

## a tecnologia serigráfica

### Questões para reflexão:

1- Em todos os tipos de artes gráficas são utilizados equipamentos mais, ou menos sofisticados. No ramo serigráfico nos deparamos com um processo gráfico bastante despojado de equipamentos. Entretanto, mesmo em condições de impressão feita manualmente, vemos resultados de impressão plenamente comerciáveis quanto a qualidade e produtividade, o que não ocorre de forma recíproca nos outros tipos de Impressão. Porque?

2- A carência de pessoal operador treinado é bastante sentida na indústria usuária de impressão serigráfica, no Brasil. Além disso, o atraso tecnológico da serigrafia Brasileira em relação a vários outros países é patente. Hoje vemos chegar ao Brasil as primeiras impressoras serigráficas (importadas) com funções de controle da impressão controladas por computador. Como denominar o operador destas máquinas? Que tipo de treinamento deve receber o operador de uma máquina destas?

3- Ao pretendermos que uma pessoa adquira conhecimentos em serigrafia de uma forma superior à simples operação de linha, que matérias são relativas? Quais são os pré-requisitos a nível do conhecimento de ciências gerais?

4- A serigrafia manual pode produzir resultados comerciáveis, é capaz de gerar qualidade suficiente. Como determinar o momento, na “vida” de uma empresa, de adquirir equipamento serigráfico mais sofisticado? Que parâmetros caracterizam esta necessidade?

### (o processo)

A Serigrafia é uma técnica de impressão única.

Em todos os demais processos de impressão com tinta são necessárias grandes pressões para acomodar as superfícies da matriz e do substrato, aliadas, é claro, à precisão de posicionamento.

Na Serigrafia, a matriz flexível e o fato da tinta atravessá-la, fazem com que toda a pressão necessária seja para aplicação sobre a própria tinta.

Falando em termos de mecânica, isto torna o processo de impressão conceitualmente mais simples. E de fato, notamos na prática resultados profissionais de impressão obtidos mesmo com a aplicação manual da serigrafia.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



Entretanto, desta observação surge também uma certa tendência a considerar o processo serigráfico como algo primitivo.

Gostaríamos de ressaltar que um processo produtivo que não requer intrinsecamente equipamento pesado para a obtenção de resultados comerciáveis é notadamente superior aos demais.

No mundo todo a pesquisa e desenvolvimento da Tecnologia Serigráfica está sendo levada a sério, e vemos hoje equipamentos sofisticados para impressão serigráfica serem produzidos para os mais diversos tipos de aplicação.

No Brasil algumas indústrias estão adquirindo equipamento para impressão serigráfica não apenas automático, mas com funções para controle de diversos parâmetros de ajuste do processo de impressão através de microprocessadores. A serigrafia pode deixar de ser algo a esconder durante a visita de clientes à fábrica ...

#### (arte ou técnica ?)

Ainda assim, e mesmo de profissionais de empresas que produzem insumos tecnologicamente “avançados” para serigrafia, ouvimos a referência à serigrafia como a “arte da serigrafia”.

Esta referência tem implicações positivas e negativas no que diz respeito ao aprendizado e ao uso da Tecnologia Serigráfica na indústria.

Quando dizemos “a arte de...”, referimo-nos por exemplo à habilidade necessária para a execução de um trabalho que tem diversos aspectos técnicos a serem simultaneamente considerados.

“Arte” envolve também Criatividade, algo muito importante principalmente para o profissional e muitas vezes necessário no desenvolvimento na empresa.

Porém, muitas vezes dizemos “arte” para nos referirmos a algo que tem demasiados aspectos a serem simultaneamente considerados, e portanto algo intangível. Não há na realidade dos fatos formas de transmissão de conhecimento sobre o intangível, nem qualquer espécie de treinamento possível.

Ressalvada a importância da Arte; e temos certeza que para um profissional de Arte esta não apresenta mistérios; afirmamos que o termo “arte” não é aplicável ao conhecimento sobre o Processo Serigráfico.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



**(tecnologia serigráfica.)**

Ao perfeito conhecimento, ou ao suficiente conhecimento e controle de um processo produtivo, chamamos “Tecnologia”.

Em uma ocasião, lendo uma revista técnica, surgiu um anúncio de uma indústria de aramifício com a frase “prego tem tecnologia”. O fato chamou-nos à atenção de que, (como todo profissional da área de Qualidade pode confirmar), não existe processo produtivo tão simples que não requeira um Método adequado para operação.

A Serigrafia é um processo cuja aplicação é simples do ponto de vista dos requerimentos mecânicos, em relação aos demais processos de impressão.

O conhecimento geral científico envolvido na Tecnologia Serigráfica inclui física, matemática e físico-química (estática, geometria, conjuntos, reologia).

Os ramos de aplicação do processo serigráfico são amplos, envolvem praticamente todos os tipos de acabamento com grandes depósitos de tinta impressa:

- embalagens plásticas cônicas e tubulares
- decoreção textil massiva ou localizada
- decoreção em vidros e cerâmicas
- decoreção em metais
- displays em plásticos rígidos
- publicidade em plásticos auto-adesivos
- impressos em todo tipo de superfície
- painéis de comunicação visual
- posters publicitários termo-formados
- etiquetas e rótulos
- decoreção comestível em biscoitos
- gigantografias em quadricromia para out-doors
- painéis de aparelhos elétricos e eletrônicos
- transferência de imagem em circuito impresso
- isolação térmica e dielétrica em circuito impresso
- circuito aditivo e teclados com tintas condutivas
- pastas soldantes /montagem superficial circuito imp.
- componentes eletrônicos impressos “thick film”
- dopagem “thick film” de células fotovoltaicas
- (não menos importante:) artes plásticas

Todas estas aplicações requerem, na produção, cuidados peculiares mas cuja base tecnológica é o conhecimento da Serigrafia.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



### (Brasil e “alta tecnologia”)

Algumas destas aplicações são consideradas de “alta tecnologia”, enquanto outras como por exemplo as de finalidade publicitária, são tidas como intrinsecamente de “menor exigência” a nível técnico.

O apuro técnico pode ser necessário dentro de qualquer aplicação, e o grau de dificuldade de uma produção está relacionado diretamente com o nível de exigência em qualidade para o produto.

A necessidade de maior ou menor quantidade de domínio tecnológico de um processo está relacionada a este nível de exigência, e não intrinsecamente ao tipo de produto que utiliza certo processo.

Por exemplo, um acerto de cores na preparação de tintas pode ser mais trabalhoso e exigir instrumentação mais complexa do que a produção de uma placa de circuito impresso, dependendo da exigência de qualidade destes produtos.

Muitas vezes nos deparamos com a argumentação de “estamos no Brasil”, e que certas exigências de qualidade são descabidas. Ou então ouvimos que o uso de certos equipamentos, certos instrumentos, certos materiais - e por decorrência certo nível de conhecimento - são úteis apenas no “1o. Mundo”, não tendo qualquer interesse para a realidade Brasileira.

Note-se que aqui se trata justamente do grau de Desenvolvimento Tecnológico de um país, de uma empresa, de um profissional, de um processo produtivo, que estamos discutindo.

Os que se propõe a crescer tecnologicamente certamente farão uso desta aquisição, conseguindo produzir o que antes não atingia certos requerimentos de qualidade, e obviamente convertendo o investimento feito neste aprendizado em lucro real.

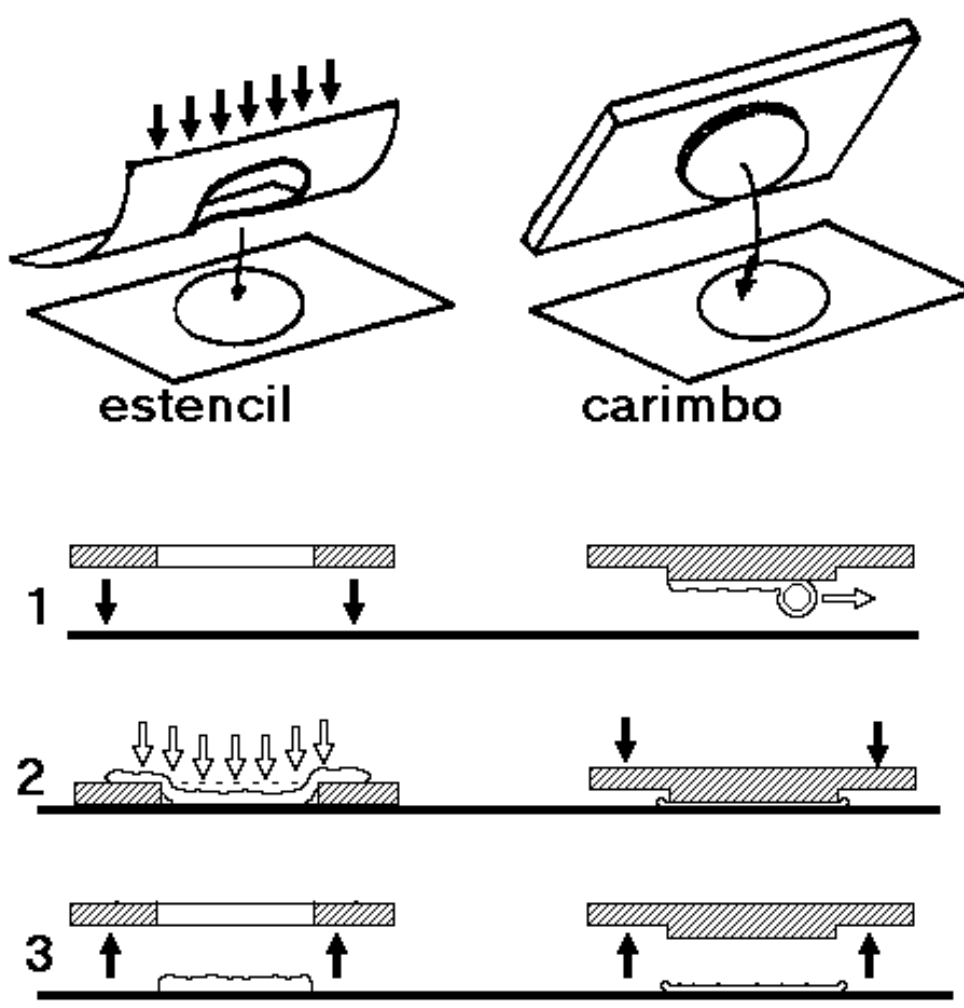
fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## estêncil - sistema de matriz

“Estêncil” é o nome que se dá ao sistema de seleção de áreas para formação de imagem na matriz, que se contrapõe ao sistema de “carimbo”.

No sistema “carimbo” a matriz é definida por relêvos, enquanto no sistema “estêncil” a matriz é definida por cavidades.



Observa-se que enquanto o sistema carimbo está limitado enquanto qualidade de reprodução a um limite máximo de tinta depositável, no sistema estêncil existe um limite mínimo exigível para uma reprodução perfeita.

A serigrafia trabalha com depósitos de tinta a partir de 15 micra de espessura, enquanto o sistema offset trabalha com depósitos abaixo de 3 micra de espessura.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## sistemas de transferencia de tinta

Na tipografia, a matriz tem as áreas de imagem em relevo com relação à base. A tintagem é feita através de rolete. A flexografia é uma forma de tipografia.

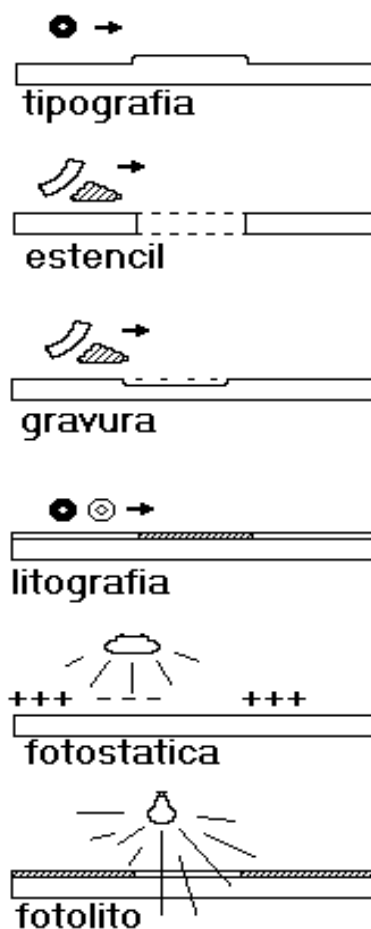
O processo de impressão por estêncil mais característico é a serigrafia. A tinta é aplicada através de espátula (ou rodo serigráfico).

A gravura é um processo de moldagem da tinta, assim como a serigrafia. A tinta também é aplicada com espátula. Geralmente a matriz é cilíndrica.

Na litografia a matriz não tem relevos. A tintagem se faz usando tintas oleosas e área c/ não-imagem higroscópica (absorve água). A água e o óleo se repelem mutuamente.

O processo fotostático (Xerox) se baseia no princípio da formação cargas elétricas em superfícies muito polidas quando recebem luz. A tinta é magnética e é atraída para a imagem.

Nos fotoprocessos, a "tinta" está presente previamente no material onde a imagem será transferida. A matriz é uma transparência onde a imagem é opaca (fotolito).



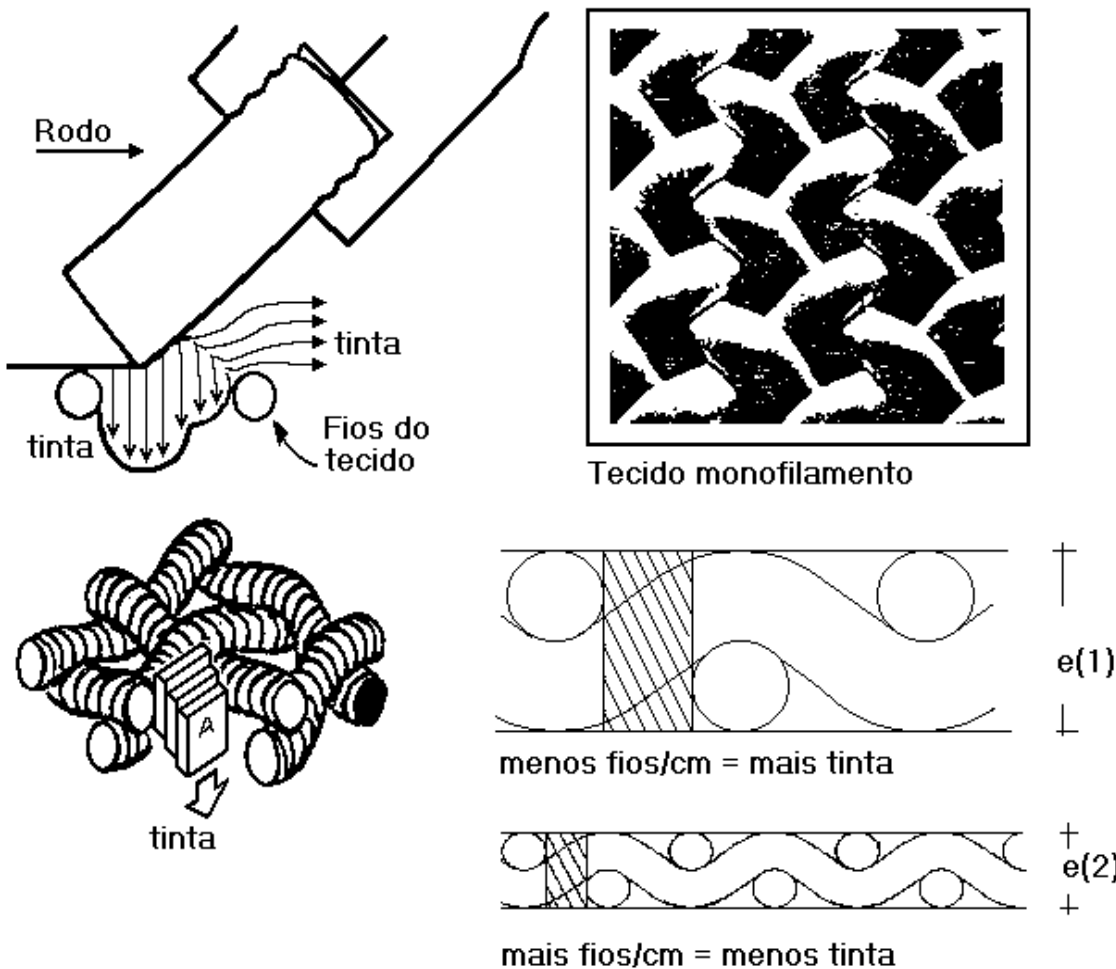
fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## função do tecido serigráfico

A função do tecido serigráfico, além de servir como base para fixação do Estêncil propriamente dito, é efetuar uma dosagem de quantidades de tinta por igual sobre toda a área de impressão.

Esta “FILTRAGEM” da tinta se dá pelo corte da mesma contra os fios do tecido, sob ação da pressão exercida pela espátula (rodo)

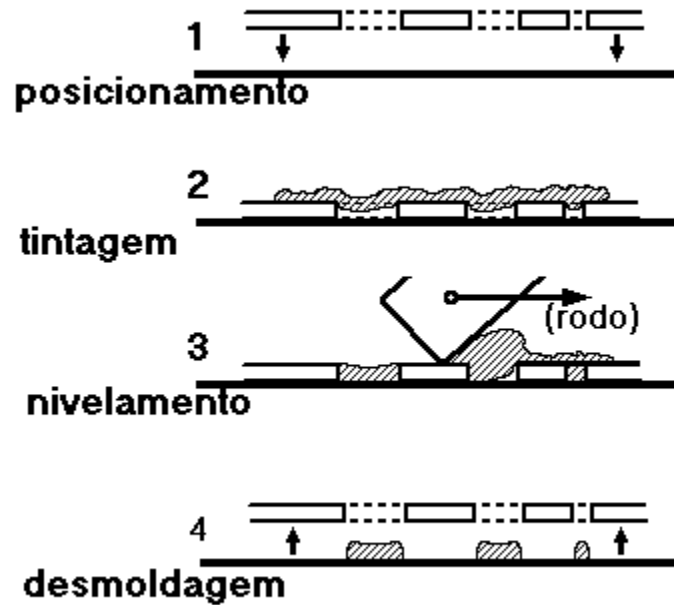


fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



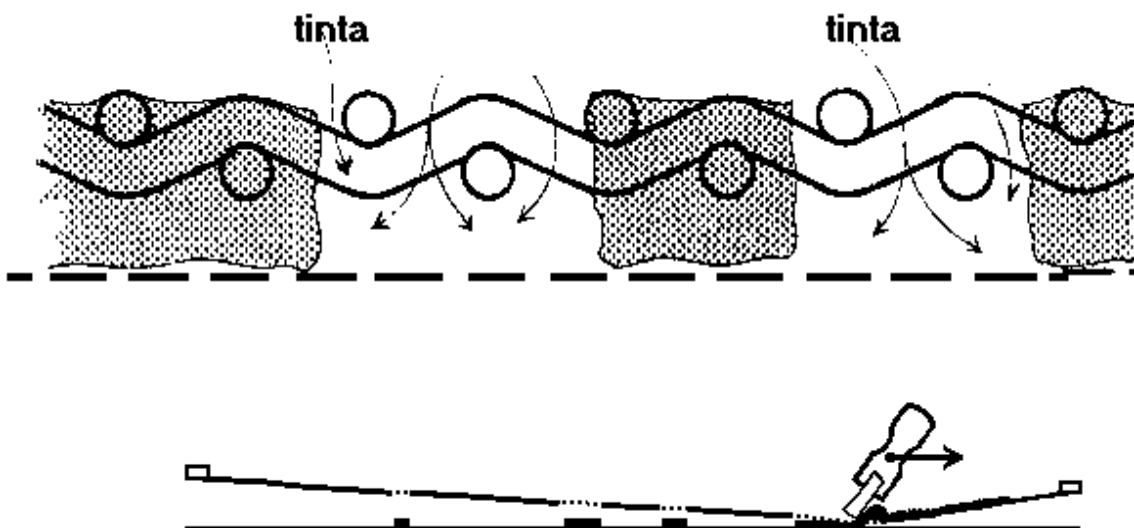
Portanto, o tipo de tecido determina a quantidade de tinta a ser depositada na impressão.

Os processos de impressão definem-se pelo sistema de interação matriz-substrato e pelo sistema de transferência de tinta à matriz, conjuntamente.



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

Inicialmente a tinta é dosada pelo tecido serigráfico, a seguir ocorre a moldagem propriamente dita na cavidade do estêncil.

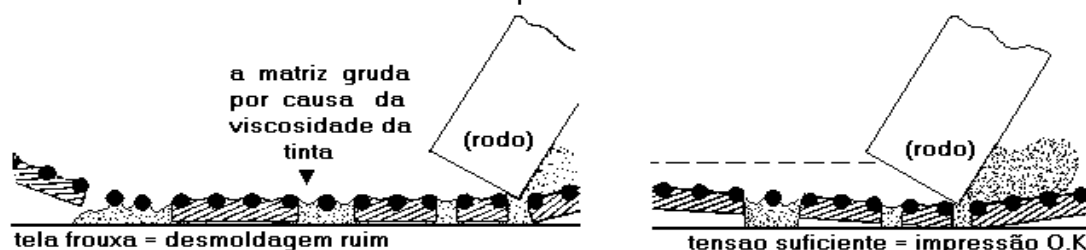




## impressão serigráfica

Quando imprimimos sobre substratos não absorventes, a viscosidade inicial das tintas utilizadas deve aumentar. Este fator introduz mais complexidade ao processo: A impressão serigráfica é, na verdade, a moldagem de uma pasta, e o estágio de desmoldagem é também importante.

A elasticidade própria dos materiais sob a forma de fios é utilizada para prover esta desmoldagem ao longo da linha formada pela borda do rodo, durante sua passagem para imprimir e através da tensão inicial dos fios, e mantendo-se a tela “fora de contato” com o material a imprimir.



Dado um material para os fios do tecido, a distância de “fora contato” em conjunto com a tensão inicial do tecido, determinarão a força latente de desmoldagem na impressão: quanto mais frouxo o tecido, maior fora-contato poderá ser necessário para desmoldar a impressão com uma mesma força e vice-versa.

A utilização de tintas menos viscosas para combater problemas de desmoldagem tem como efeito colateral uma moldagem mais pobre em qualidade.

Além de outros fatores, fora-contatos excessivos são causados de distorções na imagem, sendo útil para a boa qualidade da impressão utilizar o menor fora-contato possível.

Isto equivale a dizer que quanto mais esticada estiver a tela, tanto melhor será a qualidade de impressão.

Sendo definida a impressão serigráfica como a MOLDAGEM de uma pasta (tinta), temos algumas considerações a fazer para o entendimento e controle do processo:

- 1) O que caracteriza a moldagem da tinta é uma seqüência ordenada de atividades: posicionamento (movimento), tintagem (preenchimento), nivelamento e desmoldagem.
- 2) A principal característica da “tinta” é o fato dela estar em um estado pastoso, intermediário entre o sólido e o líquido, características de VISCOSIDADE, ou seja, resistência a fluir ou escorrer.
- 3) As duas características acima envolvem eventos dependentes do Tempo.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



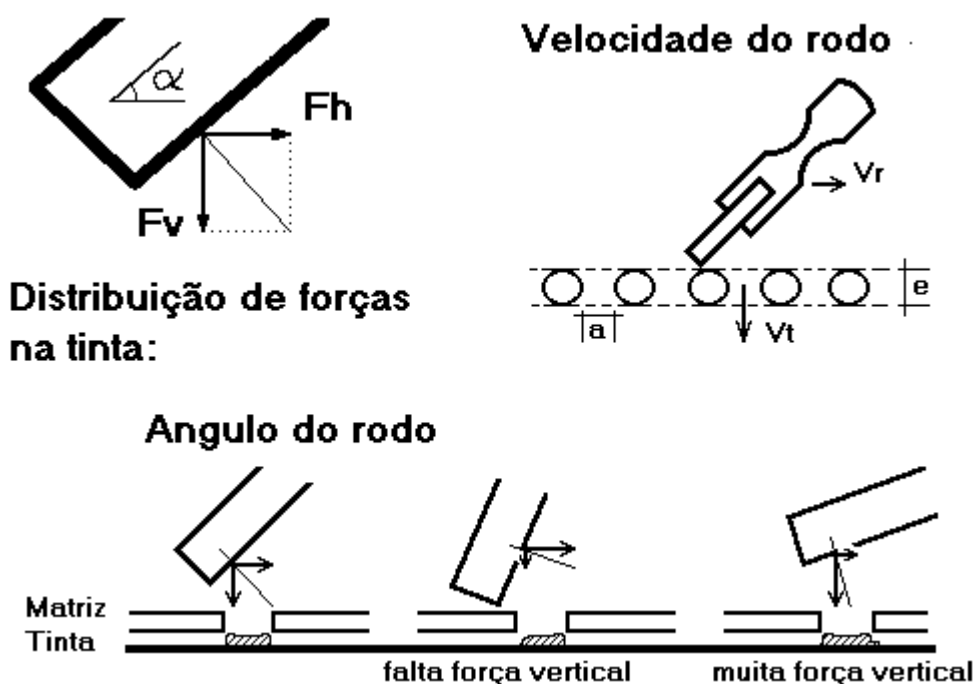
De fato, conforme a viscosidade da tinta, teremos uma resistência ou um tempo que ela demorará para atravessar as aberturas entre os fios do tecido e preencher a cavidade do estêncil. Quanto mais viscosa for a tinta, mais lenta deverá ser a passagem do rodo.

