar o pH/condutividade da solução de molhagem.
- acertar a alimentação de tinta.
- verificar a pressão dos rolos entintadores e molhadores contra a chapa.

## **Variações no Entintamento Durante a Tiragem - Equilíbrio**

### **Instável de Água em Tinta)**

## **CAUSAS**

- porcentagem de álcool incorreta.
- pH incorreto.
- excesso de agente compensador.

## **SOLUÇÕES**

- acertar a porcentagem de álcool para 10% a 12%.
- acertar o pH para 5.0 a 5.5.
- reduzir a porcentagem de agente compensador.

## **Acúmulo de Tinta/Água (Emulsão Instável)**

A natureza do verniz e o volume de sólidos dispersos na tinta são decisivos no controle do volume de água capaz de manter um nível de emulsão estável água-óleo. Conforme o filme de tinta é dividido nos rolos do sistema de tintagem, este se torna progressivamente mais fino e se aproxima do ponto de alimentação de solução de molhagem à chapa. Quanto mais fino o filme de tinta, maior a tendência à dispersão de gotículas de solução de molhagem na tinta. À medida que o número de gotículas aumenta, diminui a distância entre elas e a atração entre as partículas de água leva à coalescência da tinta e, eventualmente, à formação de uma fase aquosa contínua, prejudicando a transferência da tinta e produzindo impressão lavada e acúmulo na rolaria (da tinta não transferida para a chapa).

## **CAUSAS**

- excesso de alimentação de solução de molhagem.
- tinta não absorve a água.
- pH muito alto (alcalino).
- motivo difícil de imprimir.
- formato estreito.

## **SOLUÇÕES**

- reduzir a alimentação de solução de molhagem.

- substituir a tinta.
- acertar o pH da solução de molhagem entre 5.0 e 5.5.
- acionar a barra sopradora do sistema de molhagem.
- acertar a pressão entre o rolo dosador e o rolo da banheira conforme as instruções do manual de operação da impressora.

## **Falha na Transferência de Tinta do Rolo Entintador para a**

### **Chapa**

#### **CAUSAS**

- excesso de alimentação de solução de molhagem.
- água muito dura.
- rolos desgastados.
- presença de pó de papel na solução de molhagem

#### **SOLUÇÕES**

- reduzir a alimentação de solução de molhagem.
- tratar a água para reduzir-lhe a dureza.
- substituir os rolos.
- lavar os rolos com ácido tartárico diluído a 2%.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- American printer*. "Troubleshooting plate: press problems". Abril/83, pp. 65-80.
- \_\_\_\_\_. "Solving the why's of scumming". Maio/93, p. 100.
- American printer and lithographer*. "Tips on combating the causes of streaking and too much roller pressure". Dezembro/81, pp. 54-5.
- \_\_\_\_\_. "Identifying and avoiding slippage streaks". Dezembro/81, p. 66 G.
- Australasian printer*. "Control of colour in print". Março/80, pp. 3-8.
- \_\_\_\_\_. "Combating the causes of streaking and roller pressure". Agosto/82, v. 33, nº 8, p. 63.
- BERY, Yuri. "Ink transfer". *TAPPI*. Agosto/79, v. 62, nº 8, pp. 89-91.
- BISSET, GOODACRE, IDLE, LEACH, WILLIAMS. *The printing ink manual*. 3ª ed., Londres, 1979.
- BUREAU, William H. "Too much water spells trouble". *Graphic arts monthly*. Junho/79, p. 114.
- \_\_\_\_\_. *What the printer should know about paper*. Pittsburg, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1982.
- CAMPEY, L. "pH shift in acidic lithographic fountain solution: the influence of drier type". *J. Oil Col. Chem. Assoc.*, 1961, pp. 291-3.
- Canadian printer & publisher*. "Offset troubleshooting charts". Fevereiro/83, pp. 16-21.
- DEAVER, Jeff. "Dampening systems". *Graphic arts monthly*. Outubro/76, pp. 48-52.
- \_\_\_\_\_. "Dampening systems". *Graphic arts monthly*. Novembro/76, pp. 64-6.
- DICKESON, Roger V. "The trapping that's critical to makeready waste control". *World-wide printer*. Novembro/79, p. 8F-80.
- EVANOFF, Philip C. & STRONG, Walter L. "Hickeys, voids, spots and related problems". *ML-Modern lithography*. Agosto/73, pp. 25-8.
- FISHMAN, David. "Acid & alkaline". *American ink maker*. Maio/93, pp. 32-9.
- GEIS, A. John. "El control de calidad de los materiales utilizados en la sala de prensas". *Technical Services Report*. Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1983.
- GRISWOLD, Nelson. "How to cure light ink bars, blind plates, scum streaks". *Printing impressions*. Outubro/76, p. 26, 56.
- \_\_\_\_\_. "About gear streaks and intermittent scumming". *Printing impressions*. Fevereiro/77, p. 11-7.
- \_\_\_\_\_. "How to handle faint images and problems with tinting". *Printing impressions*. Março/78, p. 15.
- \_\_\_\_\_. "Misregister, heavier paper, ink & fountain solution". *Printing impressions*. Abril/78, p. 91.
- GUTIÉRREZ, Meyer. "Papel alcalino o libre de ácido". *Artes graficas*. Março/96, pp. 14-21.
- HARTSUCH, Paul J. *Chemistry for the graphic arts*. Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1979.