A viscosidade da tinta é importante para que, uma vez desmoldada, não haja mais fluxo ou escorrimento, o que prejudicaria a qualidade da imagem. Isto significa que quanto mais viscosa, maior a capacidade da tinta em promover uma boa impressão

## ação do rodo

As tintas de impressão em geral se comportam de uma maneira viscoelástica, ou seja, sua fluidez muda conforme a pressão que são submetidas. Esta mudança de fluidez depende também do fator tempo: quanto mais pressionadas durante mais tempo, mais fluídas se tornam, retornando após o alívio de pressão à sua viscosidade inicial.

A função do rodo é prover a pressão necessária sobre a pasta contra os fios do tecido, da mesma maneira que uma espátula aplicando massa: na direção do preenchimento da cavidade e ortogonalmente, promovendo um nivelamento da superfície. A velocidade de passagem do rodo promove grande diferença na moldagem em questão, sendo um fator da maior importância no ajuste de máquinas serigráficas ou na impressão manual.



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



consultoria-técnica-ltda  
arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

## qualidade de imagem

A qualidade da imagem pode ser medida em um fotolito, em uma matriz ou em um impresso, pelos fatores: definição, resolução e acutância.

**DEFINIÇÃO** de traçado é a referência que se faz às distorções nas linhas reproduzidas, especificamente nas bordas destas linhas. Ondulações ou serrilhados são falhas de definição.

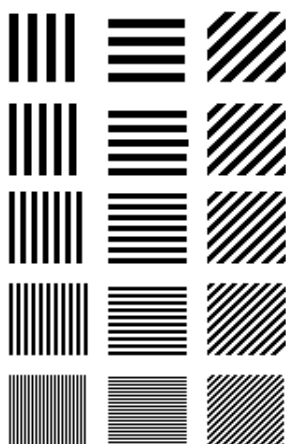
**RESOLUÇÃO** é a capacidade de reprodução de detalhes, medida em linhas por unidade linear de medida (linhas/mm, por exemplo). Detalhes muito pequenos que não foram reproduzidos são falhas de Resolução

**ACUTÂNCIA** é a qualidade do “corte” da imagem em profundidade ao longo da sua espessura. Diferenças de dimensões em vários níveis de profundidade no estêncil são chamadas falhas de acutância.

**definição**



**teste de resolução**



**acutancia**

a falta de planicidade da matriz provoca uma moldagem deficiente na impressão.



**ruim**



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

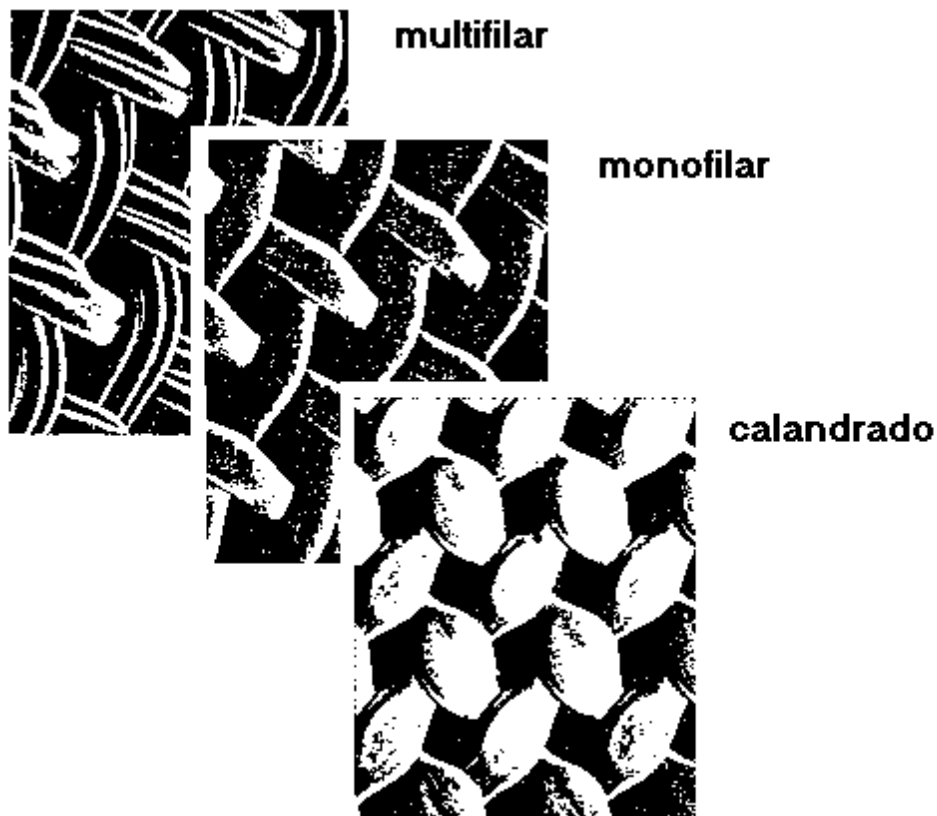


## tecidos serigráficos

O tecido serve para efetuar a dosagem da tinta sobre a área da impressão.

Obviamente, a deposição mais uniforme é obtida quando as áreas abertas entre os fios do tecido são idênticas e distribuídas em intervalos regulares. Para obtermos a mínima aderência possível da tinta ao tecido durante a impressão, facilitando assim a desmoldagem, os fios deverão ter o menor índice de atrito possível com a tinta. Isto é obtido utilizando-se tecidos monofilares, com fios de espessura constante e superfície lisa.

Ao fazer a dosagem referida da tinta, separando-a em pequenos pontos, o tecido serigráfico age ele próprio como um estêncil, à diferença que as paredes deste estêncil são cilíndricas, permitindo que a tinta “ligue os pontos” na superfície inferior do mesmo.



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## tipos de tecido

Os materiais constituintes dos fios do tecido serigráfico hoje, podem ser: aço, bronze, níquel, nylon, fibra de carbono natural ou revestida, e poliéster natural ou metalizado, sendo fios geralmente sólidos e de diâmetro constante com pequenas tolerâncias.

Tecidos com fios multifilares podem ser empregados com algum prejuízo na qualidade da impressão.

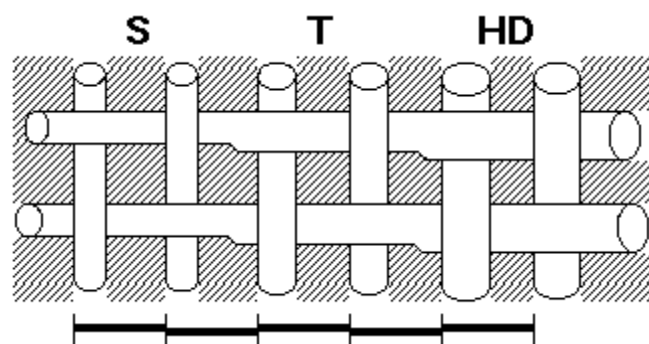
Cada material tem características próprias que os tornam mais adequados para algumas ou outras aplicações. Cada material pode ter também variações quanto à trama e tratamento que recebe durante a fabricação.

São parâmetros que interferem diretamente na impressão:

- diâmetro do fio
- quantidade de fios por unidade
- tipo de trama
- calandragem
- tensões admissíveis

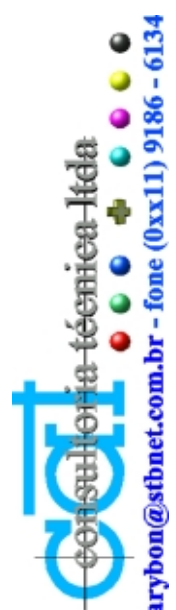
Existe para cada tipo de tecido uma quantidade mínima e uma máxima de tinta depositável, variável com o ângulo e velocidade do rodo e a viscosidade da tinta.

Existem tecidos cujos fios são achatados (calandrados) na parte destinada ao contato com o rodo, para reduzir a quantidade de tinta depositada (esta é a única propriedade útil destes tecidos).

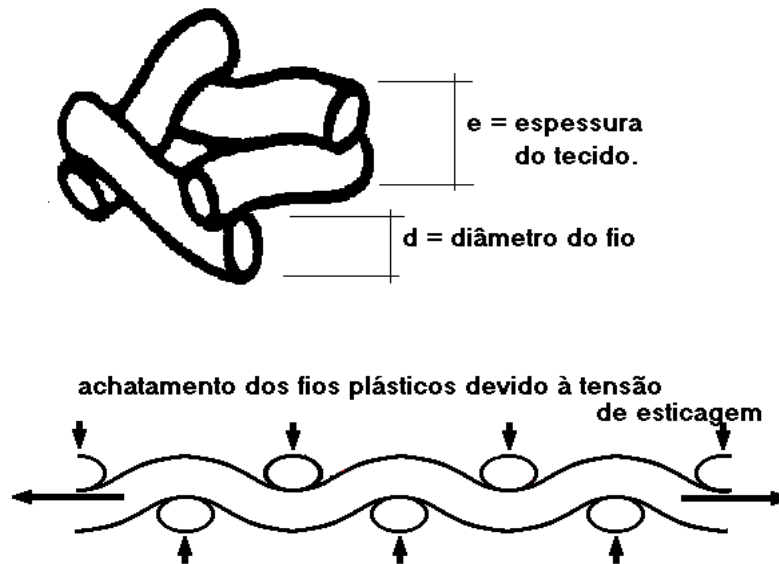


número de fios / unid. medida constante  
fios com diferentes diâmetros  
porcentagens de área aberta diferentes

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## parâmetros dos tecidos



O primeiro elemento que caracteriza um tecido é a quantidade de fios por unidade de medida considerada (por polegada ou por centímetro), a malha ou “mesh”.

O segundo fator para definir o tipo de tecido é o diâmetro dos fios utilizados.

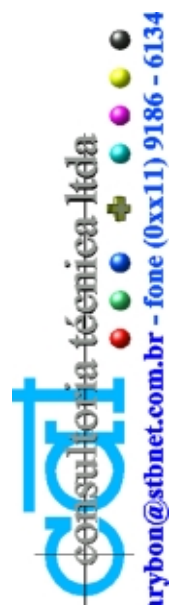
Tecidos com fios mais delgados permitem uma impressão melhor, embora sejam mais frágeis.

Tomando-se vários parâmetros dos tecidos, poderemos determinar o volume de tinta que um tecido será capaz de depositar:

Entretanto, a exatidão deste cálculo depende, além dos parâmetros do tecido, do comportamento da tinta e do modo de aplicar o rodo, e do modo como a tinta interage com o tecido na desmoldagem.

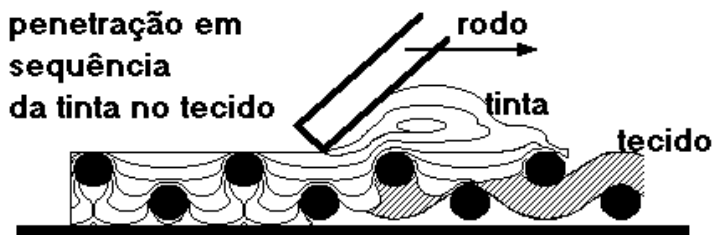
Se considerarmos somente a área aberta da malha do tecido, teremos o conceito de um volume teórico mínimo. Por outro lado, se considerarmos o volume contido em uma célula com medida igual à distância de um fio até o início de outro, (não a distância entre eles), e subtraírmos o volume ocupado pelos fios propriamente ditos, teremos o conceito de um volume teórico máximo.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

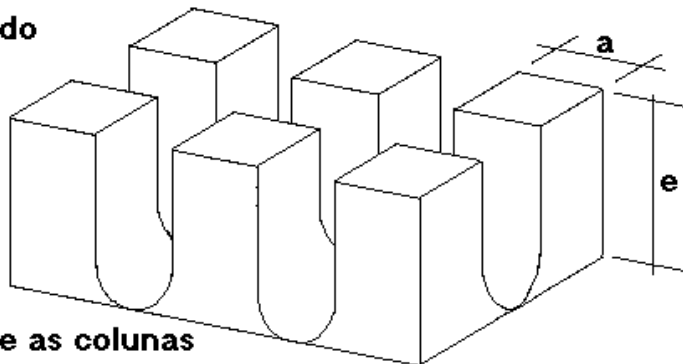


Como os fios levam consigo na desmoldagem, uma parte de tinta que está sobre os mesmos, concluímos que o volume real de tinta é um valor intermediário entre os dois volumes teóricos.

Sabemos que o tecido determina a quantidade de tinta depositada, com conjunto com a velocidade do rodo. Os fabricantes de tecidos fornecem tabelas técnicas com o volume teórico médio de tinta em micra (microns) de espessura, ou em  $\text{cm}^3/\text{m}^3$ , que coincide com o mesmo valor numérico.

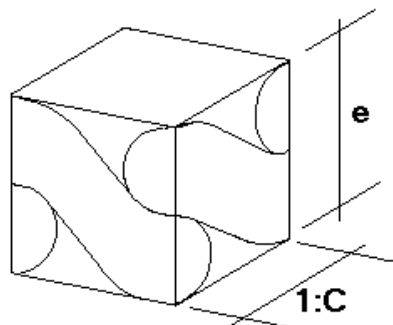


**volume mínimo depositado de tinta:**



**sómente as colunas determinadas pelo espaço entre fios e pela espessura total do tecido serigráfico**

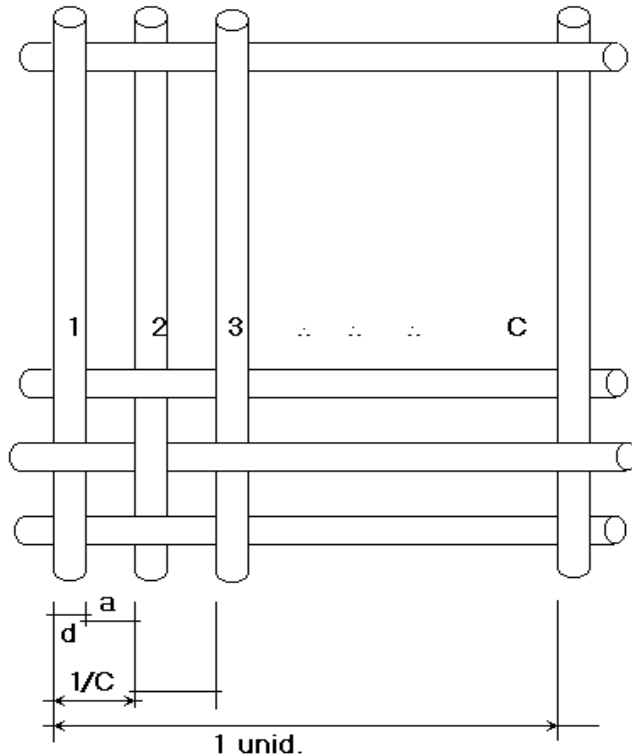
**volume máximo depositado de tinta:**



**a espessura total do tecido descontando o volume ocupado pelos fios propriamente ditos**

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





## deposição de tinta

Na verdade, a velocidade de impressão em conjunto com o tecido, fornece o volume depositado, sendo que o tecido individualmente determina um volume mínimo e um máximo.

Para calcular é necessário conhecer a quantidade de fios por unidade de medida e o diâmetro do fio.

Estes dois dados nos fornecem a espessura do tecido e a porcentagem da área aberta do mesmo.

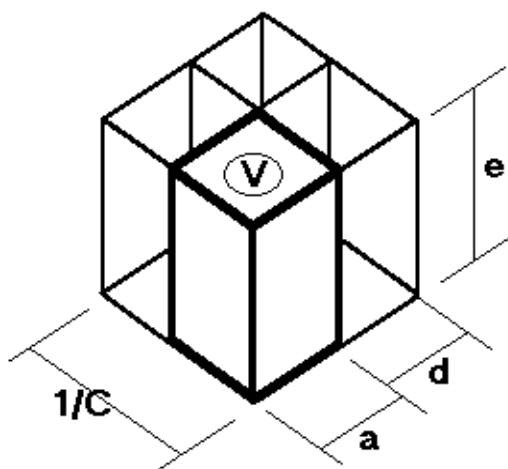
Havendo dados sobre a tinta quanto à redução de volume por eliminação do conteúdo volátil ou pela polimerização, teremos o volume final depositado após a impressão.

A impressão de materiais planos e rígidos pelo processo serigráfico se dá fora de contato entre a matriz e o substrato.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

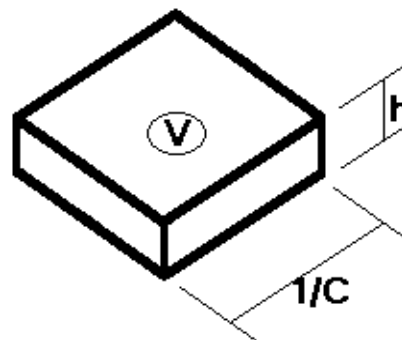




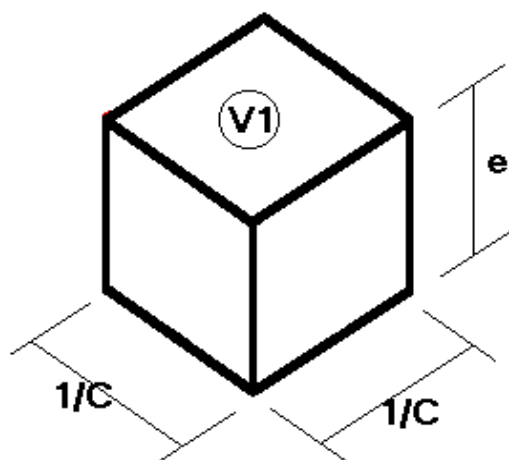


$$V = a^2 \times e = (1/C)^2 \times h$$

volume teórico mínimo



$$h = e \times (1 - C \times d)^2$$



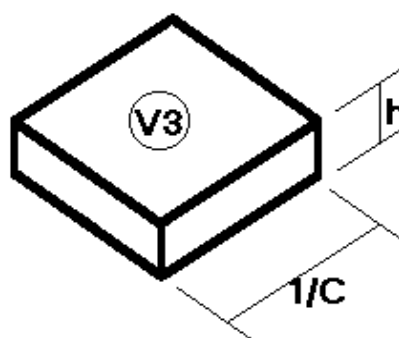
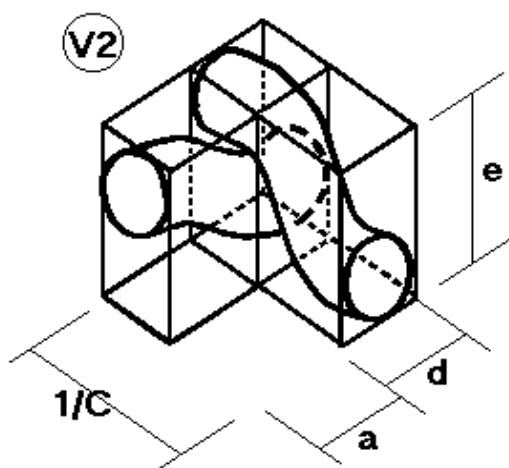
volume teórico máximo

$$V1 = (1/C)^2 \times e$$

$$V2 = 2 \times \text{Pi} \times d^2 / 4$$

$$V3 = V1 - V2$$

$$h = e - (C \times \text{Pi} \times d^2 / 2)$$



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## fora-contato na impressão

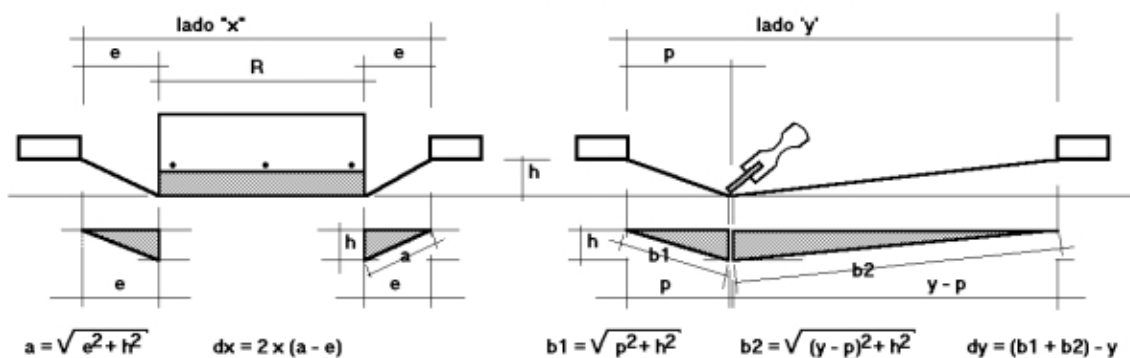
A impressão fora de contato facilita o estágio da desmoldagem, parte integrante do processo de impressão, sendo que a tensão inicial da tela supre o esforço necessário para esta desmoldagem ao longo da passagem do rodo.

O efeito colateral inevitável é a deformação da imagem transferida.

O controle é obtido desde que a deformação seja uniforme, repetitiva (consistente) e de valor desprezível para as exigências de qualidade do produto final.

A quantidade de deformação mínima pode ser calculada, dados os tamanhos do quadro, o fora-contato e o tamanho da imagem.

DEFORMAÇÃO (alongamento) DOS FIOS DO TECIDO, devido à distância de fora-contato na impressão



Como vemos, o menor fora-contato possível é altamente desejável para reduzir distorções, assim como margens para aplicação do rodo nas quatro laterais da tela.

Como já vimos, os fios do tecido são flexíveis, transmitindo essa característica ao tecido e, desde que o estêncil também o seja, permitindo a impressão fora-contato. O estêncil só toca a matriz ao longo da linha formada pela pressão do rodo durante a passagem do mesmo, e a própria tensão do tecido vence a aderência de tinta, promovendo a desmoldagem.

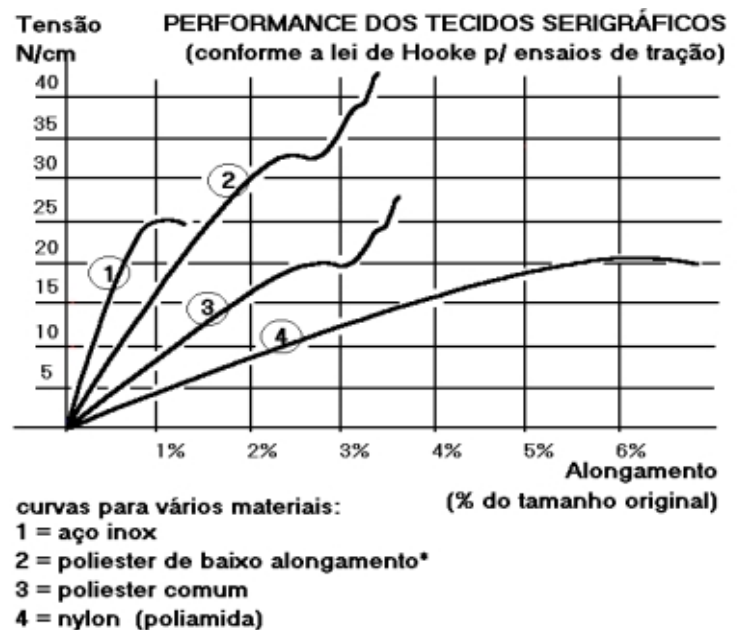
Este procedimento envolve o aumento no comprimento dos fios e o risco de introduzir distorção na imagem, se não for devidamente controlado. A menor quantidade de aumento no comprimento dos fios é altamente desejável.

O compromisso deve ser assumido entre a tensão ótima inicial do tecido na tela e o mínimo fora-contato possível na impressão.

1. Fora-contatos mais elevados promovem uma alongação maior dos fios, podendo causar distorções ou excedendo o limite de tensão suportável pelo tecido.

2. A largura e o percurso do rodo influem diretamente na alongação dos fios, com idênticas consequências ao caso acima.

3. Na produção da impressão, o controle da tensão inicial do tecido é tão importante quanto o ajuste de fora-contato e a seleção do formato da imagem em relação com o formato do quadro.



A alongação dos fios e a tensão do tecido guardam uma relação segundo o diagrama acima.

Chamaremos a tensão com a qual a tela foi colada ao bastidor (quadro) de pré-tensão.

Além da Pré-Tensão, atua sobre o tecido a tensão fornecida pelo fora-contato e ação do rodo na impressão.

A relação tração-elongação nos fios metálicos obedece a lei de Hooke: após uma certa alongação atinge-se o ponto de ruptura, após o qual a deformação deixa de ser elástica e torna-se plástica (irreversível), havendo o estrangulamento do fio e o rompimento do mesmo no ponto estrangulado.

Com o poliéster não ocorre o mesmo, porque a sua estrutura molecular não é cristalina e sim amorfa; uma vez atingido um ponto de ruptura, o fio estrangula-se e continua a se estrangular ao longo de todo o comprimento, quando então passa a se comportar de maneira elástica novamente.

Este comportamento é dependente do tempo: se a tensão for aplicada repentinamente, o afinamento poderá ser proporcionalmente grande, havendo o rompimento.

Os fios sintéticos perdem tensão na tela, porém continuam a se comportar de maneira elástica, ao contrário dos tecidos metálicos.

Os limites fornecidos pelos fabricantes de tecidos sintéticos normalmente são valores abaixo das necessidades da impressão fina, e não levam em consideração a possibilidade de uso de quadros auto-tensionantes e reajuste de tensão.

fone (0\*\*11) 539-806  
mail abraci@sti.com

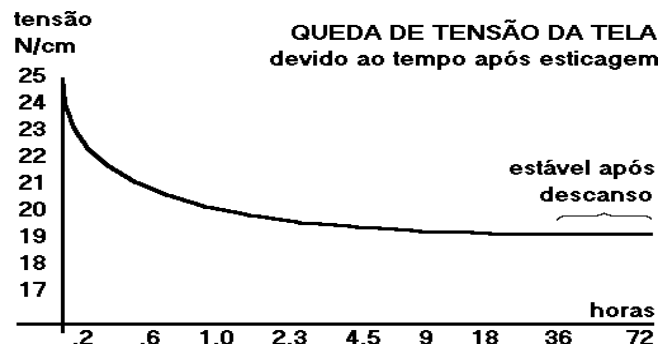


## tensão admissível no tecido

Esta pré-tensão, pela acomodação da estrutura molecular do material dos fios, se reduz ao longo do tempo e do uso da matriz.

A interferência dos fios do tecido na qualidade da imagem é um fato quantificável e não deve ser confundido com os limites de capacidade de registro fotográfico das emulsões utilizadas.

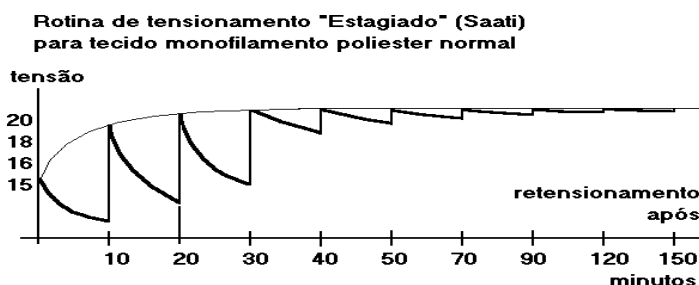
Nas primeiras horas e em descanso, o tecido perde tensão e esta perda gradativamente se reduz até uma “estabilização”. Com o uso, sob a pressão do rodo e ação do fora-contato, a tela perderá gradativamente mais tensão, até um ponto em que sua utilização não será mais possível.



As tensões admissíveis constantes nos folhetos técnicos dos fabricantes são valores médios e nem sempre são os valores ideais para certas aplicações. Entretanto, o uso de pré-tensões maiores, reduz a vida útil do tecido (a menos que seja possível retensioná-lo).

Aguardando a acomodação dos fio à tensão e retensionamento, os valores podem chegar praticamente aos mesmos oferecidos para os tecidos metálicos.

Assim, tecidos de poliéster especificados para suportar 14N/cm (Newton por centímetro) podem chegar a tensão de 25N/cm contra 24 N/cm-tensão especificados para tecidos metálicos com a mesma contagem de fios.



Perda de tensão após 72 horas = apenas 10%

### IMPORTANTE:

A tela deve ter tensão igual (uniforme) em toda a área da imagem, ou haverá deformação (crescimento) da imagem nas áreas mais frouxas.

Por esse motivo se recomenda tensionar gradualmente a tela e incrementar a tensão em estágios.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## resolução de imagem: limites do tecido

O menor espaço (área) entre áreas impressas deve ser tal que haja pelo menos dois fios (um em cada direção) sustentando o estêncil que definirá este espaço.

Convencionamos tomar a diagonal da área definida por uma contagem da malha como satisfazendo esta condição.

A menor área impressa deve ser tal que diâmetro do fio não bloqueie a passagem de tinta, além do que a tinta tenha pelo menos mais de uma

abertura de malha de área de passagem para preenchimento da cavidade-estêncil. A mínima condição para isto é tomar a diagonal do espaço tomado por dois fios da malha.

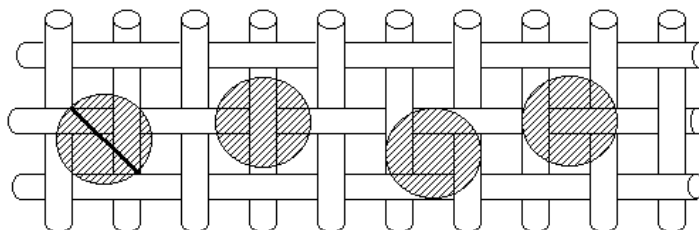
Nas interações existentes durante o processo da impressão, existem aquelas da tinta em relação ao tecido serigráfico.

Na verdade, certas tintas exigem uma seleção mais criteriosa do tipo de tecido a utilizar.

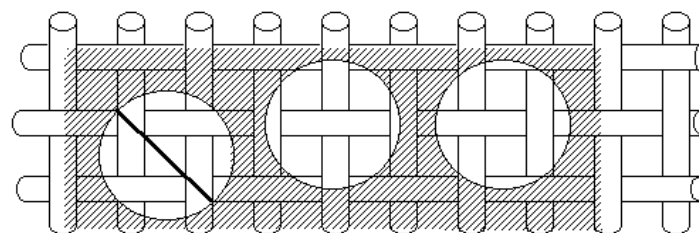
Neste ponto, diremos que há um fator limitante quanto ao tamanho do grão do pigmento da tinta, na escolha do tecido, embora não seja o único: estudaremos mais adiante outros fatores, com o comportamento funcional das tintas.

Idealmente, o tamanho do pigmento não deve ultrapassar 1/3 da medida de abertura entre dois fios contíguos da malha do tecido serigráfico. (convenção). Por exemplo, para telas até 120 fios por cm com espaço entre fios de 45 micra, o maior tamanho de pigmento não deve ultrapassar 15 micra.

limites de resolução de imagem:



$\frac{1}{C}$  menor espaço entre traços =  $\sqrt{2} / C$



$d + \frac{1}{C}$  menor traço =  $\sqrt{2} \times (1 + C \times d) / C$

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## outros tipos de tecido serigráfico

### 1. Tecido calandrado dos dois lados

Este tipo de tecido não é indicado para serigrafia, pois a tinta não flui sob os fios (achatados) na impressão de áreas chapadas.

### 2. Tecido calandrado de um lado

Os fios são achatados para tentar diminuir a espessura de tinta depositada na impressão. Esta redução ocorre efetivamente, mas é bom lembrar que os fios se alargam nos pontos achatados, diminuindo a área aberta do tecido e podendo comprometer a acurácia da imagem e a uniformidade do depósito obtido.

### 3. Tecidos metalizados

Uma camada de níquel é depositada com o objetivo de enrijecer o tecido e melhorar a estabilidade dimensional. Como vimos, se utilizados quadros auto-tensionantes e a rotina correta de tensionamento, não é necessário o enrijecimento adicional do tecido. Além disso, a presença de poeira em conjunto com umidade desintegra por oxidação a camada de níquel, bloqueando irremediavelmente áreas abertas da malha do tecido. Este tecido é, portanto, muito frágil.

### 4. Tecidos Poliéster-Carbono

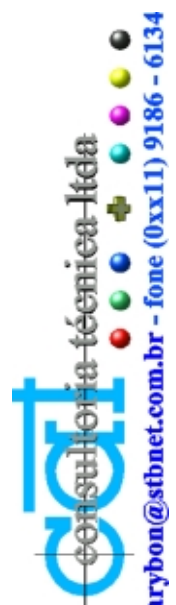
Tecidos plásticos podem atrair poeira por efeito de eletricidade estática sob o estêncil. Na impressão de substratos condutivos isto não ocorre porque estes descarregam a eletricidade gerada pelo atrito com a matriz. Na impressão de plásticos, este tipo de tecido pode ser útil. Os fios de carbono não permitem o acúmulo de cargas eletrostáticas.

Cabe como observação, o fato que os fios de carbono suportam valores de tração com limites diferentes dos de poliéster. Não há ainda estudos mais aprofundados a respeito.

### 5. Tecidos "Twill Weave" (TW)

São tecidos tramados de dois em dois fios para tentar a obtenção de maiores depósitos de tinta. O maior depósito é obtido principalmente pela irregularidade de nivelamento dos fios (de aço) no tensionamento dos mesmos e não pela trama em si. (espessura de tecidos de aço  $\geq 2x$  espessura dos fios).

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



#### 6. Não tecidos de Níquel

A possibilidade da fabricação de telas metálicas diretamente da eletro-deposição permite obter malhas com maiores porcentagens abertas, maiores espessuras e controle mais exato de espessuras a depositar.

Estes tecidos são projetados e produzidos especialmente para serigrafia, ao contrário de todas as telas para filtração usadas hoje.

#### 7. Tecidos HTLE

São tecidos com fios e técnica de tecelagem especiais para suportar elevadas tensões iniciais de esticagem (High-Tension-Low-Elongation). Alguns fabricantes utilizam fios de materiais co-extrudados para reunir o máximo de características na performance dos tecidos serigráficos.

## características dos principais tipos de tecido



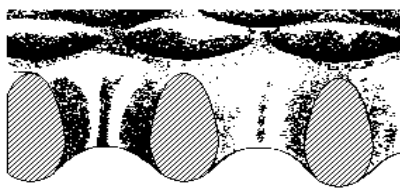
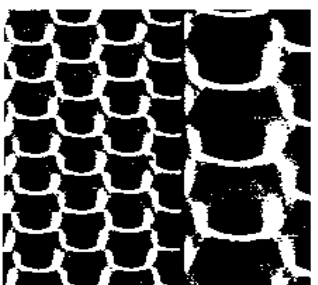
tecido monofilamento

Tecido normal monofio -  
Deposição de tinta  
conforme já visto



tecido mono. calandrado.  
(a) - lado calandrado

Tecido monofio  
Calandrado -deposição  
reduzida de tinta pela  
redução da própria  
espessura do tecido. -área  
aberta do tecido  
prejudicada pelo  
alargamento dos fios -  
"nivelamento" da tinta  
melhorado



não-tecido de níquel eletroformado

Não-tecido metálico -área  
aberta otimizada -  
"nivelamento" da tinta  
otimizado. -espessura de  
tinta com repetibilidade  
mais consistente.

## emulsões serigráficas

Emulsões serigráficas são colóides compostos de resinas aquosas que, misturadas a agentes químicos foto-iniciadores, formam a matéria-prima para a confecção do estêncil serigráfico sob a tela (chamado tela ao tecido serigráfico tensionado e fixado ao quadro). Resinas comuns para esta finalidade são o álcool e o acetato polivinílicos (PVA, PVAC), além de gelatina animal ou alguns copolímeros. São utilizados como agentes foto-iniciadores os bicromatos, os ferropirussiatos e certos diazônios.

Também se utilizam corantes adicionados às emulsões que oferecem ao estêncil resistência química aos solventes utilizados com certas tintas, ou na limpeza da tela. As emulsões são apresentadas comercialmente sob forma líquida ou em folhas de espessura constante (em “filme”), pré-sensibilizadas ou não.

Os pontos a serem controlados para a qualidade da matriz serigráfica no que diz respeito ao estêncil, são: espessura total do estêncil, inclusive o tecido, qualidade fotográfica obtida no plano (resolução) e em profundidade (acutância), planicidade do estêncil, resistência química do estêncil; o que implicará no uso de certas técnicas ao fotografar uma matriz.

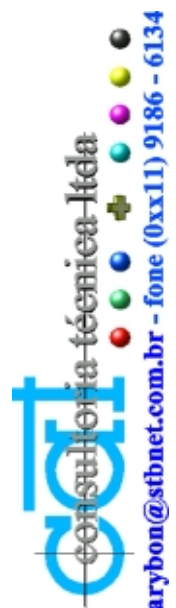
A exposição fotográfica da emulsão é feita através de um filme gráfico de alto contraste e opacidade com a imagem original a reproduzir, em contato íntimo com a mesma (fotolito).

Idealmente, as áreas opacas do filme gráfico (fotolito ou “phototool”) não deveriam permitir a passagem de nenhuma radiação na faixa de sensibilidade das emulsões. Nas áreas transparentes, os fotolitos bloqueiam cerca de 1,0% da energia, dado um fluxo energético de aproximadamente 40 mJ/cm<sup>2</sup> min. (Lâmpada vapor de mercúrio normal para exposição, 2000 watts, a 1,0m de distância; miliJoules por centímetro quadrado minutos)

A sensibilidade fotográfica das emulsões se encontra na faixa do ultra-violeta próximo (UV-A) e a energia radiante é medida em faixas específicas do espectro, em milijoules por centímetro quadrado (mJ/cm<sup>2</sup>), sendo que 01 joule equivale a 01 watt.segundo.

O instrumento para a medida é o radiômetro integrador, que vai somando a energia recebida no sensor durante todo o tempo da exposição.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





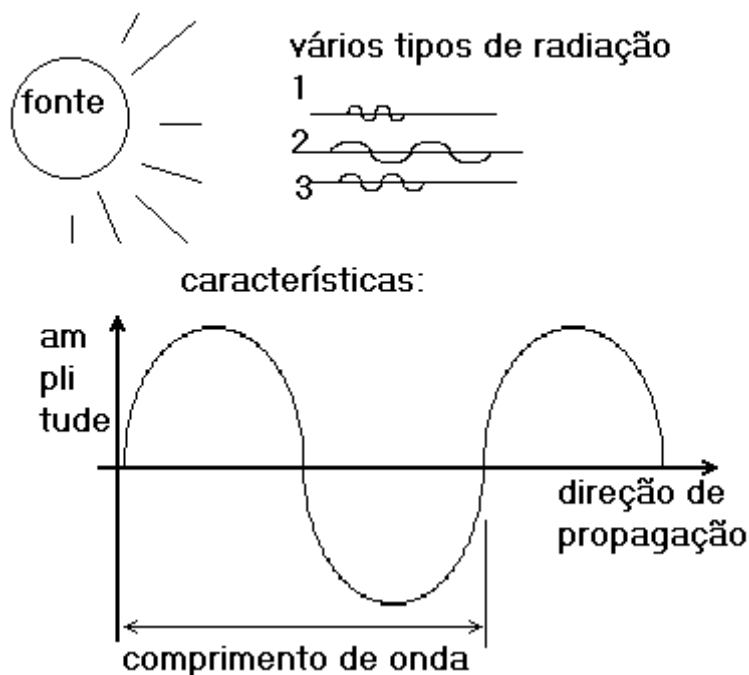
## energia eletromagnética

É dito que as emulsões serigráficas são “sensíveis à luz” ou “fotossensíveis na faixa de Ultra Violeta”. Mais corretamente, deveríamos dizer que a emulsão é sensível a radiação ou energia eletromagnética em certa faixa de comprimento de onda.

A energia eletromagnética tem como propriedades:

1. É irradiada a partir de uma fonte de todas as direções.
2. Não requer substância portadora (propaga-se no vácuo) e pode atravessar várias substâncias.
3. Tem velocidade de propagação que se reduz conforme a densidade da substância que atravessa.
4. A propagação ocorre em linha reta.
5. Propaga-se de forma pulsante
6. Sua energia é transmitida para as substâncias na proporção da densidade destas e da forma específica das pulsações.

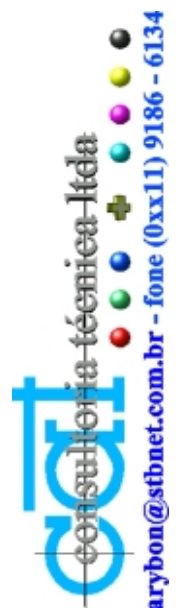
### Ondas: energia eletromagnética



A luz é um caso particular de energia eletromagnética.

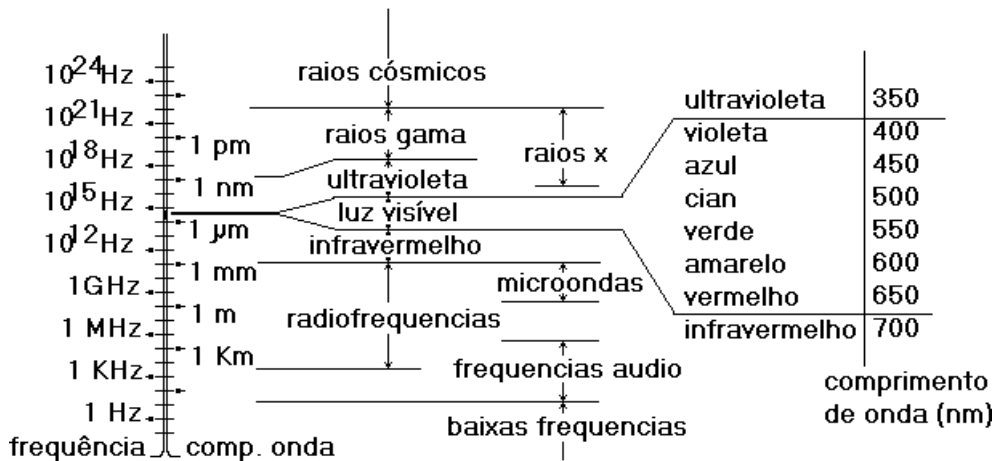
As particularidades que caracterizam os tipos de energia eletromagnética dizem respeito especificamente às variações na pulsação que mencionamos. Tomando-se uma trajetória isolada de propagação de energia, vemos que, dada sua velocidade, há um espaço de certo comprimento para que o espaço pulsante se repita. Chamamos este espaço de “comprimento de onda”.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



A luz, como nossos olhos percebem, é a faixa de energia eletromagnética com comprimentos de onda de 400 a 700 nanômetros (1 nanometro = 10<sup>-9</sup> metros).

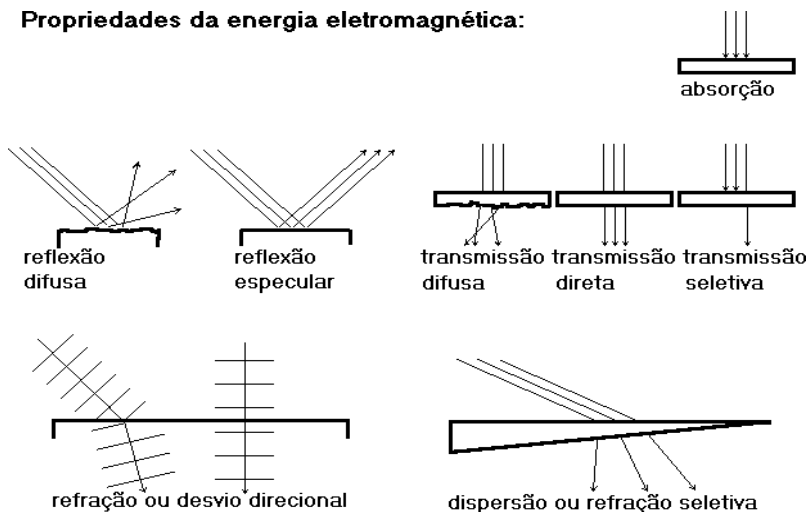
**Espectro Eletromagnético**



A energia eletromagnética pode ser alterada de várias maneiras quando incide sobre a superfície de certas substâncias:

1. Absorção ou conversão do comprimento de onda.
2. Reflexão especular ou desvio de volta para o meio original em uma direção.
3. Reflexão difusa ou desvio de volta para o meio original em várias direções.
4. Refração ou desvio direcional dentro da substância.
5. Transmissão ou passagem através da substância com desvio direcional ou não. (Obs: transmissão seletiva é transmissão acompanhada de absorção).

**Propriedades da energia eletromagnética:**

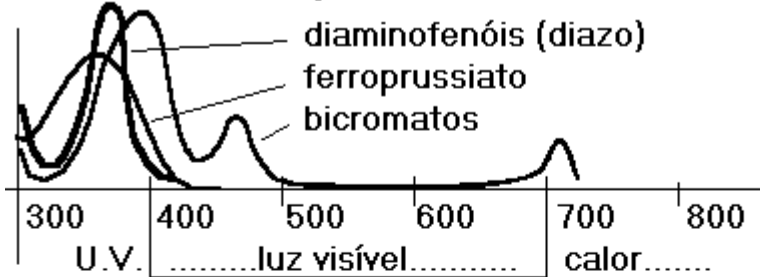


fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

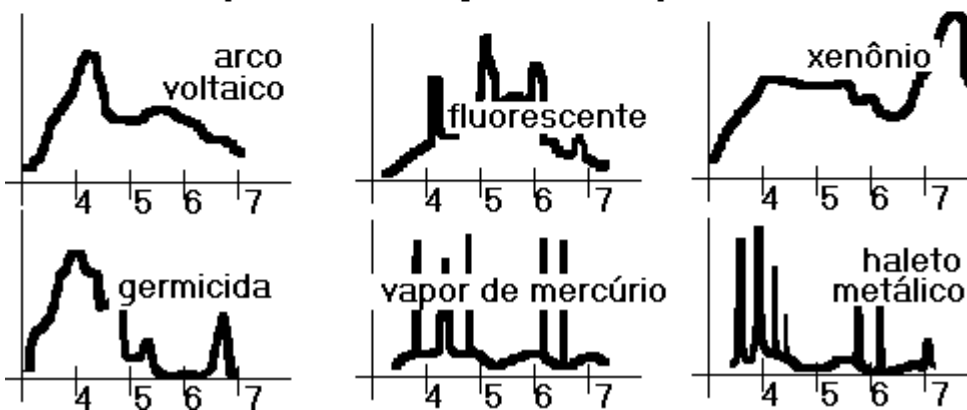


## sensibilidade fotográfica

### sensibilidade espectral dos sensibilizantes



### emissão espectral de algumas lâmpadas



A emissão das lâmpadas geralmente se dá ao longo de maior faixa do espectro eletromagnético do que a faixa de sensibilidade das emulsões.

A “sensibilidade” de um material a certos tipos de energia eletromagnética depende exatamente destes parâmetros. Assim, para captar (absorver) ondas de rádio, é necessário utilizar antenas de certos materiais com tamanho e forma adequados para o comprimento de onda do rádio; para captar a luz em seus vários comprimentos de onda, são necessários vários tipos de células que funcionam como antenas na retina de nossos olhos, e assim por diante. Esta energia, absorvida, é convertida em outras formas de energia elétrica e sonora no caso do rádio, elétrica e “química” no caso de nossos olhos, e “química” (encadeamento molecular) no caso dos fotoiniciadores utilizados nas emulsões de serigrafia.

Se uma dada emulsão requer, por exemplo, 300 mJ de exposição, basta saber quanta energia uma lâmpada emite a certa distância durante certo tempo.

(Obs: O ozônio é opaco (absorve) à energia ultra violeta)

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

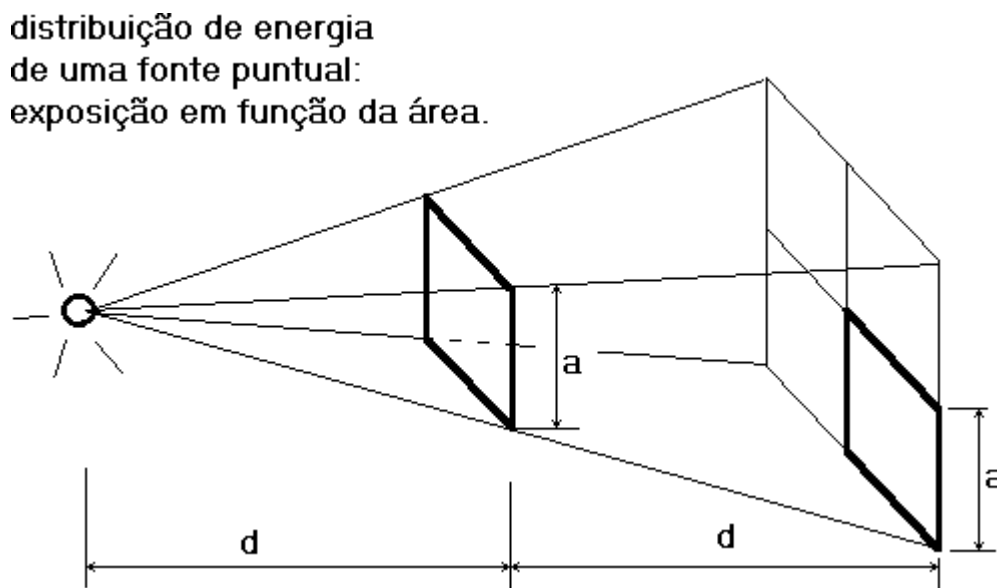


## intensidade em função da distância

Considerando-se uma fonte energética puntual (sem dimensão), ela envia energia igualmente em todas as direções e somente uma certa quantidade atinge a área que desejamos expor.

Desta maneira, para a utilização de uma certa área a certa distância da fonte, a quantidade de energia será o fluxo contido dentro de uma pirâmide com vértice na fonte e base no formato desta área. Se aumentarmos a distância, temos que contar com o fato que para a mesma quantidade de energia (a mesma pirâmide), a base aumenta de tamanho, ou seja, a mesma quantidade de energia é distribuída por uma área maior, ou seja, haverá menos energia por unidade de área exposta.