- JORGENSEN, George W. & LAVI, Abraham. *Lithographic pressman's handbook*. 2ª ed., Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1977.
- JORGENSEN, George W. "Control of ink-water balance". *Research Progress Report*. Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1981.
- \_\_\_\_\_. "Control de registro del color". *Artes graficas*. Maio-Junho/93, v. 27, ed. 3, pp. 21-30.
- KELLY, Edward J. *Web offset press operating*. Pittsburgh, USA, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1974.
- Kodak printing and publishing imaging*. "Dot vs. dot vs. dot". USA. Eastman Kodak Company, 1993.
- LARSSON, L. O. "What happens in the press to cause web breaks?" *Pulp & paper* 85:9, Canadá, 1984, pp. 55-9.
- LEE, Lawrence K. "Common problems plague pressmen..." *Graphic arts monthly*. Fevereiro/81, pp. 118-20.
- MCCLINTICK, James R. "Driography: where it is now; what's expectable". *Printing impressions*. Junho/76, p. 6.
- MACPHEE, John. "Lithographic dampening update". *Graphic arts monthly*. Setembro/84, pp. 75-82.
- \_\_\_\_\_. "Alcohol in dampening". *Graphic arts monthly*. Outubro/84, pp. 75-9.
- MAN Roland. "Research project of MAN and K+E represents a breakthrough for waterless web offset". Março/96.
- MARSHALL, Jack. "pH control: critical path to quality reproduction". *Printing impressions*. Outubro/76, pp. 28-32.
- MARTON, J. "Printability problems in offset printing". *Das papier*, pp. V38-45, 1981.
- MULLER, Peter. *Impressão offset: problemas e soluções práticas*. 3ª ed., São Paulo, Gráfica Editora Hamburg, 1990.
- National Association of Printing Ink Manufacturers. *Printing ink handbook*. 4ª ed., Harrison, NY, 1980.
- OLINGHOUSE, Lane. "The pH factor". *ML-Modern lithographic*. Novembro/72, pp. 43-50.
- \_\_\_\_\_. "Alkaline-based fount solutions". *ML-Modern lithography*. Agosto/73, p. 22.
- \_\_\_\_\_. "The various types of scumming". *Printing impressions*. Novembro/76, pp. 18-9.
- PARKER, J. R. "The measurement of printing roughness". *TAPPI*. Dezembro/81, v. 64, nº 12, pp. 56-8.
- Printing magazine*. "Platemaking troubleshooting chart for printers". Agosto/72, pp. 31-4.
- Professional printer*. "PIRA and dot gain". v. 26, nº 23.
- REED, Robert & CROUSE, David B. *Web offset press troubles*. 3ª ed., Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1979.
- RETTBERG, Arthur. "Controlar las variaciones de color". *World-wide printer*. Novembro-Dezembro/79, nº 430, pp. A10-A12.
- ROMEO, Benigno. "Control del 'trapping' en la impresión". *Gráficas*, pp. 341-2.
- ROSOS, Agi. "A delicate balance: the ink-water ratio". *American printer*. Fevereiro/84, pp. 32-4.

- SCARLETT, Terry. "Pressroom cleanliness". *Graphic arts monthly*. Novembro/82, pp. 122-6.
- \_\_\_\_\_. "Ink and water: partners in lithography". *Graphic arts monthly*. Novembro/82, pp. 122-6.
- \_\_\_\_\_. "High and dry". *American printer*. Abril/93, pp. 38-40.
- \_\_\_\_\_. "Maintaining ink stability". *American printer*. Junho/93, pp. 164-7.
- \_\_\_\_\_. "Of ink strength and waterless plates". *American printer*. Julho/93, p. 88.
- \_\_\_\_\_. "How to avoid gloss ghosting". *American printer*. Janeiro/94, p. 64.
- SCARLETT & ELDRED. *What the printer should know about ink*. Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1984.
- SHAPIRO, Charles. *The lithographers manual*. 5ª ed., Pittsburgh, GATF-Graphic Arts Technical Foundation, 1977.
- SOUTHWORTH, Miles. "Ganancia de punto: causas y remedios". *Artes graficas*. Março/90, p. 32.
- STOWELL, Arthur. "What to do when your ink won't dry right". *Printing impressions*. Agosto/76, p. 64.
- STRONG, Walter L. "Milking, piling, linting: how to diagnose and cure them". *Printing impressions*. Outubro/76, pp. 18-21.
- The quality control scanner*. "Dot gain: causes and cures". v. 2, nº 9, 1982.
- TRITTON, Kelvin. "Dot gain: pinpointing the causes". *Printing world*. Abril/82, pp. 18-9.