Calculando geometricamente a variação de energia, temos que:



O tempo de exposição deverá variar conforme o quadrado da distância considerada.

$$T_1 / T_2 = (d_1)^2 / (d_2)^2$$

Esta equação não é exata para fontes com refletor e, além disto, a potência da lâmpada varia ao longo de sua vida útil.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



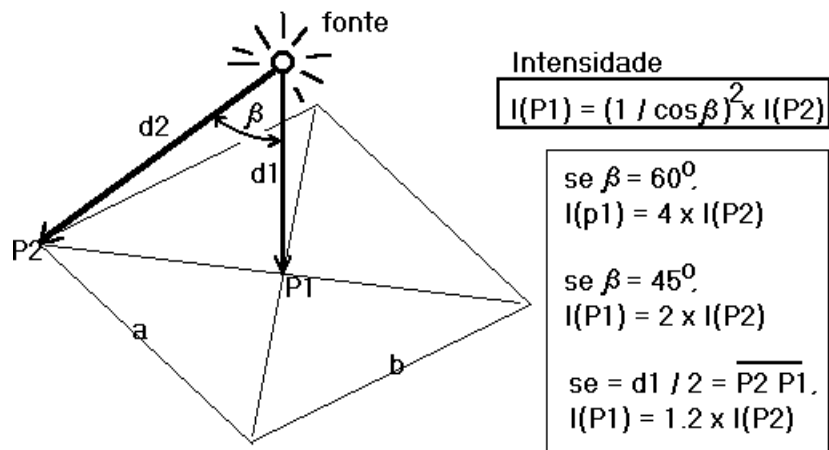
## distância em função do formato

Da mesma maneira como a intensidade depende da distância, a superfície que expomos, sendo plana, terá diferentes distâncias e intensidades de energia no centro e nas bordas.

A variação de energia se dá pela equação:  $I_1 = 1 / \cos B^{**} \times I_2$  ; sendo I a intensidade e B o ângulo entre os pontos para a medição a partir da fonte.

A exposição é, por definição, intensidade multiplicada pelo tempo. Há um limite mínimo de distância a ser observado para obter uniformidade de exposição e que variam com o tamanho da tela a ser exposta. Este limite é aproximadamente igual à diagonal da tela a expor, conforme exemplo adiante:

Variação da intensidade ao longo da área exposta em função da distância (fonte puntual)



Se B tiver 60 .o, a intensidade nas bordas será:  $I_{centro} = 1 / (\cos 60)^{**} \times I_{borda}$  ; ou  $I_c = 4 \times I_b$  (quatro vezes a intensidade)

Se B tiver 45 .o, a intensidade nas bordas será:  $c = 2 \times I_b$  (duas vezes a intensidade)

Se B tiver 30 .o, a intensidade nas bordas será:  $I_c = 0,76 \times I_b$  (24% de perda nas bordas)

Se B tiver 20 .o, a intensidade será:  $I_c = 0,88 \times I_b$  (12% de perda nas bordas)

Se a distância for igual à diagonal do maior quadro utilizado, então  $B = \arctan 0,5$ , ou seja,  $B = 26.034'$ , o que nos dá  $I_c = 0,80 \times I_b$  - (20% de perda nas bordas).

Com o uso de refletores nas fontes de luz, estas perdas são atenuadas. A distância ideal é tida sempre como a diagonal do maior quadro, devendo ser maior no caso de fontes puntuais.

O trabalho efetuado com a lâmpada fixada em uma só posição nos garante um menor número de variáveis no processo e uma muito maior consistência de resultados.

fone (0\*\*11) 539-8066  
 mail abraci@sti.com.br



## nitidez em função da distância

Fontes com refletor não podem ser utilizadas muito próximas da prensa de contato, na razão direta da espessura da emulsão empregada.

O grau de indefinição causado por um refletor muito próximo pode ser medido:

Perda de resolução devida à relação entre tamanho e distância da fonte (c/ refletor):

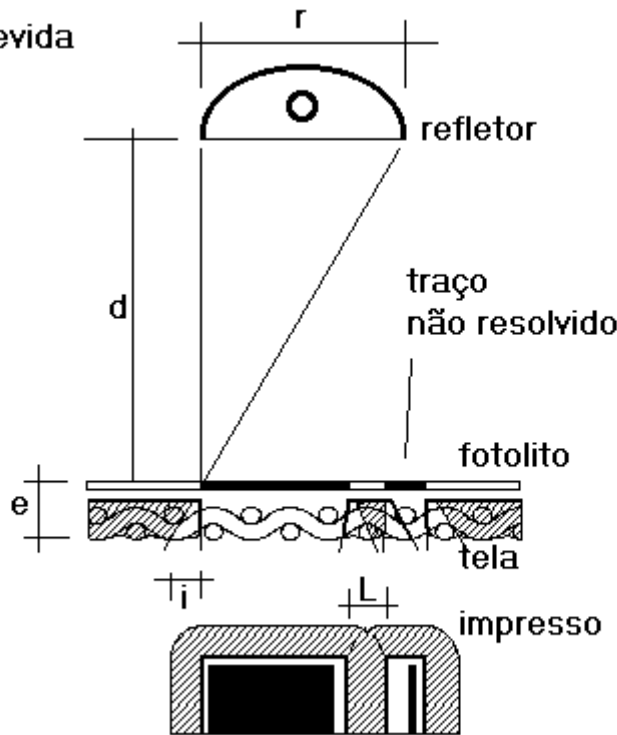
indefinição  

$$i = e \times r / d$$

limite de resolução  

$$L \cong 2 \times i$$

$r$  = tamanho refletor  
 $d$  = distância  
 $e$  = espessura



Tanto o tamanho do refletor quanto a distancia ao fotolito interferem na nitidez (resolução) da imagem. A relação demonstrada é o teorema de Tales, da proporção de medidas de triângulos formados por duas paralelas cortadas por duas transversais. O princípio aplica-se também a fontes expositoras do tipo "baterias de lampadas fluorescentes", que não permite a reprodução de detalhes pequenos.

Para impressão em geral, a medida da indefinição não será crítica, exceto para reprodução de tons (quadricromia) e aplicações de Thick Film (eletrônica) onde o "corte" da emulsão deverá ser o mais perfeito possível.

fone (0\*\*11) 539-8066  
 mail abraci@sti.com.br



## espessura de emulsão

Como todos os fotopolímeros, as emulsões serigráficas ao receberem radiação eletromagnética, começam a absorver esta radiação, transportando esta energia para as moléculas de seus componentes químicos, fazendo com que estas se liguem formando um composto com características físico-químicas diferentes daquelas originais.

A característica que nos interessa é a “insolubilização parcial”, ou seja, o fato que as áreas expostas tornam-se menos solúveis a certos solventes, especificamente à água. Esta “insolubilização” ocorre em função do tempo de exposição direcionalmente e em profundidade na emulsão. Quanto mais espesso for o filme de emulsão aplicado, tanto maior será o tempo de exposição necessário para promover a característica de “insolubilização” até o nível dos fios do tecido.

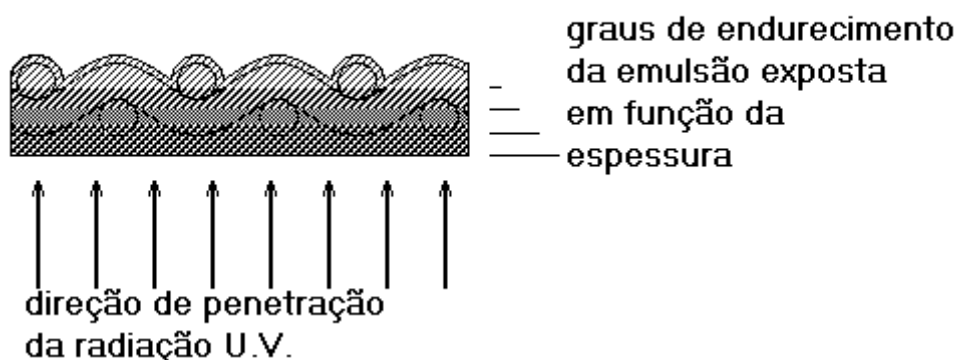
Certos corantes empregados na fabricação de emulsões podem fazer com que o tempo de exposição para espessuras maiores fique muitas vezes maior.

As emulsões podem ser apresentadas em estado líquido ou em filme seco com espessura constante ajustada de fábrica. A espessura final de impressão é determinada pelo tecido e nas bordas da imagem, por este mais a espessura da emulsão sob os fios.

No caso de emulsões líquidas, é conveniente utilizar no mínimo uma camada de 1/3 da espessura do tecido para obter planicidade na face inferior do estêncil.

A espessura final do estêncil sob os fios não pode ser exagerada pois a impressão ficará mais crítica com a cavidade cada vez maior em volume.

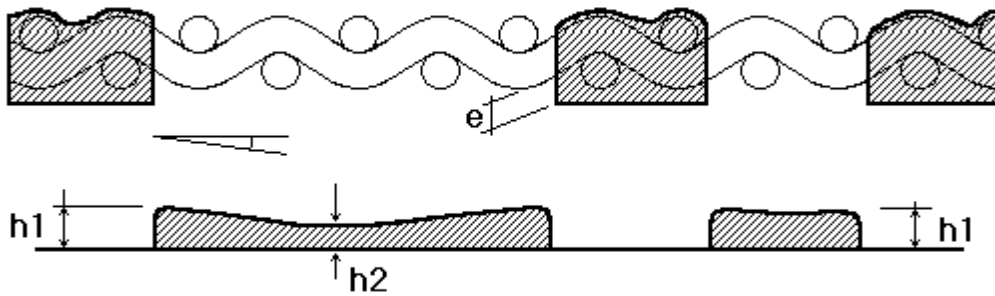
### Polimerização da emulsão serigráfica na exposição



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



Variação do volume de tinta depositada em função da espessura do estêncil:



$h2 = \text{espessura determinada pelo tecido serigráfico}$   
 $h1 = h2 + e$

Ainda quanto à espessura do estêncil, deve ser lembrado o fato de que esta determina (conjuntamente com a espessura do tecido), a espessura da tinta nas bordas da imagem. + medida que a área de uma mancha impressa aumenta, tanto mais delgada será a camada na parte central da mancha. Isto ocorre por efeito da flexibilidade própria do tecido e do rodo.

As especificações de qualidade para o estêncil dependerão muito do tipo de pasta a ser utilizada como tinta, da interação desta com o substrato, da velocidade de impressão requerida e do ajuste fino da quantidade de tinta a depositar, além dos parâmetros físico-químicos inerentes à tinta e à emulsão utilizada para produzir este estêncil.

Fatores que interferem na qualidade da imagem são vários, mas atacando os problemas de acutância (na matriz), automaticamente os demais tendem a se corrigirem por si. O uso de tecido amarelo torna as variações no tempo de exposição menos críticas para a acutância do estêncil.

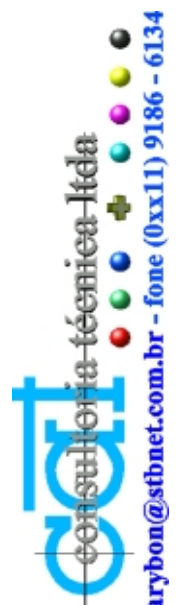
Tempos de revelação mais curtos com a ação mecânica de água pressurizada tornam o estêncil mais resistente e a acutância melhor. Para a maioria das emulsões, a pressão da água pode ser da ordem de 5 Kg/cm<sup>2</sup> utilizando jato em leque sólido de 60 graus.

Espessuras controladas e exposições ajustadas tornam o estêncil mais plano e a acutância melhor.

Fotolitos bons (com boa acutância e alto Dmax) tornam o tempo de exposição menos crítico e produzem imagens com melhor definição, resolução e acutância.

A espessura de emulsão aplicada a uma tela destina-se a obter um estencil plano. A quantidade necessária depende do "teor de sólidos" desta emulsão: quanto maior, menos camadas necessárias para ficar plana sobre os fios do tecido.

fone (0\*\*11) 539-8066  
 mail abraci@sti.com.br





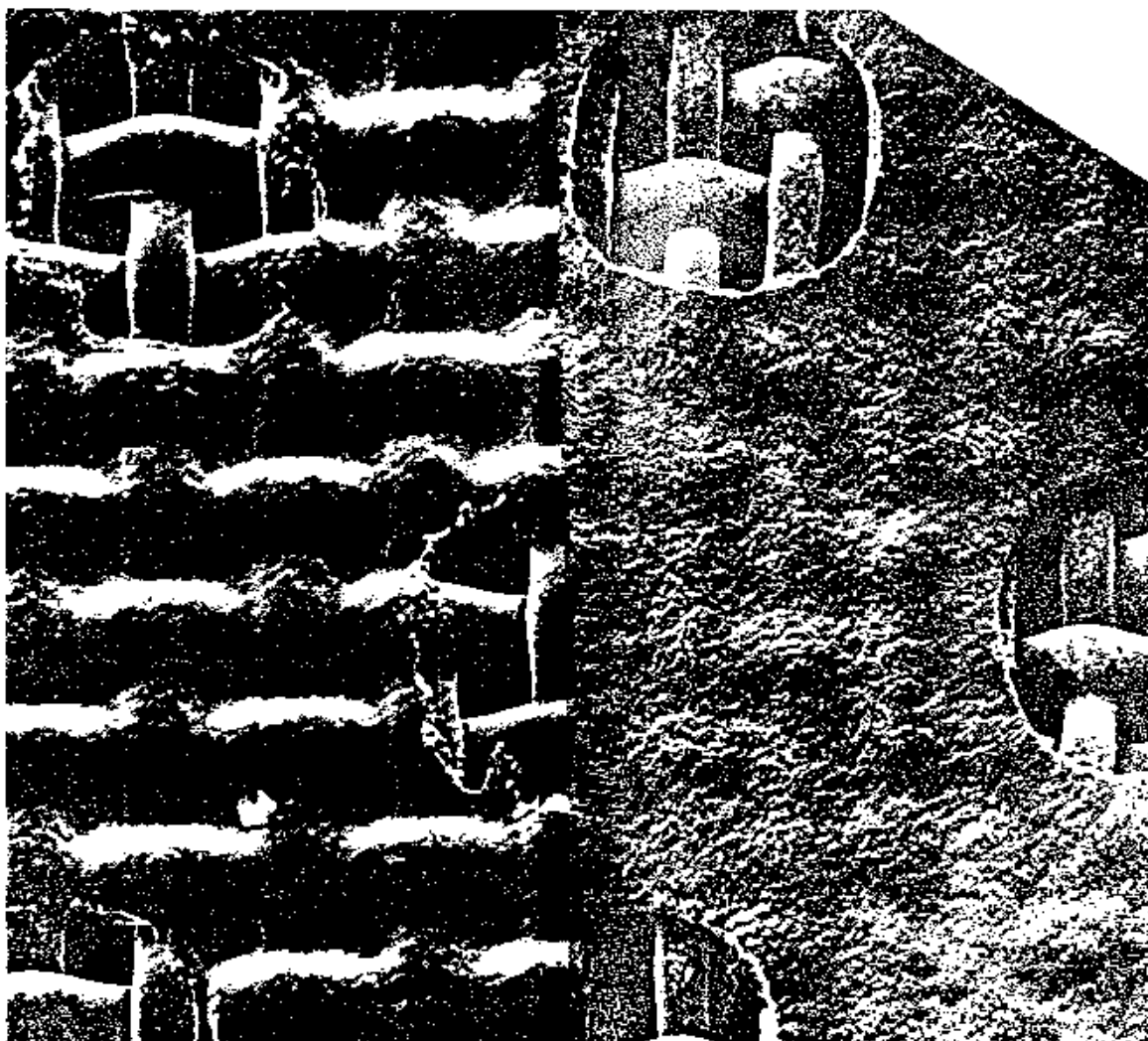
No exemplo das fotos, vemos de que forma a espessura de emulsão do estêncil interfere na acutância obtida.

Como o estêncil deve ser um molde perfeito, é necessário que a face inferior deste seja plana e que hajam "paredes" para conter o fluxo de tinta durante a impressão. Em outras palavras, o estêncil deve atuar como uma "gaxeta" que impede o fluxo de tinta para além dos limites que determinam as bordas de imagem.

A foto da esquerda mostra um estêncil que não produzirá bons resultados de impressão.

Além da espessura, como mencionamos, a obtenção de resultados como o da foto da direita depende da exposição correta, do fotolito de boa qualidade, do tipo correto de lâmpada expositora, do uso de emulsão de qualidade suficiente.

A inspeção da matriz deve ser feita com ampliação visual de 50 a 100 vêzes, para uma perfeita avaliação destas características.



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

consultoria técnica ltda  
arybon@sfbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

## fotolitos- densidade óptica

A imagem é formada na matriz através da exposição seletiva de áreas da emulsão à radiação. As propriedades da energia eletromagnética ocorrem simultaneamente e em certas proporções, conforme os materiais que atravessa ou entra em contato.

Desta forma, a absorção absoluta não existe, embora para efeitos práticos contamos com áreas “não expostas” através do bloqueio da radiação pelas áreas negras do fotolito.

A qualidade deste fotolito em bloquear a energia radiante (o quanto bloqueia) é de fundamental importância para o processo.

Os efeitos negativos de um fotolito ruim se fazem sentir primeiro e principalmente na reprodução de traços finos: são os primeiros a apresentarem falha de opacidade (em absorção). Um fotolito ruim pode ser responsável por imagens serrilhadas.

Ajustes na exposição da tela “contornam” o problema do fotolito ruim, mas geram outros defeitos na matriz. A criticidade de especificações pode inviabilizar a produção da tela, nestes casos.

A qualidade do fotolito é medida em “Densidade” óptica. Quando a área negra do fotolito “corta” a transmissão de energia radiante em 90%, ou seja, só 10% é transmitida, é dito que tem “Densidade 1”.

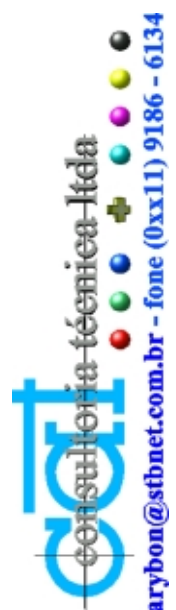
Quando somente 1% é transmitida, “Densidade 2”. Quando 0,1% da energia original é transmitida, “Densidade 3” e assim por diante.

Os filmes de prata tipo “Lito” são capazes de fornecer “Densidade 4”, desde que processados de uma maneira exata. Já os filmes tipo “RA” somente chegam até “Densidade 3”, no máximo, isto com extremo controle no processo.

Fotolitos apresentando densidades abaixo destes valores não se prestam para serviços de precisão.

Na passagem da área de máxima densidade para a de mínima densidade (do preto para o transparente), sempre há um espaço com densidade intermediária, devido a limites de capacidade (de Acutância) da emulsão ou do processamento incorreto. Para reprodução de precisão, este espaço não pode ultrapassar 2,5 micra (microns) de largura (equivalente a 5% da largura de um traço de 0,1mm, 2,5% de cada lado).

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## sistemas de emulsionamento

Quanto ao método de aplicação, as emulsões podem ser classificadas em:

- processo direto de aplicação
- processo indireto de aplicação
- processo combinado de aplicação

Quanto ao material constituinte, podem ser classificados em:

- PVA - PVAC (álcool e acetato polivinílicos);
- copolímeros solúveis em água;
- gelatina animal

Quanto aos elementos fotoiniciadores utilizados, podem ser os seguintes:

- vários bicromatos;
- ferroprussiatos;
- compostos diaminofenólicos (diazos);
- resinas autopolimerizáveis (fotopolímeros puros).

As emulsões à base de fotopolímeros são as que rendem melhor acutância (ou “corte”).

As emulsões sensibilizadas com bicromatos degeneram-se com o tempo, ou melhor, “reagem” no escuro.

As emulsões sensibilizadas com ferroprussiatos regeneram-se com o tempo, ou seja, a reação se reverte se não houver processamento logo.

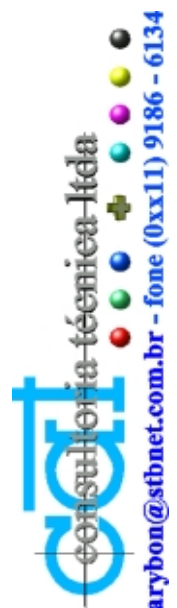
As emulsões sensibilizadas a diazo são menos sensíveis fotograficamente, porém mais estáveis que as demais.

Processo direto é aquele em que a emulsão é fornecida em estado líquido e a tela emulsionada é exposta.

Processo indireto é aquele em que a emulsão é fornecida seca, com espessura constante e é exposta e processada antes da colagem à tela.

No processo combinado, a emulsão é fornecida seca, com espessura constante, e é colada à tela com água ou com emulsão líquida para depois ser exposta e processada.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



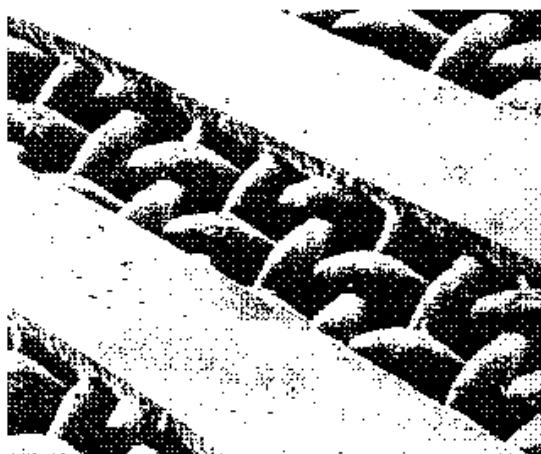
## escolha de um sistema

A escolha do sistema ideal depende muito da infra-estrutura do usuário ou do laboratório serigráfico. Não existe “o melhor” sistema, mas sim o mais adequado conforme as especificações e facilidades existentes.

Para quem possui uma emulsionadora automática, o uso de processo indireto se restringirá à obtenção de estênceis ultra delgados, com perfeita planicidade. (O processo direto não permite camadas delgadas com boa planicidade).

Em outros casos, a simplicidade a rapidez do processo combinado podem suplantar o alto custo relativo deste material.

Cada caso exige cuidados especiais e cada sistema deve apresentar os mesmos quesitos de qualidade, embora notadamente a durabilidade da matriz seja diferente para cada sistema.



## parâmetros

- Resolução mínima
- Especificação de espessuras
- Resistência química a solventes
- “Bridging” (especif. para contagem de fios)

## outros tipos

Existem matrizes cujo estêncil é constituído de uma lâmina de níquel metalizado galvanicamente a uma tela de tecido sintético. Em aplicações normais de serigrafia, as bordas do estêncil são constituídas de um lençol de borracha para restituir a flexibilidade à matriz serigráfica. Existem também máquinas projetadas especificamente para o uso deste tipo de estêncil.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## quadros

A função do bastidor, caixilho ou quadro serigráfico é suportar o tecido serigráfico sob tensão, permitindo ao mesmo tempo o manuseio e repetibilidade de posição da impressão (registro).

Estando esticado, o tecido faz a dosagem da tinta de forma conveniente e permitindo a impressão fora de contato com o substrato a imprimir. Portanto, alguns pontos ficam evidentes quanto à performance desejável de um quadro serigráfico.

1. Rigidez - não deve sofrer deformações significativas sob efeito da tensão do tecido ou variações climáticas.
2. Peso - o manuseio deve ser facilitado na medida do possível.
3. Planicidade - o ajuste exato de fora-contato depende desta característica, bem como a uniformidade de esforços sofridos pelo tecido durante a impressão.
4. Formato x Materiais - o compromisso entre as características anteriores e as dimensões físicas podem requerer diferentes materiais constituintes.
5. Resistência Química - o material ou o acabamento do quadro, bem como a cola ou materiais de vedação utilizados no quadro devem suportar a ação dos solventes presentes nas tintas ou materiais utilizados para a limpeza ou reciclagem da matriz.

Os materiais constituintes podem variar para poder atender as características acima, por exemplo variações de dimensões: um quadro de madeira de pequeno formato oferece melhor estabilidade inicialmente do que um de dimensões maiores, mesmo com o aumento da secção utilizada.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## especificações

Na elaboração das especificações, deve-se considerar: Dimensões, material e construção.

QUADROS DE MADEIRA são leves, resistentes e se prestam para serviços que não requerem grande qualidade. Altas tensões, estabilidade dimensional sob calor e umidade, resistência aos esforços próprios do processo, são fatores severamente limitados com o uso de quadros de madeira

ALUMÍNIO FUNDIDO - quadros feitos deste material são largamente utilizados em micro impressões serigráficas como os conhecidos "Thick Film Hybrid Components" de eletrônica. Apesar da enorme estabilidade dimensional, não é viável para médios e grandes formatos pelo seu peso (acima de 0,40 x 0,40 m).

PERFILADOS DE AÇO - são muito utilizados quadros deste material para grandes formatos (acima de 1,0 x 1,5 m). Para formatos menores, não se consegue obter uma boa relação de resistência mecânica x peso do quadro.

PERFILADOS DE ALUMÍNIO - são os mais largamente utilizados para médios formatos (até 1,5 m), sendo que começam a ser utilizados para grandes formatos. Quadros deste material são bastante leves, e para um dimensionamento atendendo a resistência mecânica, há perfis com várias espessuras de parede e dimensões físicas. Usualmente, quadros com 50 x 70 cm e acima devem ter perfis de no mínimo 4 cm e paredes a partir de 3 mm de espessura.

PERFILADOS DE MAGNÉSIO - ainda não utilizados no Brasil

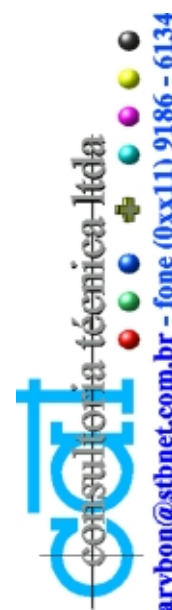
PERFILADOS DE FIBRA DE VIDRO-EPOXI - ainda não utilizados no Brasil para quadros serigráficos.

Quanto às dimensões do quadro, devem preferivelmente serem padronizados para cada usuário, com área máxima de imagem igual a 1/4 da área total interna do quadro.

A construção do quadro deve atender às especificações do sistema de esticagem (auto-tensionantes) e da resistência aos esforços causados pelo tecido e pelo uso, principalmente quanto às juntas utilizadas.

A melhor performance de um quadro para serigrafia é obtida com juntas soldadas.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## esforços mecânicos

A tensão do tecido provoca cargas a serem suportadas pelo perfil propriamente dito e pelas juntas do quadro.

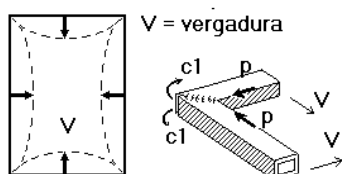
Os esforços de vergadura devem ser suportados pela largura do perfil em relação ao plano da tela. Quanto maior for a dimensão do quadro, tanto mais largo deve ser o perfil.

Quadros de alumínio acima de 70 cm devem ter perfis mais largos do que 4,0cm para não vergarem sob ação da tensão no tecido.

Para que o perfil não fique torcido sob ação da tensão no tecido, as paredes do perfil perpendiculares ao plano do tecido devem ter espessura suficiente, além da junta do quadro ser firme.

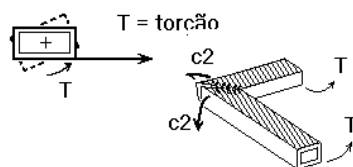
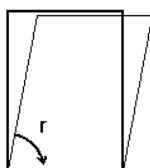
Quadros de alumínio acima de 70 cm devem ter perfis com parede perpendicular ao plano da tela de no mínimo 4mm de espessura.

### ESFORÇOS causados pelo tecido esticado ao quadro

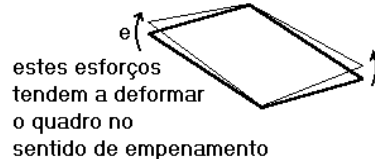


os esforços de vergadura das laterais do quadro transferem-se às juntas como esforços cortantes.

estes esforços tendem a deformar o quadro no sentido de rotação das juntas.



esforços de torção nas laterais do quadro transferem-se às juntas como esforços cortantes



estes esforços tendem a deformar o quadro no sentido de empenamento

A resistência do quadro ao esforço de torção está diretamente relacionada às medidas do perfil e à metade da largura do quadro; enquanto a resistência à flambagem ou vergadura está relacionada às

paredes do perfil, paralelas ao plano do tecido a ser esticado.

As forças de torção são transmitidas às juntas do quadro na forma de forças cortantes. As forças de vergadura são transmitidas às juntas sob a forma de forças de compressão.

Esforços não absorvidos (deformação) nas juntas refletem-se, na prática, em empenamento e rotação. A rotação ocorre quando as quatro juntas simultaneamente não absorvem esforços cortantes nas suas paredes paralelas ao tecido. O empenamento ocorre quando as juntas simultaneamente não absorvem esforços de compressão ou há vergadura (flambagem).

## esticagem

A uniformidade de esticagem do tecido é fator de extrema importância para obtermos os maiores valores de tensão global. Os diversos sistemas existentes para o tensionamento do tecido ao quadro tem vantagens e desvantagens intrínsecas.

1.esticagem manual e grampeador: não permite uniformidade de esticagem, nem uso de quadros metálicos e nem é indicado para a produção de uma serigrafia mais técnica.

2.esticagem mecânica ou pneumática por tração de guias laterais e colagem: tem a vantagem de tracionar todos os fios ao mesmo tempo e a desvantagem de solicitar mais o tecido nos cantos do quadro, exigindo perícia na sua utilização.

3.esticagem por pinças pneumáticas individuais: tem a vantagem de, apoiando-se no próprio quadro, compensar esforços de flambagem, mas a desvantagem de apresentar desuniformidade nos fios localizados entre as pinças, implicando em tensões admissíveis menores e não consistência nos valores de tensão a nível de ajuste fino, por problemas de atrito nas pistas de tração.

4.esticagem com barras e múltiplas pinças móveis lateralmente: tem a vantagem de compensar a perda de tensão entre as pinças e permitir, portanto, a esticagem de tecidos mais críticos como o aço inox. A desvantagem deste e dos sistemas anteriores é não permitir o retensionamento do tecido quando há o afrouxamento devido ao uso.

5.quadro auto-tensionante e com barras de tração: tem a vantagem de ser de fácil construção, bastando utilizar um quadro rígido e parafusos para tracionar a barra onde o tecido é fixado. Sua desvantagem principal é o peso.

6.quadro auto-tensionante com cantoneiras móveis: bastante mais leve, as próprias laterais afastam-se para tensionar o tecido. A desvantagem é a complexidade e a precisão mecânica da sua construção.

7.quadro auto-tensionante com roletes: é o melhor sistema já inventado para produção de quadros serigráficos, pois a tensão de uma das direções do tecido fornece a força de atrito necessária à junta para fixar a tensão da outra direção. Permite a maior leveza e a maior possibilidade de variação de formatos, de 10 cm a 3 metros de lado de um quadro com poucas variações de perfis necessárias.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





## sistemas

Os sistemas auto-tensionantes trazem como vantagem a possibilidade de retensionamento quando este fica frouxo pelo uso.

A desvantagem está na desuniformidade de tração sobre os fios do tecido: os cantos são muito mais solicitados, devendo haver compensação na colocação do tecido antes de iniciar a esticagem. Esticadores com pinças inteiriças trazem o mesmo problema.

Nos sistemas de pinças pneumáticas existentes no Brasil, a tensão se apresenta desuniforme no espaço entre pinças. Este fato e o pequeno diâmetro dos pistões impede o uso de tensões mais elevadas com este tipo de equipamento.

Nos sistemas pneumáticos importados, há uma válvula de controle de vazão em cada pinça, permitindo reduzir a velocidade de ação das pinças e acioná-las diretamente com a pressão especificada. O descrito permite ótima produtividade.

A grande vantagem do sistema pneumático é que o quadro utilizado verga sem causar perda de tensão na tela, já que as pinças se apoiam diretamente no quadro durante a esticagem.

O sistema mecânico de tracionamento com pinças pequenas e móveis lateralmente é o que rende bastante uniformidade e elevados níveis de tensão no tecido.

Este sistema permite esticar tecidos de poliéster HTLE e tecidos de aço, o que não ocorre com os esticadores pneumáticos nacionais fabricados até esta data (setembro de 1990). A desvantagem deste sistema é a necessidade de equipamento adicional para pré-tensar o quadro.

Cabe lembrar que os formatos de quadros devem guardar uma relação com o tamanho máximo de imagem a reproduzir, conforme vimos no capítulo sobre tecidos serigráficos.

A padronização de formatos a utilizar é de fundamental importância na organização de um sistema produtivo e no tempo gasto para set-up de máquinas na produção.

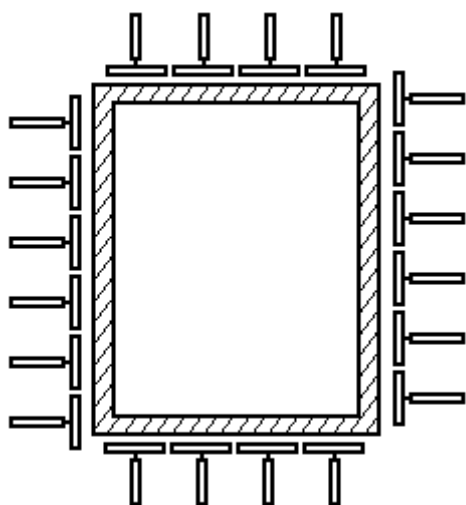
Outros Sistemas:

Há ainda sistemas eletro-mecânicos para a esticagem de quadros de grande formatos (1.20 x 3.00 m), que são versões ampliadas do sistema de múltiplas pinças móveis lateralmente, e que são usados na esticagem de quadros para a produção de matrizes na indústria de estamparia de tecidos.

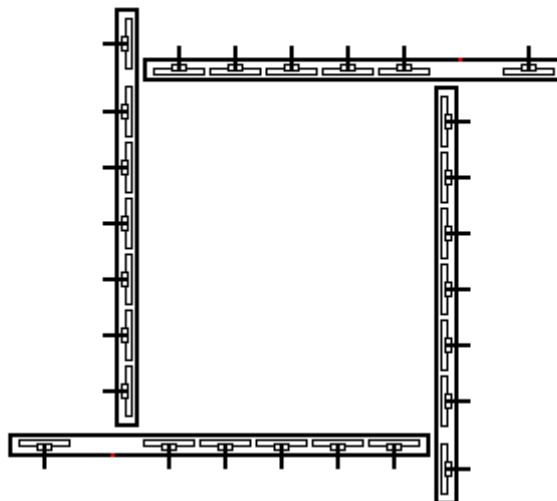
fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



### Sistemas de esticagem

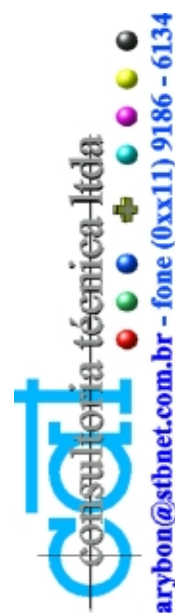


Equipamento esticador com pinças pneumáticas individuais.



Equipamento esticador mecânico com pinças móveis lateralmente.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## rodo serigráfico

O rodo serigráfico, como vimos, tem a mesma função de uma espátula, que preenche um molde e que é o estêncil ou matriz serigráfica.

Para que haja perfeita acomodação entre as superfícies inferior do estêncil e a do substrato a imprimir, (compensando falhas de planicidade) utilizam-se rodos feitos de materiais flexíveis com dureza controlada e resistência química aos solventes utilizados nas tintas e na limpeza da matriz.

O material que tem se mostrado mais adequado tem sido a borracha de poliuretano, com variáveis durezas de acordo com o formato a imprimir, tipo de substrato a imprimir quanto à sua rugosidade e planicidade e outros parâmetros: abrasão provocada pelas tintas, limitações de ajustes possíveis de obter na máquina utilizada, etc.

A moldagem da tinta ao estêncil requer a penetração da mesma através dos fios do tecido e preenchimento do espaço sob estes. A penetração entre os fios nos oferece taxas de cisalhamento na tinta, segundo a velocidade de aplicação (conforme veremos adiante), em proporções numericamente determináveis. Um outro fator que interfere diretamente no cisalhamento da tinta é o ângulo com o qual o rodo é aplicado. Parte da tinta é literalmente cortada na superfície da matriz em direção horizontal. Notamos que a tinta toma duas direções: vertical e horizontal, e que a pressão do rodo sobre a tinta, portanto, faz o mesmo. A pressão tomada na perpendicular à lâmina do rodo é decomposta em força horizontal e vertical, que têm uma proporção entre si conforme o ângulo com o qual o rodo é aplicado.

Na impressão, a tinta deve atravessar o vão entre os fios pelo percurso mínimo da espessura do tecido serigráfico, na direção do preenchimento do molde (estêncil). Caso isto não ocorra, não haverá impressão, não importando quanto peso se coloque sobre o rodo.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## ângulo de aplicação do rodo

Conforme já vimos, o elemento que fornece pressão sobre a tinta é o ângulo de aplicação do rodo. Pequenas variações de ângulo promovem bastante variação na impressão, sendo que abaixo do ângulo de 55º a impressão é mais controlável sem cobertura da matriz com a tinta. Quanto mais deitado estiver o rodo, maior influência terá o volume de tinta existente sobre a tela, na pressão hidráulica considerada.

Assim como no ajuste da viscosidade inicial da tinta, portanto, o ajuste de ângulo do rodo deve ser feito em pequenas quantidades para manter o processo sob controle.

## velocidade de aplicação

Como a viscosidade é um fator relativo ao tempo (de fluxo de tinta), a velocidade de passagem do rodo fornecerá variações no comportamento geral da impressão: quanto mais tempo o rodo demorar passando entre dois fios isolados do tecido, tanto mais tempo a tinta entre estes fios ficará sendo pressionada, fluindo mais (e vice-versa).

Para ajustar o processo quando a impressão falha (não preenche o molde), ou borra (extravasa o molde), em toda a área ou em partes, podemos alternativamente:

1. alterar a viscosidade inicial da tinta;
2. alterar o ângulo do rodo;
3. alterar a velocidade do rodo

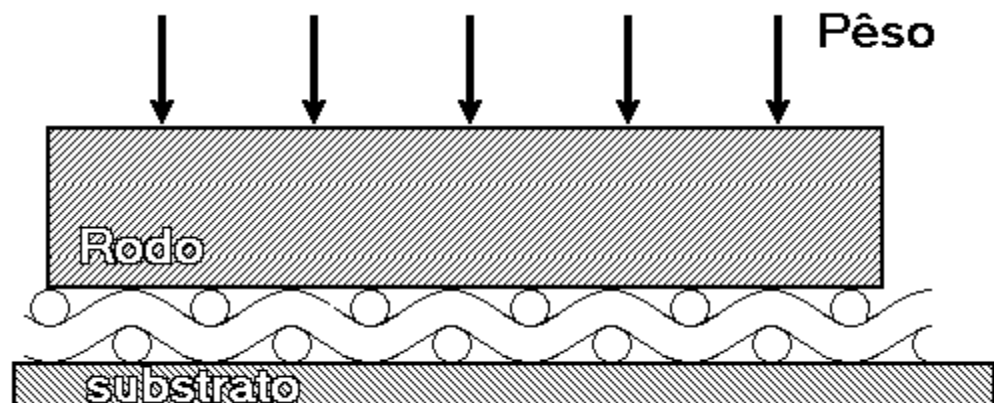
Todas estas alterações produzem consequências mais ou menos controláveis. As consequências destas alterações podem ser classificadas de ajuste grosseiro a ajuste fino, na ordem de apresentação (ajuste grosseiro não significa que se possa tomar menores cuidados).

Alterações na velocidade de passagem do rodo promovem variações na deposição, sendo que estas alterações funcionam como um ajuste fino (grande controlabilidade) para correção de defeitos que estejam ocorrendo em pequenos detalhes isolados da imagem.



## pêso sobre o rodo

O pêso sobre o rôdo provoca o aumento de forças de atrito prejudiciais à matriz. O pêso não promove aumento de camada de tinta, embora o rôdo sob mais pêso possa ser flexionado, e com isso haverá alteração do ângulo, que fará a alteração da camada depositada de tinta. É uma prática ruim tentar corrigir o depósito de tinta através do pêso sobre o rodo por causa do desgaste do rôdo, da matriz e do risco de deformar a imagem.



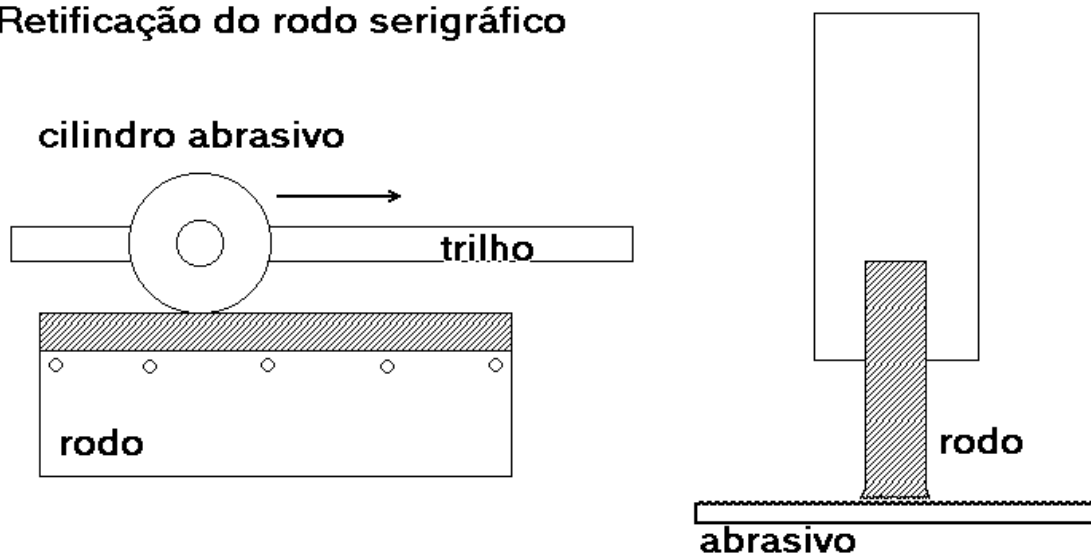
fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

## manutenção do rôdo

Rodos arredondados promovem um aumento repentino da pressão vertical sobre a tinta no momento da passagem da borda do mesmo. Os rodos devem ser afiados, preferivelmente em equipamento de retífica (cilindro abrasivo), sendo que a velocidade do abrasivo tem uma ação sobre materiais mais macios. Equipamentos com cintas de lixa devem ser utilizados com maior cuidado na manutenção de rodos. O uso de uma solução refrigerante na ação de retífica é recomendável.



### Retificação do rodo serigráfico



consultoria técnica ltda  
arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

## perfis de rôdo

A seleção do rodo ideal deve levar em consideração vários parâmetros da impressão.

Quando imprimimos sobre superfícies irregulares, devemos utilizar rodos mais macios para melhor acomodação entre a superfície inferior do estêncil e o substrato.

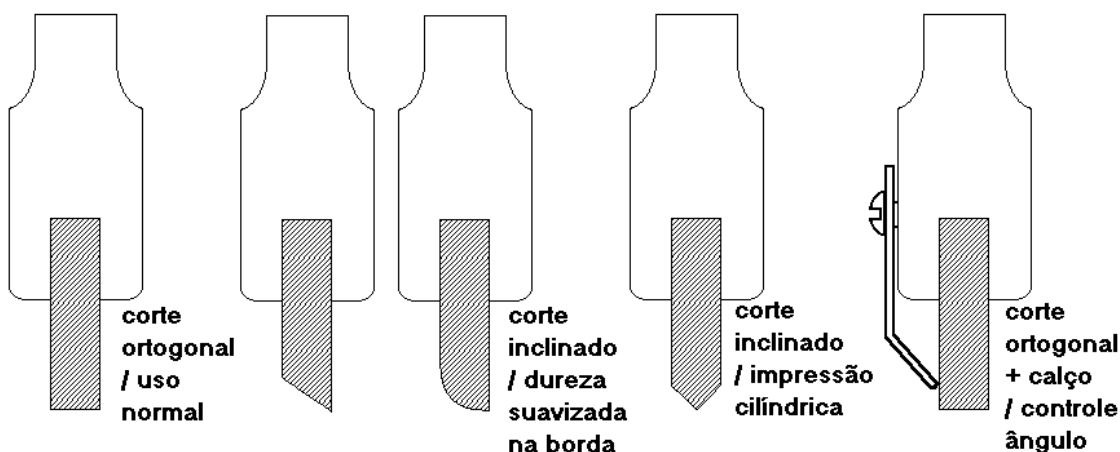
Quanto mais macia for a borracha, maior será a tendência a vergar, o que não é interessante para a controlabilidade do processo. Por esse motivo, rodos macios devem ser suportados por uma lâmina rígida. Em todos os casos, o fio da borracha deverá ser mantido constante e uniforme para repetibilidade de resultados.

Cabe observar, novamente, que o acréscimo de “pressão” de aplicação do rodo não tem efeito direto na deposição de tinta, e sim o ângulo com o qual este é aplicado.

A velocidade de aplicação do rodo, conforme vimos tem efeito direto sobre a deposição da tinta: há uma velocidade máxima aplicável ao rodo para que haja impressão, dependendo da trama do tecido e do comportamento reológico da tinta.

Do ponto de vista da dureza da borracha, conforme mencionamos, uma borracha mais macia nos permite obter melhor acomodação entre as superfícies do substrato e do estêncil, compensando a não planicidade do substrato.

Juntamente com a maciez da borracha, acompanha uma característica indesejável: a flexibilidade, que faz com que haja diminuição do controle sobre o ângulo de aplicação do rodo. A flexibilidade aumenta também com o comprimento da lâmina do rodo.



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



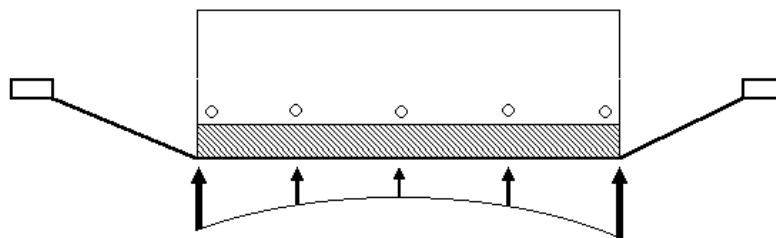
consultoria técnica Ltda  
arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

Quanto mais comprida a lâmina, mais flexível será o rôdo; quanto mais espêssa a lâmina, menos flexível será o rôdo.

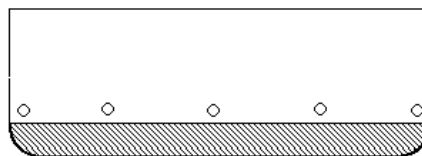
Para sanar este problema, podem ser utilizados rodos de borracha mais dura com perfis inclinados, mais macios na borda afiada e menos flexíveis. Outra maneira mais eficaz, é fixar um suporte rígido atrás da borracha do rodo para evitar a flambagem da mesma durante a impressão.

Os cantos do rodo são o ponto onde se concentra a tensão do tecido serigráfico da matriz no momento da impressão. É, portanto, desejável que o rodo a utilizar tenha seus cantos arredondados para poupar a matriz, prolongando a vida útil da mesma.

#### Acúmulo de tensão no tecido na região dos cantos do rodo



#### Arredondamento dos cantos para reduzir o efeito



Existem experiências no sentido de eliminar o rodo na impressão serigráfica. São exemplos disto as facas de ar utilizadas para aplicação da tinta em certas impressoras cilíndricas (General Advance, USA) e a aplicação de tintas através de estêncil por eletricidade estática ou aplicação de vácuo.

Temos, como novidades de mercado em rodos serigráficos, as borrachas laminadas a folhas de fiberglass ou a outras borrachas de maior dureza.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



consultoria técnica ltda  
arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

## tintas serigráficas

Na fabricação de pastas com a função de tinta para serigrafia, o balanceamento entre os componentes visa obter uma determinada performance na interação com o tecido serigráfico e na obtenção de certas características finais.

Estas características, cuja obtenção chamamos “cura da tinta”, envolvem propriedades geométricas (conformação, volume), mecânicas (aderência, resistência a operações, temperaturas), químicas (resistência à ação de produtos com pH específicos, solubilidade), elétricas (isolação ou condutividade específicas, rigidez), de cor (estabilidade, resistência à luz), ou de rigidez mecânica (flexibilidade, dureza, etc.).

As regras gerais abrangendo todos os tipos de tinta para serigrafia se referem à interação com o tecido e à moldagem, o que podemos denominar “imprimibilidade” (performance).

A imprimibilidade se refere à reologia, à viscosidade inicial, à faixa de diferentes tipos de tecidos possíveis para a tinta, e às relativas faixas de velocidade de aplicação de rodo.

As tintas caracterizam-se pela sua composição funcional, pela especificação de uso ou performance final, e pelo sistema de cura especificado para a aplicação.

Cada formulação de tinta tem particularidades quanto à aplicação, sendo que a normalização da performance final é ponto pacífico, enquanto o mesmo não ocorre para o processamento de tintas similares de diferentes procedências. Isto significa que diferentes tintas devem ser diferentemente processadas (impressão e cura) para a obtenção da melhor performance de cada uma, em uma mesma aplicação.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





## composição das tintas

A tinta é composta de várias substâncias químicas que têm funções específicas:

- BASE (Aglutinante ou Veículo)** resinas, óleos, emulsões - elemento de união entre os demais componentes da tinta.
- DILUENTE (Conteúdo volátil)** mistura de produtos químicos que se combina com a resina de base, reduzindo sua viscosidade.
- SOLVENTE (conteúdo volátil, mordente)** mistura de produtos químicos que atua sobre o material a ser impresso por corrosão, dissolução, ou aumento de capacidade de molhagem da tinta, sendo eliminado durante a secagem.
- CARGA (Pigmento, pós)** produtos minerais sólidos, moídos microscopicamente, que ficam em suspensão na base. Fornece à tinta características como: cor, condutividade ou isolamento dielétricas, resistência mecânica.
- CATALIZADOR (Secante, endurecedor)** promove ou facilita o endurecimento do material de base durante a fase de cura da tinta através de reação química ou físico-química (polimerização ou oxidação).
- PLASTIFICANTE (Umectante ou aditivo)** promove uma emulsificação entre os componentes da tinta, melhorando a suspensão da carga na base. Composto líquido ou coloidal que contrabalança a ação do solvente e que as vezes retarda a secagem. Serve também para dar características de tixotropia à tinta.

Na composição da tinta, o perfeito balanceamento entre as quantidades dos vários componentes citados é o elemento que garante a maneira como a tinta irá se comportar durante a impressão e durante a cura. Diluidores para uma certa tinta geralmente são grupos de solventes misturados em tal proporção que não haja alteração no comportamento da tinta.

Cada fabricante de tinta geralmente indica os valores máximos de diluição permissível que não afeta o funcionamento geral da tinta.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## sistemas de cura

As tintas “curam”, ou seja, atingem suas características definitivas para a qual foram fabricadas, através de diversos processos.

Os vários sistemas ou processos de cura são:

1. evaporação de conteúdo volátil.
2. oxidação.
3. encadeamento molecular (polimerização).
4. combinação dos elementos acima.

Para a controlabilidade dos processos acima, utilizam-se diversos métodos, combinados entre si ou não:

1. adição de solventes de cadeia molecular longa (retardadores).
2. adição de reativos químicos (catalizadores ou aceleradores).
3. exposição a fontes de radiação eletromagnéticas (I.V. ou U.V.)

Para podermos “medir a cura” das tintas, existem vários testes, destrutivos e não-destrutivos que simulam algumas condições a que o produto final poderá ser exposto. Desta maneira, podemos conferir se a tinta irá suportar as especificações do cliente usuário final.

São estes testes:

1. absorção de solventes
2. dissolução superficial em solventes
3. força de aderência obtida
4. dureza superficial obtida ou flexibilidade obtida
5. condutividade, isolamento ou permeabilidade dielétrica obtida
6. exposição a temperaturas específicas

As características desejáveis a obter podem variar muito de um tipo de aplicação para outro. Nos países desenvolvidos, existem normas para os testes de cura de tintas idealizadas por vários institutos que cuidam dos vários tipos de aplicação aonde se utiliza a impressão.

Essas normas são aceitas geralmente como o padrão mínimo para a aceitabilidade do serviço gráfico, pelos usuários e pelo fornecedor.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## particularidades dos sistemas de cura

1. Tintas de cura por evaporação exigem ritmo constante de produção, para que não haja entupimentos da matriz durante a produção.

Os melhores resultados de produtividade somente são alcançados com equipamento automático, pois qualquer alteração no ritmo de impressão influi diretamente na qualidade final. Para impressão manual, deve-se sempre trabalhar com maiores quantidades de tinta sobre a tela, para reduzir a secagem isolada em áreas da matriz (cobertura).

2. Tintas de cura por adição de catalizadores devem ser preparadas com o maior cuidado na mistura dos componentes, para consistência e resultados e de imprimibilidade. Em alguns casos, o controle da temperatura e umidade do ambiente de trabalho são também importantes na performance destas tintas.

Normalmente estas tintas curam por ação combinada de evaporação de solventes. O equipamento utilizado deve prover a completa retirada de todo o solvente antes do início da reação química de polimerização da resina, sob pena da perda de algumas propriedades do produto final.

3. Tintas de cura por radiação U.V. requerem consistência na deposição de tinta impressa e na velocidade da esteira. Quanto mais espessa for a camada de tinta, tanto mais energia será necessária para a cura da mesma.

Esta cura é menos efetiva quando efetuada em dois estágios, sendo fundamental o controle de intensidade e distância da fonte (lâmpada), e velocidade da esteira do equipamento.

4. Tintas condutivas, que curam por eliminação de grandes quantidades de conteúdo volátil e requerem grande redução no seu volume, requerem muita consistência nos volumes depositados e na sua preparação, bem como na temperatura e tempos de cura.

A não eliminação completa de solventes prejudica a aderência e a condutividade deste tipo de tinta. Normalmente o equipamento curador deve prever renovação forçada de ar junto ao controle de temperatura.

5. Tintas CTF ("Filme Espesso" Cerâmico-Metálicas) exigem curvas controladas de acréscimo de temperatura (até 840 graus centígrados com quantidade controlada de aumento de graus por minuto) para perfeito funcionamento.

A condutividade destas tintas se baseia na sinterização de sua carga mineral.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## viscosidade das tintas

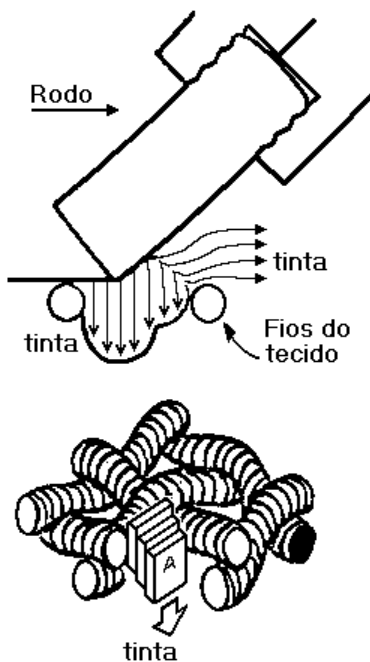
Quando o tecido efetua a dosagem de tinta, isto é obtido através de uma ação de “corte” ou “fatiamento” feito na massa de tinta pelos fios do tecido quando o rodo pressiona esta massa contra os últimos.

A viscosidade da tinta não é uma unidade constante. Ela se altera quando sofre pressão, tornando-se mais fluida (viscoelasticidade). Para o retorno à viscosidade inicial, há uma certa demora após o alívio da pressão, e esta segunda característica, útil na desmoldagem, chama-se tixotropia.

Ajustes na viscosidade inicial da tinta só podem ser feitos no sentido de redução (com adição de diluidores), em quantidades limitadas, para não tornar críticas (incontroláveis), as características da tinta (viscoelasticidade e tixotropia).

A viscosidade é, por definição, resistência ao fluxo, um estado intermediário entre o sólido e o líquido (pastoso) e a pressão hidráulica é a responsável pela penetração desta pasta entre os fios do tecido.

OBS: Não confundir pressão hidráulica sobre a tinta com peso sobre o rodo.



A viscosidade é a razão entre a reação do fluido à pressão aplicada (expresso no sentido de “cortar” a substância) e a taxa de corte do fluido (expresso em gradiente de velocidade sobre incremento gradual do vão de aplicação da força).

Sejam:

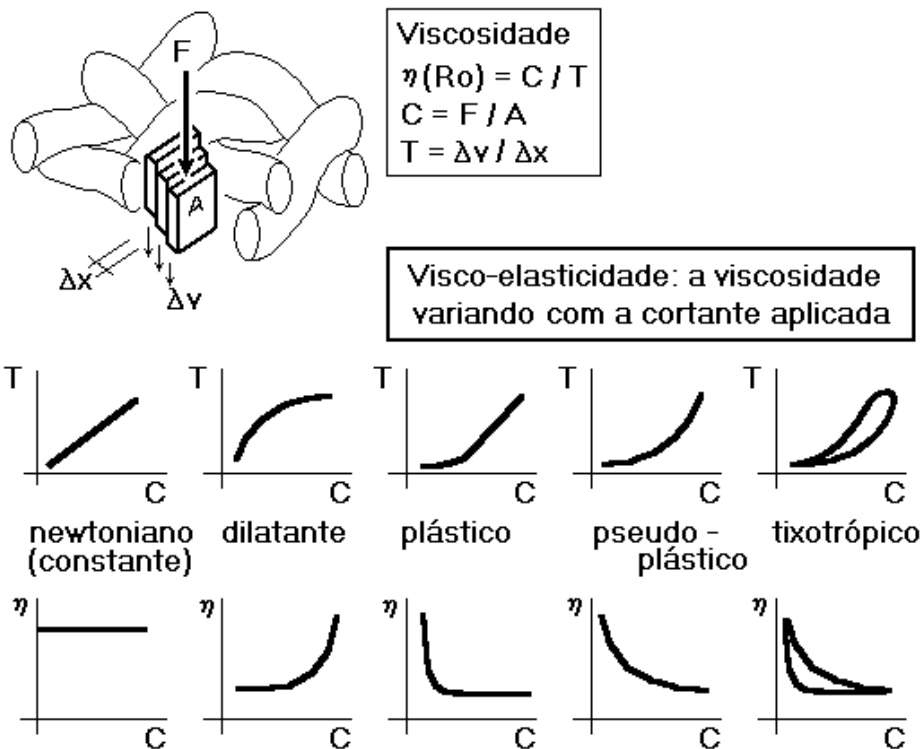
F= força aplicada	(dina)
A= área sendo cortada	(cm*2)
Vt= velocidade da tinta	
deltaV= gradiente de velocidade	(cm /seg)
deltaX= gradiente de distancia	(cm)
C = F / A = cisalhamento	(dina / cm*2)
T = deltaV / deltaX = taxa cortante	(seg*-1)

teremos:

Ro = C / T = viscosidade	(poise)
--------------------------	---------

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





Podemos incluir o comportamento dos fluidos em 05 classificações diferentes conforme a figura:

1. Se não houver conteúdos sólidos, o fluido terá viscosidade constante, o que é chamado Comportamento Newtoniano. A água tem este comportamento, o mel também.
2. Se o conteúdo se constituir de flocos amorfos dentro da fase dispersante, poderão se agrupar, formando uma estrutura que apresenta uma viscosidade inicial. Sob atuação de pressão crescente, o dispersante pode fluir entre o agrupamento promovendo lubrificação, dissolvendo os agrupamentos e reduzindo bruscamente a viscosidade. O catchup tem este comportamento, chamado "plástico".
3. Se com o contínuo aumento da pressão, o dispersante fluir menos entre as partículas dispersas e estas tenderem a se agrupar, a viscosidade total irá aumentar com a pressão. Este comportamento, chamado "dilatante" depende da baixa tensão interfacial (molhagem) entre o dispersante e o disperso. A areia de beira-mar tem este comportamento.
4. Um comportamento em que a lubrificação entre as partículas aumenta continuamente sob pressão crescente é chamado comportamento Pseudo-Plástico .
5. Se houver dependência do tempo para o retorno de viscosidade ao índice anterior à aplicação da pressão, este comportamento é chamado Tixotropia e o grau de tixotropia será o grau de dependência do tempo para este retorno.

## comportamento da tinta na impressão

O comportamento da tinta durante a impressão é muito importante na definição da quantidade depositada. Entende-se por comportamento a variação da viscosidade ao longo da impressão.

Tres fatores interagem para determinar que tipo de comportamento a tinta irá apresentar:

### 1o. fator: Conteúdo da Tinta

O tamanho dos grãos dos pós, sua geometria e concentração na tinta, bem como a tensão interfacial entre estes e o dispersante determinam o tipo de comportamento que a tinta terá sob a ação do rodo e através do tecido da matriz. São importantes também a viscosidade inicial da tinta e a adição ou não de componentes no momento de utilizar. Fatores que podem alterar profundamente as características intrínsecas da tinta são variações de temperatura e, principalmente, o tempo de armazenamento da mesma.

### 2o. fator: Contagem de fios do Tecido

Como o espaçamento entre fios efetua uma dosagem e a viscosidade instantânea não pode ser diretamente determinada, resta que a área aberta entre os fios terá uma relação direta com o denominador da viscosidade, ou seja, a taxa de corte a que a tinta será submetida. Esta relação dependerá diretamente, também, do 3o. fator.

O tamanho dos grãos da tinta deve guardar alguma relação entre os fios. Um limite prático considerado por alguns autores para que a tela não separe o conteúdo de pó do restante da tinta (ou que a faça se comportar de maneira dilatante), é que o pó tenha um diâmetro máximo de 1:3 do espaço entre os fios.

### 3o. fator: Aplicação do Rodo

O conceito de viscosidade entendido como resistência ao fluxo implica em uma base de tempo, pois fluxo é uma medida temporal.

Durante o tempo que uma tinta demora para percorrer verticalmente, o rodo deverá estar aplicando pressão, ou seja, deverá estar percorrendo uma área aberta do tecido.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

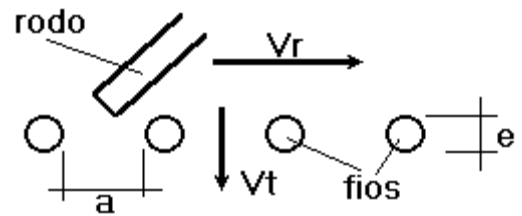


Com um tempo de passagem do rodo menor, não haverá impressão e com um tempo maior haverá sangramento da impressão para além dos limites do estêncil.

A taxa de corte é, portanto, um fator dependente da contagem dos fios em relação com a velocidade de aplicação do rodo. Calculando:

$V_r / a = V_t / e$   
 onde: a = espaço entre fios  
 e = espessura do tecido ou  $V_t = V_r \cdot e / a$   
 $V_r$  = velocidade do rodo  
 $V_t$  = veloc. penetração da tinta

Taxa de corte associada ao tecido



A taxa de corte é definida como a velocidade de fluxo dividida pela distância transversal do ponto medido do fluxo ao referencial, ou seja:

$T = V / x$  ... onde:  
 T = taxa de corte  
 V = velocidade no ponto x  
 x = distância perpend. ao fluxo

Para x = ponto médio entre fios e  $V = V_t$ ; ... Temos:

$T = (V_r \cdot e / a) : (a / 2)$   
 $T = V_r \cdot 2e / a^2$

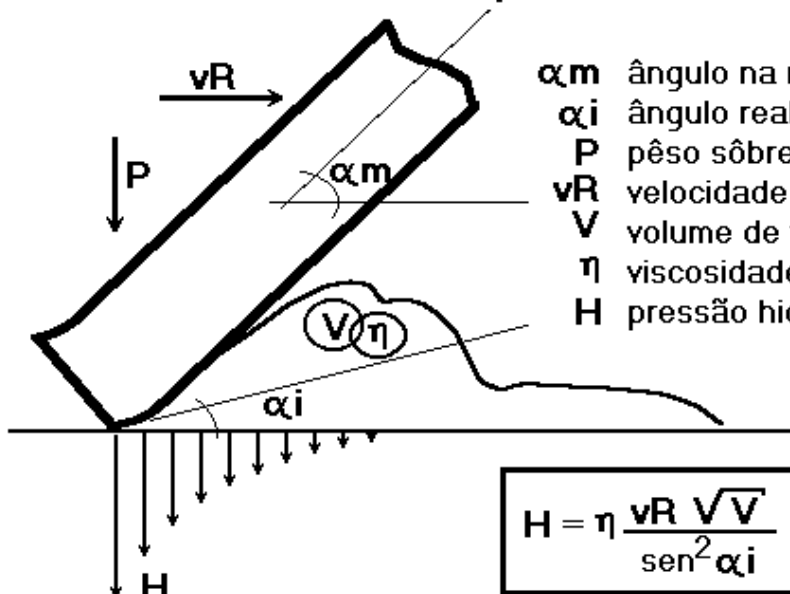
Unidade da taxa de corte - T = (um). (um : seg) : (um<sup>2</sup>), ou seja:

$T = 1 : \text{seg}$  ou  $T = \text{seg}^{-1}$

fone (0\*\*11) 539-8066  
 mail abraci@sti.com.br



Pressão Hidráulica sofrida pela tinta:



- $\alpha_m$  ângulo na máquina
- $\alpha_i$  ângulo real na impressão
- P pêso sôbre o rôdo
- $vR$  velocidade do rôdo
- V volume de tinta
- $\eta$  viscosidade instantânea
- H pressão hidráulica

$$H = \eta \frac{vR \sqrt{V}}{\text{sen}^2 \alpha_i}$$

consultoria técnica ltda  
 arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

## instrumentos utilizados em serigrafia

Existem hoje, instrumentos específicos para medição de parâmetros do processo serigráfico, a maior parte obtível por importação.

A única maneira de controlar de forma exata certos parâmetros de um processo é contar com instrumentos que forneçam a leitura dos mesmos durante este processo. Algumas máquinas são fabricadas com instrumentos incorporados. Faremos aqui uma lista de instrumentos que funcionam de modo avulso.

**Micrômetro:** para medir a espessura do tecido tensionado e da emulsão aplicada ao mesmo após a secagem, em microns. Fornecedores: Seriplastica (Alemanha), Mitutoyo (Brasil).

**Tensômetro:** fornece leitura do valor de tensão de um tecido esticado a um bastidor, em Newton/cm. Fornecedores: Tetko (Suíça), Seriplástica (Alemanha), Stretch Devices (USA).

**Escala de Elongação:** Fornece a medida porcentual do aumento de comprimento dos fios do tecido no momento da esticagem, sobre traçado a lápis executado sobre o tecido. Fornecedores: ZBF (Suíça)

**Lupas de Aumento:** 10x e 50x - fornece um visual comparativo da definição obtida na matriz e na impressão. Fornecedores: DF Vasconcelos (Brasil), Seriplástica (Alemanha)

**Radiômetro:** calibrado para sensibilidade dos polímeros UV, serve para medir a emissão energética de uma lâmpada ao longo do tempo de exposição, em joules/cm<sup>2</sup>. Fornecedores: Dynachem (USA), UVEX (USA), Harlacher (Suíça).

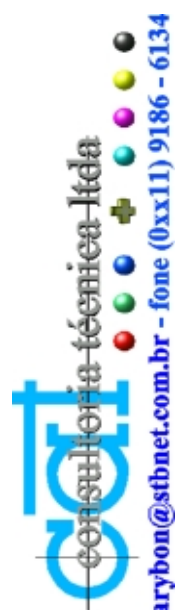
**Escala de Densidades:** (Stepper) serve para estabelecer o grau de polimerização relativa obtido com várias quantidades de exposição sobre as emulsões. Fornecedores: DuPont (Brasil), Stouffer (USA), Agfa (Brasil), Kodak (Brasil).

**Escala de entrelinhamentos:** serve para verificar a definição a nível do poder de resolução da emulsão a uma dada exposição. Fornecedores: DuPont (Brasil), Stouffer (USA), Ulano (USA)

**Escala Combinada de Densidades e Entrelinhamentos:** (especifica para matrizes serigráficas). Estabelece o grau de polimerização, poder de resolução e, por comparação, a acutância da emulsão. Fornecedores: AutoType (Inglaterra)

**Viscosímetro Relativo:** serve para medir a viscosidade dada uma velocidade de ataque sobre a tinta e determinar a imprimibilidade da mesma. Fornecedores: Brookfield (USA), Ferranti (USA), Seriplástica (Alemanha).

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





- Durômetro: fornece a dureza da borracha utilizada como rodo, medida em "Shore" na escala "A" (Ponta redonda) Fornecedores: Seriplástica (Alemanha), Mitutoyo (Brasil)
- Higrômetro e Termômetro: determinam a umidade relativa e a temperatura do ambiente de trabalho. Fornecedores: Seriplástica (Alemanha), vários (Brasil)
- Higrômetro de contato: determina o conteúdo de umidade na emulsão, antes de fazer a exposição. Fornecedor Majestech (USA)
- Densitrômetro: mede a absorção de luz na "área negra" de um fotolito, em escala padrão ANSI. Fornecedores: Seriplástica (Alemanha)
- Calibre para filme úmido: teste destrutivo para medição de espessura de depósito de tinta impressa e emulsões, medida em microns. Fornecedores: Seriplástica (Alemanha).
- Dermatômetro: (Microderm) - Serve para medir a espessura de tinta depositada sobre superfícies de material conhecido (teste não destrutivo - permeabilidade magnética) Fornecedores: Seriplástica (Alemanha)
- Multímetro Eletrônico: serve para medir o grau de isolamento e, portanto, o grau de cura de uma tinta máscara de solda. Fornecedores: Seriplástica (Alemanha), vários (Brasil)
- Micro Retro-Projetor: para inspeção de telas ou placas impressas, sistema óptico ou optico-eletrônico (video) Fornecedores: Seriplástica (Alemanha), Plurima (Itália)
- Calibre de fora-contato: fornece medição do fora-contato sobre a matriz colocada na máquina impressora. Fornecedores: Seriplástica (Alemanha)
- Pressômetro : mede a tensão produzida na matriz pela ação da pressão do rodo. Fornecedores: Seriplástica (Alemanha)
- Micro-Escalas com lupas de aumento: para medição de valores absolutos de medidas até 600mm com precisão de 0,01% (50 microns). Fornecedores: Byers Corp. (EUA) e Bishop (EUA)
- Rugosímetro - serve para medir a rugosidade da superfície da emulsão processada. O aparelho mede linearmente uma amostra de cerca de 1 cm fornecendo os valores máximo, mínimo e médios. Fornecedor Majestech (USA).

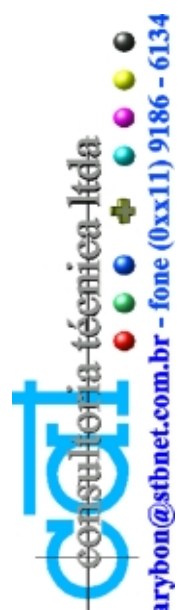
fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



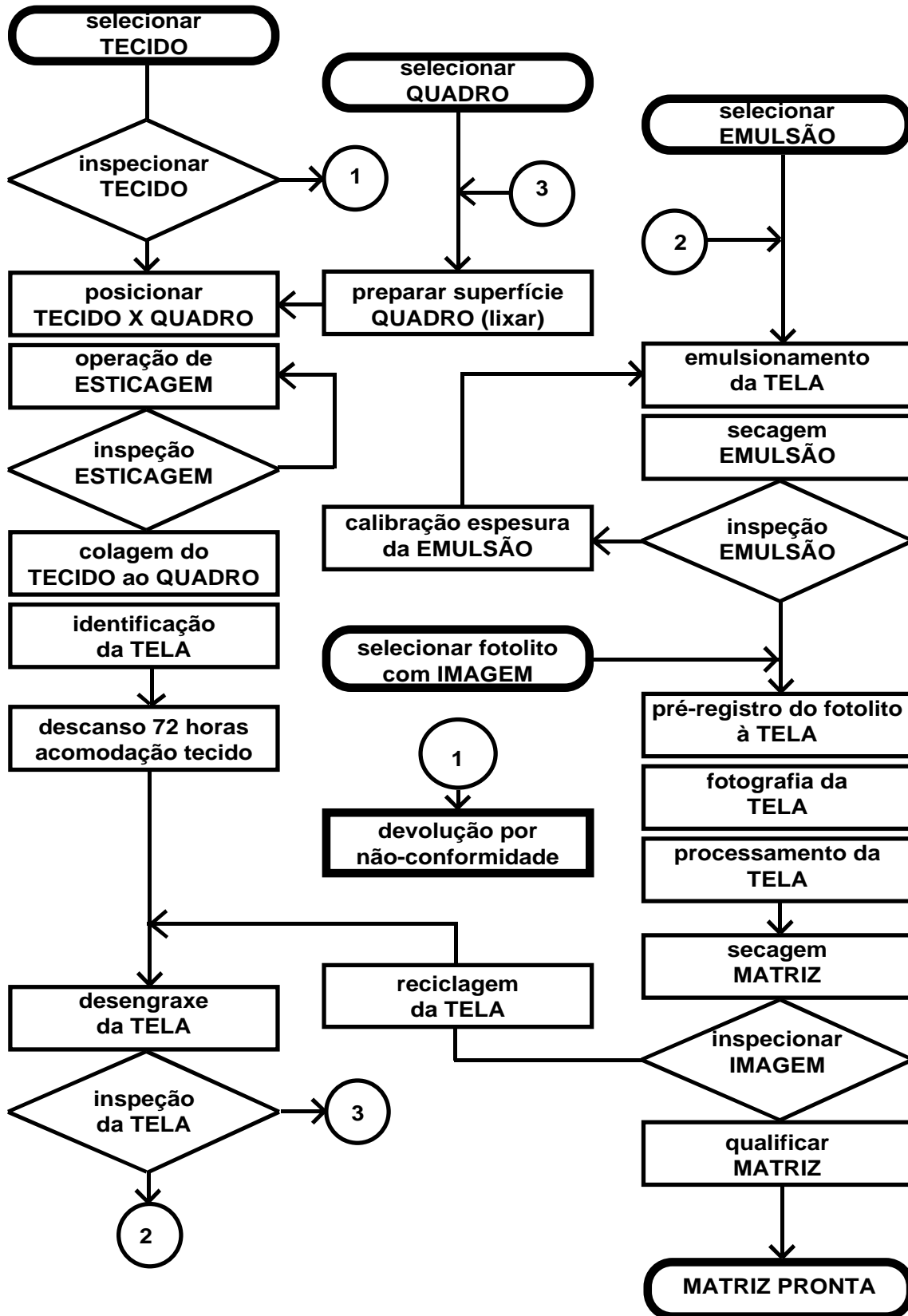
## terminologia serigráfica

- fora-contato - distância entre a tela e a superfície do material a imprimir
- acutância - medida de nitidez da imagem referente à espessura da matéria prima que forma a imagem particularmente na borda limiar da imagem
- resolução - medida do limite de nitidez associado a um tamanho mínimo de imagem que um sistema gráfico é capaz de reproduzir
- Rz - Forma de medir a acutância em termos da rugosidade superficial da matriz, sendo Rz a diferença média de picos e vales da amostra
- definição - medida de nitidez da imagem reproduzida quanto à deformação da borda da imagem
- viscosidade - resistência de um material na forma de pasta a fluir
- viscoelasticidade - variação de viscosidade de uma tinta conforme a variação de pressão a que é submetida
- tixotropia - inércia de variação de viscosidade na queda de pressão a que a tinta é submetida
- densidade - medida do grau de opacidade de uma transparência nas áreas de imagem (fotolito)
- registro - posição relativa de encaixe da imagem de uma cor em relação às outras cores e às bordas do substrato
- tela - conjunto de quadro e tecido esticado e colado a este.
- estêncil - lâmina de material vasado formando uma imagem, aderido à tela forma a matriz serigráfica.
- emulsão - mistura de resinas e outros produtos químicos, também chamada "colóide".
- ultra-violeta - nome de um tipo de radiação emitida por alguns tipos de lâmpadas.
- instrumento - equipamento ou dispositivo de medir grandezas.
- set-up - nome inglês para "preparação antes da produção".
- tensão - nome da grandeza que define a esticagem da tela.
- tecnologia - o mesmo que conhecimento.
- especificação - lista de grandezas e tolerâncias das características finais desejadas pelo cliente para um produto.
- qualidade - adequação ao uso final.
- custo / benefício - relação entre o preço de um material ou equipamento e seu rendimento na produção.
- tecnologia de "sala-limpa" - conhecimento das formas de evitar defeitos causados pelas partículas em suspensão no ar ambiente.
- silk-screen - termo inglês que significa "tela de seda" (não se utilizam mais tecidos de seda para serigrafia).
- screen printing - termo inglês que significa "impressão por tela".
- tensão superficial - grandeza que determina o grau de "molhagem" de uma tinta a uma superfície.
- cura da tinta - termo usado para indicar alterações físico-químicas que permitem à tinta suportar condições de uso finais da impressão.

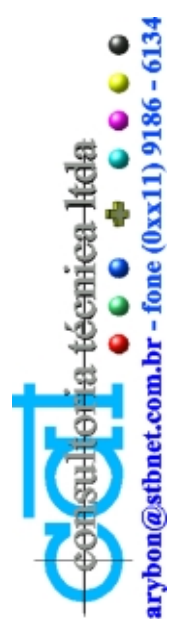
fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## sequência de produção



fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



Para cada atividade relacionada no fluxograma, existe um método que garante a otimização dos resultados, e conseqüentemente a QUALIDADE da MATRIZ.

## 1a. etapa: seleção dos materiais

1. Tecidos: O tecido utilizado deve principalmente fornecer o depósito de tinta desejado para a aplicação específica. A padronização de tipos de tecidos a utilizar em produção agiliza a mesma. Isto se refere não só aos tipos de malha, como também às larguras fornecidas, permitindo aproveitamento constante de tecido na esticagem de telas.
2. Quadros/Tensão: Os quadros devem ser tão rígidos quanto possível e serem estáveis aos ambientes onde funcionam. Para esticagem, temos uma regra genérica que diz: “A tela mais esticada imprime melhor”. Todos os tecidos perdem tensão com o tempo e com o uso, devendo haver considerações especiais na escolha do tecido conforme o sistema produtivo implantado. (ver especificações das matrizes).
3. Emulsões: Emulsões são especificadas conforme seu teor de sólidos, resistência química a solventes presentes na tinta, capacidade de RESOLUÇÃO de imagem. A emulsão a se utilizar deve ser selecionada primordialmente pela resistência aos solventes presentes na tinta ou no material a utilizar para limpeza da tela. Cada sistema de emulsão da tela (direto, indireto ou combinado) tem características e performance próprias.

## 2a. etapa: tensionamento do tecido

A tela se constitui do tecido tensionado ao quadro. A uniformidade de tensão é um fator importante na produção de telas para serigrafia. É praticamente impossível garantir que uma tela esteja com a mesma tensão ao longo de toda a sua área sem o auxílio de um instrumento adequado: o TENSÔMETRO.

Existem tecidos serigráficos fabricados para trabalharem com vários valores de tensionamento. Como regra geral, a tela esticada com maior tensão é mais adequada para serviços de maior precisão. Cabe lembrar que telas mais esticadas requerem maior exatidão no controle de fora-contato, e que se a tensão não estiver uniforme o eventual benefício da tensão mais elevada será nulo.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



O valor de tensão é mundialmente padronizado na unidade N/cm (Newtons por centímetro linear). O tensômetro a utilizar deve ter um valor no fundo de escala maior do que o máximo a ser utilizado na produção de telas.

Sendo utilizados tecidos de procedência Européia, será vantajoso esticar prevendo que a direção da trama do tecido coincida com a direção da passagem do rodo.

Os pontos de leitura da tensão na tela devem ser pelo menos nove, em ambas as direções de urdume e de trama do tecido. Em uma tela esticada a 20 N/cm não deve haver diferenças maiores do que 1 N/cm entre os pontos medidos. Os pontos a medir correspondem à área destinada à imagem da matriz.

A colagem do tecido ao quadro deve ser feita com adesivo de alto torque. A cura de adesivos bi-componentes geralmente é facilitada utilizando-se aquecimento. O aquecimento excessivo, entretanto, pode prejudicar o tensionamento e deve ser evitado.

Após os procedimentos, o quadro deve ser separado para inspeção. Usa-se esperar 72 horas antes da transferência de imagem para a tela.

Os efeitos da esticagem em altas tensões sem o tempo de acomodação são o rompimento prematuro do tecido e/ou a rápida perda de tensão no uso.

### 3a. etapa: emulsão

Antes de aplicar qualquer emulsão à tela, é conveniente desengraxar o tecido. Na fabricação do tecido serigráfico, certos agentes lubrificantes são aplicados aos fios, e a presença destes na tela no momento do emulsão pode prejudicar a boa aderência da emulsão.

Sabões e detergentes comuns não são apropriados para desengraxe, por causa de aditivos (lanolina, etc..) presentes nestes produtos para proteção das mãos e que também prejudicam a aderência da emulsão. Existem produtos próprios para esta finalidade, que não requerem neutralização posterior.

Já mencionamos que a camada de emulsão aplicada deve ser uniforme e de espessura constante entre uma tela e outra para maior exatidão de exposição. No caso de emulsões líquidas, é fundamental o uso de um aplicador com borda retificada de raio constante. Os aplicadores geralmente tem bordas laterais que garantem o ângulo de aplicação da emulsão à tela. Passadas muito velozes tendem a formar bôlhas na emulsão e devem ser evitadas.

A emulsão (líquida) deve ser aplicada em espessura suficiente para garantir a planicidade da face inferior do estêncil. Este cuidado deve ser tomado por causa do baixo teor de sólidos das emulsões líquidas.



O emulsionamento deve ser feito de forma a que não haja relêvo de emulsão no lado interno da tela (lado que passa o rôdo na impressão). As camadas de emulsão líquida subsequentes à primeira demão devem ser aplicadas apenas no lado externo (lado que toca o substrato a ser impresso). Aplicação de primeira camada com grande quantidade de emulsão requer secagem da tela na posição horizontal com o lado externo da tela voltado para baixo.

A secagem das camadas de emulsão deve ser feita em temperaturas não superiores a 35 oC, para a maioria das emulsões. A secagem ocorre de maneira mais rápida e eficaz se houver ventilação forçada e troca do ar para o arraste da umidade.

O uso de emulsões mais viscosas (maior teor de sólidos ) não é viável sem o uso de aplicadores mecanizados de emulsão. A utilização de emulsões em filme seco garante ótima planicidade do estêncil, mesmo que a espessura seja reduzida.

As emulsões em filme sêco demoram mais a secar por causa do plástico de base, porém são muito mais rápidas para aplicar. Geralmente não é necessário utilizar pressão elevada para a aplicação destas emulsões.

## 4a. etapa: fotografia

A exposição deve ocorrer sob uma fonte de radiação rica em Ultra Violeta. A eficiência da fotografia da tela depende mais do tipo do que da potência das lâmpadas utilizadas. A distância utilizada da fonte à tela deve ser padronizada para se obter constência de resultados.

O uso de fontes de radiação de pequeno formato melhora a resolução do sistema. A menos que se utilize fontes Colimadoras, o perfeito contacto entre o fotolito e a emulsão serigráfica deve ser assegurado através da utilização de uma prensa de contato à vácuo.

A quantidade de exposição deve aumentar com o aumento da espessura da emulsão a fotografar. Falta de exposição geralmente causa problemas como a “velatura” (emulsão parcialmente polimerizada no lado interno da tela que escorre obstruindo áreas de imagem).

O fotolito positivo utilizado para fotografar a tela deve ter suas áreas claras o mais “transparentes” que possível, para otimizar a exposição da emulsão nas áreas correspondentes. Positivos de fundo “leitoso”, amarelado ou avermelhado prejudicam a exposição.

As áreas escuras do positivo utilizado para fotografar a tela devem ser suficientemente opacas para evitar que alguma radiação residual as atravesse, promovendo uma exposição parcial da emulsão nestas áreas. Fotolitos mal processados (filmes de prata) causam defeitos na produção de matrizes serigráficas, sobretudo nos casos de reprodução de linhas finas.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



O uso de tecidos serigráficos de cor amarela evita a penetração na emulsão de radiação em direções espúrias, produzindo uma fotografia com maior precisão de detalhes. O tempo de exposição deve ser aumentado quando usamos estes tecidos, mas a resistência da emulsão ao uso é melhorada, e passa a haver maior tolerância quanto a erros de aumento de exposição.

O hábito de pré-posicionar o fotolito em relação ao quadro é saudável, e em alguns casos uma etapa imprescindível do processo de produção de matrizes. Em todas as artes gráficas, é bem conhecido o fato que as atividades de “Pré-press” ou especificamente o pré-registro, além de otimizar o uso da área útil das matrizes, torna o ajuste inicial da produção de 3 a 5 vezes mais rápido.

## 5a. etapa: processamento

Processamento ou “revelação” da tela é feito dissolvendo a emulsão das áreas não expostas da tela. Este dissolvimento é feito por diluição e ação mecânica de um jato de água aplicado à tela fotografada.

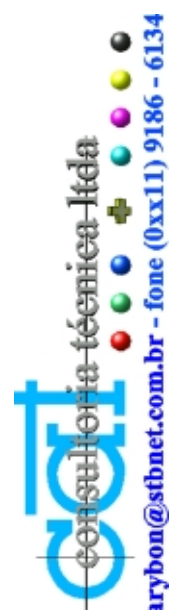
Uma emulsão de boa qualidade exposta adequadamente suporta o processamento em jato com forma de leque com 3 a 5 Kg/cm<sup>2</sup> de pressão. A grande vantagem do uso de pressão está na redução do tempo de “revelação”. Tempos excessivos de permanência de água na emulsão acabam por fazer com que haja a absorção de água mesmo nas áreas expostas da emulsão, com prejuízo da definição e acurácia da imagem na tela. (acurácia = “corte” da borda da imagem)

Imediatamente após o processamento com água, pode ocorrer que na superfície do lado interno da tela haja resíduos parcialmente dissolvidos de emulsão, causados por falta de exposição (velatura). A remoção deste resíduo é necessária, e pode ser feita mecânicamente com papel absorvente ou aplicação de aspirador. O uso de dissolvedores químicos (anti-véu) é limitado aos casos onde a quantidade de resíduo não seja exagerada. O tempo de exposição deve ser ajustado para que não hajam estes resíduos.

A secagem da matriz deve ser efetuada em temperatura não muito elevada. Pode-se pré-secar a tela aplicando-se um bico chato de aspirador de pó pelo lado interno da mesma, ou utilizando papéis absorventes.

A inspeção da imagem na tela deve ser feita utilizando-se lupas com aumento de 10x e 30x. A análise da definição da imagem deve ser feita com iluminação superior e lupa de aumento (retro-iluminação é útil apenas para conferir obstruções da tela).

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## conclusão

Se retoques forem necessários na área de imagem ao final do processamento, provavelmente algo está muito errado no processo de fabricação da matriz. Todo o ambiente do laboratório serigráfico deve ser livre de poeira, a espessura de emulsão deve ser correta, a fonte expositora deve ser adequada, o fotolito utilizado deve ser opaco ao UltraVioleta nas áreas de imagem, a aderência da emulsão deve ser adequada e esta deve ser resistente à composição das tintas a serem utilizadas na impressão.

A durabilidade de uma matriz depende da sua fabricação mas depende também do modo como é utilizada. Nenhuma matriz que tenha sido utilizada e limpa através de esfregamento na sua superfície inferior apresenta as mesmas características de “corte” das bordas de imagem.

Os valores apresentados aqui destinam-se a exemplificar conceitos, não sendo regra obrigatória na produção de matrizes. Os fabricantes de vários produtos serigráficos especificam valores dos parâmetros relativos a estes produtos, que podem ou não serem seguidos pelo usuário. Sugerimos a adoção de valores compatíveis a cada processo em questão, padronizando-os para que haja uma maior consistência entre vários lotes de produção.

QUALIDADE, no final das contas, é a ADEQUAÇÃO AO USO. Quanto mais cuidados forem observados na produção de uma matriz serigráfica, tanto mais facilmente ocorrerá a impressão utilizando esta matriz, ou tanto mais adequada esta será para sua utilização.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





## emulsões fotosensíveis

A emulsão a se utilizar deve ser selecionada primordialmente pela resistência aos solventes presentes na tinta ou no material a utilizar para limpeza da tela.

Conforme já vimos, cada sistema de emulsão da tela (direto, indireto ou combinado) tem características e performance próprias.

Os elementos de interferência na qualidade, portanto, dependerão do sistema utilizado, mas a perfeita preparação do tecido antes da aplicação da emulsão é fundamental em qualquer sistema escolhido.

### sistema direto ou emulsão líquida

A emulsão (líquida) deve ser aplicada de maneira a obtermos espessura de lado inferior da tela. Existem várias técnicas de aplicação, que podem ser manuais ou mecanizadas.

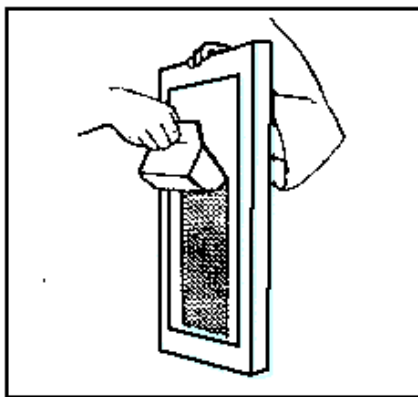
A técnica de “múltiplas camadas” se faz aplicando cada nova camada de emulsão com secagem intermediária. Há o risco de endurecimento térmico por excesso de temperatura na secagem utilizando-se esta técnica.

A técnica da “úmido sobre úmido” se faz aplicando a emulsão inicialmente dos dois lados e em continuação, aplicando repetidamente pelo lado de “dentro” da tela até a emulsão “crescer” no lado inferior desta. Obviamente a tela deve ser colocada para secar horizontalmente e com o lado da emulsão para baixo. É conveniente aplicar uma camada fina de nivelamento após a secagem. Alguns fabricantes de emulsões sensibilizadas a bicromato recomendam deixar a emulsão em descanso (maturação após a sensibilização) antes de aplicar à tela.

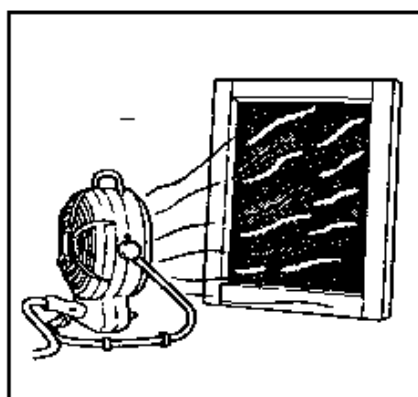
Uma vez seca a emulsão, a tela é fotografada por contato a um fotolito em uma prensa fotográfica à vácuo com capacidade para 600 mm/Hg de pressão, no mínimo (25 psi).

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



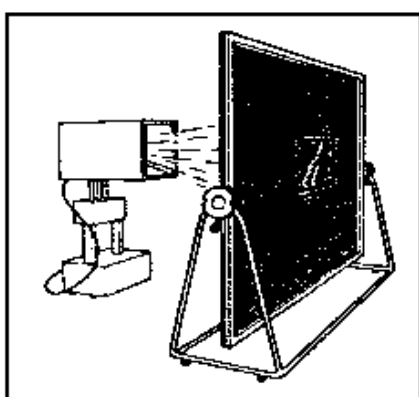


**aplicação com  
calha retificada**

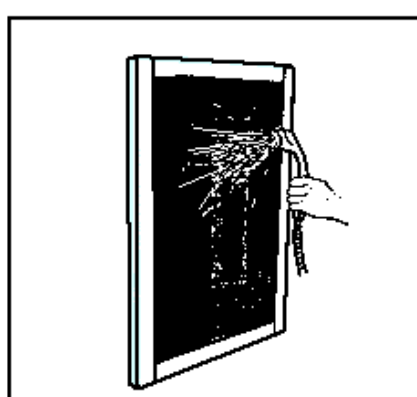


**secagem com  
ventilação**

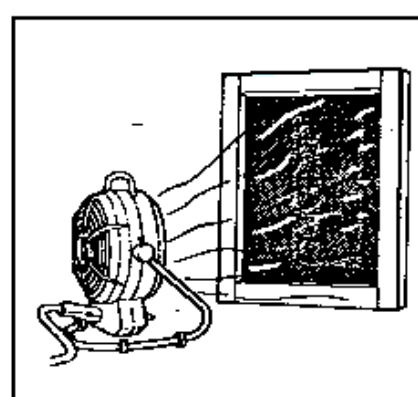
**aplicação da  
emulsão  
líquida à tela**



**exposição  
fotográfica**



**revelação  
com água**



**secagem e  
acabamento**

mail abraci@sti.com.br

**abraci**

Emulsões a bicromato são instáveis e devem ser fotografadas imediatamente após a secagem para garantir a boa definição dos detalhes. A maturação excessiva (descanso antes de aplicar à tela) é igualmente prejudicial.

Emulsões líquidas sensibilizadas à base de diazonios (diamino-fenóis) embora às vezes menos sensíveis fotograficamente, são bastante estáveis e podem ficar aplicadas à tela durante vários dias, sem sofrer alterações. A repetibilidade obtida no processo é um benefício que suplanta a diferença de preços dessas emulsões para com as emulsões sensibilizadas a bicromato. Além disso, emulsões a bicromato são altamente poluentes à coleta de águas, o que não ocorre com as emulsões a diazonio.

A revelação é feita com água pressurizada e pode ser feita imediatamente após a exposição.

Após a secagem e retoques com emulsão ordinária (bloqueador), a tela estará pronta para o uso.

**consultoria técnica ltda**  
arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

## emulsão em filme indireto

As emulsões indiretas são geralmente constituídas por uma película de gelatina animal pré-sensibilizada e aplicada sobre um filme base de poliéster estável, como os filmes para fotografia. O sensibilizante empregado neste tipo de emulsão é do tipo ferro prussiato. A umidade relativa do ar para armazenamento e uso deste tipo de emulsão deve ficar entre 50 e 70%. Baixas umidades relativas são especialmente prejudiciais, devendo ser prevenidas conforme o clima do lugar com o uso de umidificadores. Altas umidades relativas afetarão a resistência do estêncil produzido com estas emulsões aos solventes presentes nas tintas e produtos de limpeza de matrizes.

A película de emulsão é fotografada por contato ao fotolito original, exposta pelo lado da base plástica, em prensa à vácuo, com borracha semi-rígida. Como a exposição é feita contra o dorso, fontes de luz pontuais ou colimadas são mais indicadas para esse sistema, para garantir a nitidez (resolução) da imagem. Fontes halógenas sem refletor podem render resultados aceitáveis - outros tipos de fontes de luz podem reduzir a definição da imagem.

A exposição deve ser tal que permita obter uma camada superficial semi polimerizada na emulsão, para garantir a aderência do estêncil ao tecido da tela. O tempo de exposição, como já mencionamos, tem relação com a espessura do estêncil obtido.

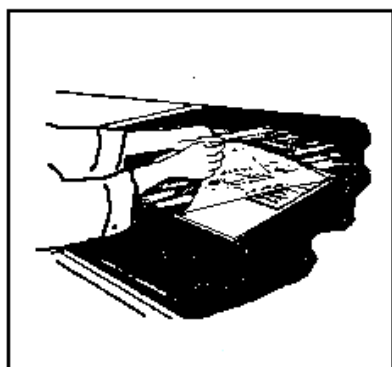
O processamento (endurecimento) é feito com um banho em solução a 1,2% de água oxigenada a 21°C. A seguir, o estêncil é "revelado" em spray de água quente (45°C) suportado pelo lado do plástico base sobre uma superfície plana enquanto se aplica o spray.

É importante que o processamento com água oxigenada seja feito imediatamente após a exposição. Uma demora de 02 horas afeta sensivelmente a definição do traçado. Há uma reversão do efeito da exposição com o tempo: após 24 horas a emulsão não processada torna-se virgem novamente, podendo ser novamente exposta. (AutoType - Emulsão Five Star).

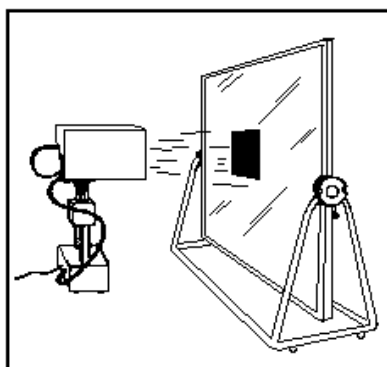
A seguir o estêncil processado é colado à tela utilizando-se papel absorvente e um rolo de pele ou espuma, do tipo utilizado para pinturas de paredes. Coloca-se o estêncil sobre uma pequena pilha de papel de jornal (do mesmo formato) e apoiado sobre o plástico base; a seguir coloca-se a tela na posição adequada (pré-registro, se houver) apoiada sobre o estêncil. Coloca-se papel absorvente e aplica-se o rolo pelo lado de dentro da tela, até retirar o excesso de água.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



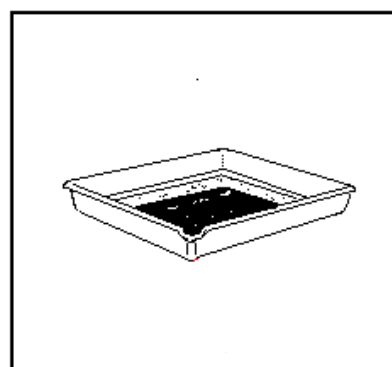


**posicionamento do filme**

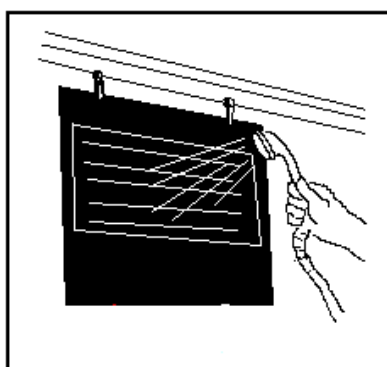


**aplicação do filme indireto**

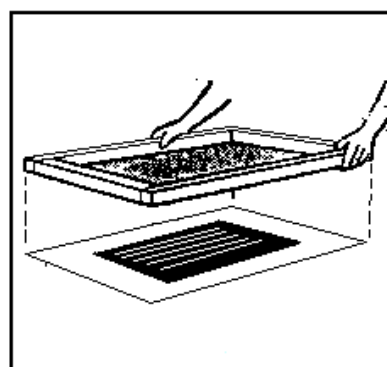
**fotografia por contato**



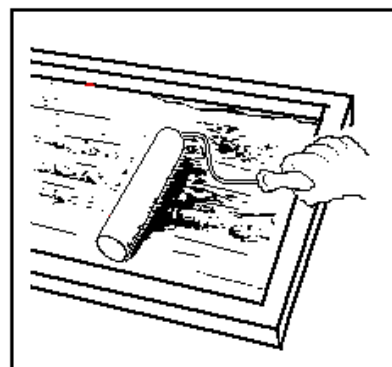
**revelação do filme**



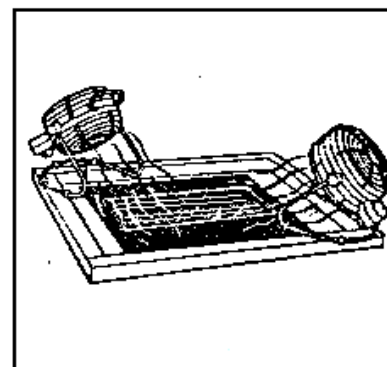
**fixação com água quente**



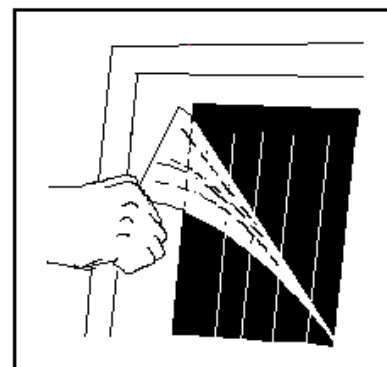
**colocação da tela ao filme**



**prensagem / eliminação do excesso de água**



**secagem com ventilação**



**retirada do filme - base**

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



consultoria-técnica-lda  
arybon@stbnet.com.br - fone (0xx11) 9186 - 6134

Após a secagem completa do estêncil, o plástico base pode ser retirado, puxando-se por uma ponta. As bordas da tela, além da área colada do estêncil, devem ser bloqueadas com emulsão líquida comum (Bloqueador PVA).

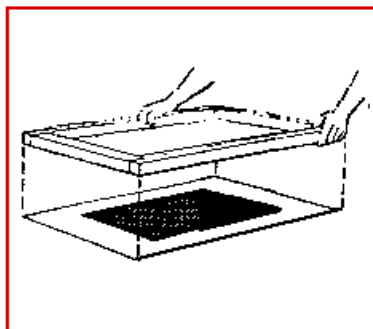
## emulsão em filme capilar

No sistema de filme direto ou de emulsão em estado seco, esta é fornecida sobre um plástico base e a exposição é feita quando já aderida à tela, como no caso da emulsão em estado líquido. As emulsões de sistema combinado podem ser fornecidas pré-sensibilizadas ou não. Atualmente no mercado há os chamados “filmes capilares” que podem ser aderidos à tela apenas com água (estes filmes tradicionalmente eram aderidos à tela utilizando-se emulsão líquida ou solvente com sensibilizante).

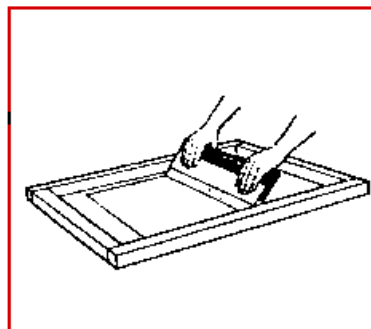
Complementando a preparação da tela para aplicação da emulsão, existem produtos químicos umectantes que melhoram sensivelmente a aderência (AutoType - AutoBond-X).

Após a secagem, o plástico base é retirado e então se faz a fotografia por contato em prensa á vácuo da mesma maneira que no caso da emulsão do sistema direto. Todos os dados referentes ao sistema direto são válidos a partir deste ponto.

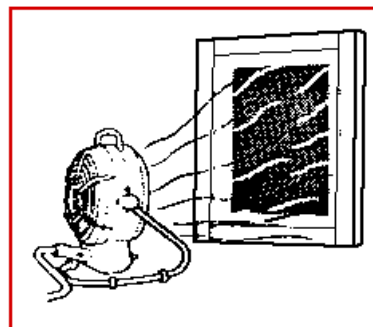
Deve-se tomar especial cuidado com a poeira ao se utilizar deste sistema.



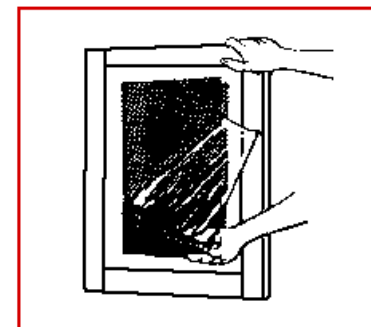
**colocação na tela molhada**



**retirada do excesso de água**



**secagem com ventilação**



**retirada do filme base**

**aplicação do filme capilar**

**exposição**  
**revelação**  
**secagem**  
**acabamento**

**processamento igual ao processo direto**

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## cuidados preliminares

Após os procedimentos de esticagem do tecido para formação da tela, esta deve ser separada para inspeção. Usa-se esperar 72 horas antes da transferência de imagem para a tela, para que os fios se acomodem à tensão evitando-se assim a deformação precoce da imagem durante a tiragem de impressão.

Uma vez que tenhamos a tela, ou seja, um quadro com o tecido tensionado a este, devemos tratar este tecido com desengraxantes especiais próprios para a finalidade (produtos de limpeza caseira, como detergentes e sapólios não são adequados).

Para a aplicação de filmes em estado seco, é conveniente, na primeira produção do estêncil (tela nova), aplicar carbetto de silício malha 600 (partículas = 13 microns max) para produzir rugosidade no lado inferior dos fios do tecido.

Esta rugosidade fará melhorar a aderência do estêncil aos fios do tecido. Evidentemente esta aplicação deve ser feita com cuidado para não danificar o tecido: coloca-se o carbetto de silício sobre a tela (lado inferior) e esfrega-se cuidadosamente com um pano molhado sobre toda a superfície da tela durante 03 minutos. A tela deve ser muito bem lavada após esta aplicação. Existem produtos à base de carbetto de silício e uma base em pasta para ser aplicada com pincel de cerdas de nylon.

A cada preparação de estêncil, o tecido deve ser desengraxado com um produto adequado. Existem no mercado desengraxantes em pasta ou líquidos. Alguns desengraxantes requerem o uso de ácido acético após o desengraxe para neutralização.

Detergentes caseiros contém aditivos que podem prejudicar a aderência do estêncil. Podem ser usados alternativamente para o desengraxe:

- (1) uma solução a 5% de soda cáustica (50g NaOH + 950 cc H<sub>2</sub>O destilada) durante 05 minutos
- (2) polvilhar a tela molhada com fosfato trisódico (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) de ambos os lados e esfregar com a brocha de nylon deixando por 2 minutos.

Os dois métodos requerem neutralização com uma solução de ácido acético a 5% (CH<sub>3</sub>COOH) por 5 minutos.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## fotografia da tela

Uma vez seca a emulsão, a tela é fotografada por contato a um fotolito em uma prensa fotográfica à vácuo com capacidade para 600 mm/Hg de pressão, no mínimo (25 psi).

O tipo de fonte utilizada, em conjunto com o tipo de sensibilizante da emulsão e a potência específica da fonte determinarão o tempo de exposição necessário para uma perfeita polimerização (endurecimento, insolubilização) da emulsão. O fator espessura de emulsão aplicada deve também ser considerado.

A resistência química do estêncil a tipos específicos de tinta depende do grau de polimerização atingido durante a exposição da tela. Idealmente falando, a emulsão formando o estêncil não deveria absorver nenhuma quantidade de solventes existentes na tinta durante a impressão.

Nos casos aonde a qualidade do fotolito não permite uma exposição correta, há a opção de se fazer um endurecimento químico após o processamento (revelação) da matriz. Evidentemente esta é uma "solução de compromisso", ou seja, não há garantias de que esta opção funcione sempre ou para todos os tipos de aplicação com diferentes tintas.

Desenvolvimentos de produtos para serigrafia feitos pelas indústrias especializadas tendem a apresentar emulsões com maiores teores de sólidos, com maior "velocidade" (menor tempo de exposição), e adequadas para mais tipos de diferentes tintas.

Com qualquer tipo de emulsão fotográfica, a melhor garantia de qualidade é fotografar utilizando o máximo tempo de exposição que não ocasione alterações no traçado original. O uso de tecidos com fios coloridos (vermelho, amarelo) permite margem para erro na exposição sem perda de detalhes, e portanto, maior polimerização da emulsão em profundidade.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## revelação da matriz

O processo é feito após a exposição com spray de água ligeiramente aquecida (30°C). A pressão do jato pode ser regulada para até 13 Kgf/cm<sup>2</sup> de alimentação com bicos de spray em leque sólido de 60 graus a 30 cm de distância, do lado inferior da tela e perpendicularmente a este. Conforme o teor de sólidos (baixo) da emulsão pode ser necessário reduzir esta pressão.

O tempo de revelação feito desta maneira é de apenas alguns segundos, sendo ideal para processamento automático da matriz. Tempos de revelação excessivos prejudicam seriamente o estêncil. Estes dados devem ser utilizados como base para ajuste de equipamento de revelação de matrizes.

Para processamento manual, pressões de 5 a 7 Kgf/cm<sup>2</sup> com jato cônico (ducha) é mais conveniente. Sprays com ar comprimido e água são menos eficientes, bem como jatos com menores pressões de água.

A falta de eficiência do spray se reverte na prática em tempos maiores para a revelação, que por sua vez se reverte em perda de nitidez (acutância) na matriz. Maiores temperaturas aceleram a revelação mas prejudicam igualmente a acutância da matriz. Banhos de imersão prolongados na tela, em geral, enfraquecem a parte exposta da matriz e a tornam mais sensível ao ataque dos solventes da impressão ou limpeza pós-impressão, além do risco de haver perda de acutância.

Após a secagem e retoques com emulsão ordinária (bloqueador), a tela estará pronta para o uso.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





## recuperação da tela ou "stripping"

A reciclagem ou "stripping" da matriz é muito importante quando se trabalha com tiragens pequenas de produção. O custo do tecido serigráfico contribui com grande percentual do custo final da impressão, de modo que a obtenção de várias matrizes partindo da mesma tela representa uma economia significativa nos custos de produção.

Para possibilitar a reciclagem mantendo-se um padrão de qualidade constante, deve-se tomar cuidados especiais com a tela que vai e volta da produção; a tensão deve permanecer acima de determinado patamar e todo resíduo de emulsões e tintas de impressões anteriores deve ser removido dos fios da tela.

Os produtos utilizados para dissolver a emulsão polimerizada que forma o estêncil ("strippers") são:

- a) solução a 14% de hipoclorito de sódio;
- b) dois banhos de soluções saturadas, permanganato de potássio e meta-bissulfito de potássio;
- c) solução de meta-periodato de sódio

Jatos de água com altas pressões (acima de 25 Kg/ cm<sup>2</sup>) conseguem arrancar mecânicamente a emulsão da tela. A eficiência desta limpeza depende da tela ter tensão elevada de esticagem (acima de 20 N/ cm).

As principais causas de dificuldades para o reaproveitamento de telas são:

- perfurações ocorridas na tela durante as impressões anteriores;
- resíduos de tinta não completamente eliminados durante a limpeza da matriz e difíceis de remover posteriormente por ficarem ressecados com o tempo;
- alterações químicas ocorridas na emulsão por ação de solventes em várias limpezas de tela anteriores, torna difícil o stripping;
- perda de tensão da tela devida ao uso (ou abuso) anterior.

Nos Estados Unidos está muito difundido o uso da reciclagem da tela, e o uso de quadros auto-tensionantes para a padronização das tensões. São reportados em artigos técnicos e folhetos de produtos, mais de 40 reciclagens por tela, onde as tiragens são cerca de 8000 impressões por turno. Considerando-se apenas um turno de vida útil da matriz (depende da criticidade do trabalho), teríamos acima de 320.000 impressões por tela para cálculo de amortização de custo do tecido.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



Uma consideração importante sobre a recuperação, principalmente no caso de impressões anteriores com tintas "pesadas" como máscaras de solda e legendas de circuito impresso, é a limpeza dos resíduos que ficam retidos nos cruzamentos dos fios da tela. Estes resíduos reduzem a passagem da tinta nas impressões posteriores, gerando "imagens-fantasma".

A remoção destes resíduos é normalmente feita com produtos fortemente alcalinos, o que prejudica a resistência mecânica do poliéster dos fios da tela (além de promoverem manchas e oxidações nos quadros metálicos).

Existem alguns produtos ecológicos para a remoção de resíduos e para a prevenção da formação destes, de uso na limpeza após a impressão. Estes produtos justificam seu custo se houver um gerenciamento do reaproveitamento de telas na linha de produção.

Equipamentos de uso concomitante a estes produtos podem prover uma limpeza de telas em ambiente limpo, organizado e ecológicamente correto.

Alguns poderão nos questionar quanto à importância deste item na nossa matéria; fazemos questão de mencionar este ponto porque a indústria serigráfica é considerada dentre as artes gráficas uma das mais poluentes.

Além disso, dado o custo dos insumos como o tecido serigráfico, que requer reaproveitamento para não onerar a produção, não será adequado considerar investimento nesta área? Seguindo este raciocínio, toda área de fábrica em que se fazem investimentos, é motivo de orgulho da empresa e alvo de visitas de clientes - Que tal se o departamento de limpeza de matrizes também o seja?

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## qualidade dos fotolitos

Verificar na página 34 a referência à densidade óptica recomendável para o fotolito.

Os fotopolímeros utilizados para fabricar matrizes de offset- litografia e flexografia são mais velozes fotograficamente do que as emulsões serigráficas. Por este motivo, os fotolitos utilizados para serigrafia devem ser mais opacos do que os utilizados para outras artes gráficas.

A densidade óptica referida ( $\geq 3,0$ ) se refere à faixa de comprimentos de onda absorvidos pelo fotoiniciador da emulsão. Isto significa que filmes para fotolito à base de diazo amarelos e vermelhos como os utilizados para circuito impresso e microfilmagem são muito eficientes mesmo para camadas grossas de emulsão serigráfica.

A falta de opacidade do fotolito é contornada no dia - a - dia de produção fazendo-se a sub-exposição da emulsão durante a fotografia da tela. Isto ocasiona problemas de absorção de água pela emulsão nas partes fotografadas, que por sua vez provoca perda de planicidade do estêncil durante o processamento e possibilidade de absorção de solventes contidos na tinta durante a impressão.

Os prejuízos indiretos à qualidade da imagem surgem como uma somatória de condições e são às vezes difíceis de rastrear, mas o apuro técnico (medir sempre) previne e ajuda a garantir a qualidade.

Não existem muitos estudos técnicos nas aplicações de fotolito específicas para serigrafia. Recomendamos a leitura dos livros "Fotografia Básica" e "Tratado de Fotografia" do prof. Michael Langford (Royal School of Arts, England) - editora Martins Fontes.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## preparação para produção

O primeiro passo é o ajuste de fora-contato do equipamento, já que qualquer etapa de operação com fora-contato errado poderá danificar a matriz.

O fora-contato promove a desmoldagem da impressão através da tensão da tela serigráfica. O fora-contato deve preferivelmente ser padronizado juntamente com o formato e dureza de rodo e tensão da matriz serigráfica. Há também a necessidade de paralelismo entre o plano da tela e do substrato.

Muitas vezes esta padronização não é possível, sendo então usual iniciarmos o ajuste de fora-contato dentro de uma faixa de tolerância. Caso haja necessidade de reajuste posterior, as etapas subsequentes deverão ser também repetidas.

Juntamente com o fora-contato e a tensão da tela, a velocidade do rodo determinará se a desmoldagem ocorrerá normalmente. Todos estes fatores deverão ser analisados conjuntamente no ajuste do fora-contato. Maiores distâncias de fora-contato implicarão em maiores deformações da imagem a imprimir.

O segundo passo da preparação para a produção é o acerto do registro de posição da imagem no substrato a imprimir.

Para a impressão em peças laminares ou filmes a melhor maneira de manter os substratos na mesma posição relativa à imagem da matriz é a utilização de dois ou mais pinos fixados ao platô de apoio, parte integrante do dispositivo de impressão. Isto implica em uma imagem de furos pré-aplicada a todos os substratos a imprimir. O registro por encosto para a transferência de várias imagens ao mesmo substrato, oferece menor precisão, a menos que os contornos sejam absolutamente idênticos (corte em guilhotina). Mecanicamente falando, a imagem de dois ou mais furos é mais simples de ser obtida em substratos de chapas rígidas e materiais em rolo. O platô deve ser adequado para suportar estes pinos de registro.

Um sistema mais aperfeiçoado e mais versátil tem platô metálico móvel com rasgos para o deslocamento e fixação dos pinos de registro e consta de quase todas as impressoras serigráficas semi-automáticas do mercado internacional (impressão plana).

A utilização deste sistema requer a preparação de tela serigráfica com pré-registro de imagem, conforme veremos mais adiante.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



Para fazer o registro, deve-se imprimir em uma folha transparente de poliéster solidária ao dispositivo de impressão chamada "overlay". Esta folha permite ao platô e à peça pinada deslizar sob a mesma até acertar a posição ideal de impressão. A seguir o movimento do platô deve ser travado, a folha transparente retirada, e a primeira peça impressa para que se façam as conferências necessárias.

Outros métodos de localização podem ser utilizados, como por exemplo tentar enxergar a placa a imprimir através da matriz serigráfica. Este método é muito difícil com matrizes comuns e praticamente impossível com matrizes de tecidos de aço.

Platôs metálicos com trilhos para pinos requerem o pré-registro da tela para limitar ao mínimo a movimentação do platô.

Pequenos erros de posição podem ser acertados nas primeiras impressões sem maiores problemas, mas reajustes de fora-contato podem requerer nova rotina de acerto do registro, pois provavelmente haverá translado da imagem juntamente com a variação do fora-contato.

Todos os ajustes dos periféricos (esteiras de cura, viscosidade da tinta, etc.) devem ser efetuados a partir deste ponto, para a conclusão da etapa de preparação para impressão.

O tempo para esta preparação (set-up time) pode variar, dependendo dos sistemas utilizados, de 5 a 45 minutos (dados comuns de produção em fábricas).

O ajuste de peso do rodo deve ser feito de maneira gradativa e crescente para não prejudicar a matriz, conforme foi comentado anteriormente. É usual nivelar o substrato colocando-se encostos da mesma espessura deste ao redor do mesmo no platô para prevenir danos à matriz na passagem do rodo pelas áreas de bordas do substrato.

É comum se ver impressores limpando a parte inferior da tela durante o processo de impressão. Isto caracteriza um defeito do processo e nunca uma etapa integrante do mesmo: os problemas de sangramento de tinta para além dos limites originais da imagem podem ser prevenidos quanto à infra-estrutura, ou cuidados no "set-up".

A nível de preparação, a simples alteração da velocidade, ângulo e pressão do rodo ou reajuste de fora-contato podem resolver o problema, conforme vimos durante a discussão de tecidos, emulsões e rodo serigráficos.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## pré - registro de imagem

O uso de um sistema de pré-registro visa reduzir drasticamente o tempo de preparação de máquina ou set-up time antes da produção propriamente dita.

As marcas de registro ou “alvos” utilizados universalmente nas artes originais e filmes de produção, permitem o acerto posicional entre as várias imagens a produzir sobre a mesma peça, mas não conseguem prover uma referência adequada para o equipamento e as ferramentas utilizadas, ou seja: telas e equipamento de impressão.

Para a implantação de um sistema de pré-registro, deve ser padronizada a posição da imagem na tela e da peça a imprimir no platô de impressão. O sistema pressupõe o alinhamento prévio feito entre o suporte da tela, a tela, a imagem, a peça a imprimir e o platô da impressora, nesta ordem.

Alguns autores citam a redução de 30% no tempo de preparação, ou seja, de 45 para 30 minutos, se a posição da tela na máquina estiver dentro de 6 mm de erro posicional máximo (Site, Fev., 1986).

Podemos reduzir ainda mais este tempo se implantarmos um pré-registro com tolerância inicial menor que 1 mm e utilizarmos lupas de aumento para acerto de registro propriamente dito.

O uso de gabaritos de registro perfurados e com alvos de posicionamento é útil e necessário para que não haja diferenças posicionais entre peças geradas em diferentes lotes de produção.

O trabalho para a implantação de um sistema de pré-registro inicia-se no planejamento de produção de um modelo, juntamente com as rotinas já existentes para este planejamento.

Para consistência de resultados, recomendamos a utilização de pinos de 3mm, por questões de resistência mecânica dos mesmos e facilidade de operação para o impressor.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



Alvos utilizados originalmente para pilotagem devem ser mantidos para o desdobramento da placa impressa na multiplicidade específica da ferramenta de estampagem.

No caso de impressão de peças flexíveis (folhas ou filmes), o sistema deve prever o uso de pinos retráteis e a fixação simultânea da peça por vácuo no platô de impressão.

Ferramentas de pinagem ou encosto devem ser previstas para a exposição da tela, e um sistema idêntico utilizado para a fixação da tela na impressora serigráfica. Tiras metálicas com furos e com pinos podem ser aderidas à tela, ao suporte de fotolito e ao dispositivo fixador de telas no equipamento de impressão para esta finalidade.

A furação feita em uma borda apenas das peças permite a padronização das distâncias entre estes furos, oferecendo a possibilidade de consistência posicional entre diferentes lotes a produzir, além de, ficando próxima ao operador, acelerar o posicionamento da peça na impressora. Uma ferramenta deve ser criada para cada modelo produzido (peça padrão) para que nela seja feito o acerto inicial de registro para a primeira imagem da placa.

A pré-pilotagem é um dos primeiros passos na direção da automação. Sem os sistemas de pré-registro, equipamentos e sistemas automáticos de impressão de todos os tipos não seriam possíveis.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



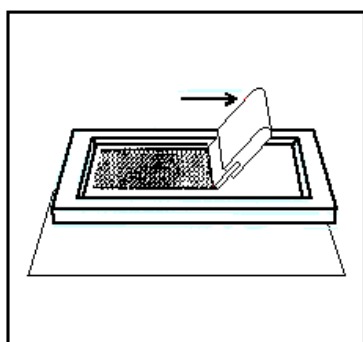
## impressão serigráfica

Pelo modo como a matriz interage com o material a ser impresso, podemos classificar a serigrafia em três tipos principais:

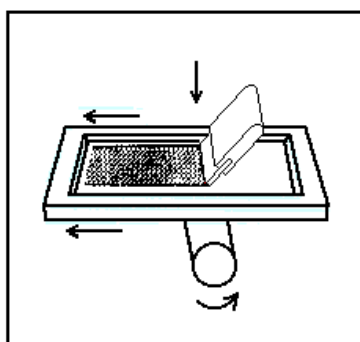
**Impressão plana** - a matriz é posicionada sobre o material a imprimir e o rodo percorre a extensão da imagem. Este tipo de impressão é adequado para materiais em folhas, placas ou que tenham superfície plana.

**Impressão cilíndrica / cônica** - o rodo fica posicionado com a borda alinhada com o eixo da peça a imprimir ou do suporte desta, a peça ou seu suporte giram enquanto a matriz percorre a extensão da imagem. Este tipo de impressão é adequado para imprimir diretamente sobre a superfície de frascos, garrafas ou potes, sendo também utilizado no caso de materiais em folhas ou bobinas.

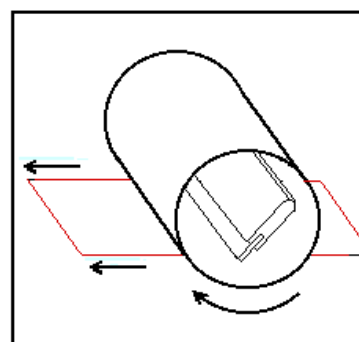
**Impressão rotativa** - o rodo fica posicionado alinhado com o eixo da matriz, esta gira de forma contínua enquanto o material passa sob a mesma. Este tipo de impressão é utilizado para materiais em bobinas.



**impressão plana**



**impressão cilíndrica**



**impressão rotativa**

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br





## técnicas serigráficas específicas

Algumas empresas padronizaram o uso dos materiais e a aplicação de impressão, de maneiras peculiares. Em alguns casos, a forma diferente de aplicação se justifica pelo funcionamento do processo na necessidade específica; em outros, o funcionamento nada tem a ver com a hipótese que gerou a opção:

**Esticagem do tecido com a trama formando ângulo com o quadro:** os fios do tecido cortam a tinta durante a impressão, o ângulo entre os fios e a borda do rôdo permitem uma pequena melhora nesta ação de corte. O ângulo conveniente para a maioria dos casos onde haja esta necessidade é de 22,5 graus. O uso de quadros auto-tensionantes inviabiliza a esticagem em ângulo. Se a máquina serigráfica dispuser de possibilidade de angulação do rodo em relação ao percurso, o efeito prático será o mesmo. Na impressão de circuitos impressos (máscara de solda), o ângulo do rôdo em relação ao percurso é utilizado para evitar falhas de deposição nas bordas das trilhas em relêvo transversais ao percurso (ângulo usado é de 6 a 10 graus).

**Impressão sem cobrimento:** a impressão utilizando sómente a quantidade de tinta que molha o rôdo permite maior uniformidade na deposição, em percursos longos de rôdo (o volume de tinta que sofre pressão do rôdo aumenta durante o percurso). Esta técnica é viável em impressões manuais que não utilizem tintas de secagem por evaporação (u.v. ou I.R.). Na impressão por máquina, o uso de tintas de evaporação é possível se o processo for contínuo. A secagem de tinta residual nos fios gera desuniformidade por falha de deposição.

**Mescla de tintas na matriz:** a impressão de cores simultâneas na mesma matriz é viável se houver um controle nas quantidades de tinta presentes durante a impressão, com renovação também constante. A repetividade de resultados é extremamente crítica. Para um bom resultado, deve ser aplicada a técnica de "sem cobrimento" e um dispositivo dosador da tinta.

**Impressão com estêncil metálico:** Utilizar folhas metálicas gravadas permite fazer variar a quantidade de tinta depositada conforme a espessura do estêncil. Esta técnica é utilizada na impressão de pastas soldantes e na impressão para preenchimento de furos de circuitos impressos. Normalmente a matriz é apenas uma folha metálica gravada, mas existe também a opção com tecido filtrante (também fica metalizado)..

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## "troubleshooting"

Há algumas etapas básicas a seguir para a montagem de uma rotina de troubleshooting (identificação, localização e correção de problemas) independentemente da natureza do problema no processo.

Estas etapas consistem na análise do problema, organização das leituras efetuadas e aplicação de possíveis soluções de maneira ordenada:

1. Identificar de maneira exata o problema. Verificar se há mais de um problema ocorrendo ao mesmo tempo - tentar isolar cada um mesmo que os problemas sempre apareçam em conjunto.
2. Obter (preparar) uma lista com os problemas indicando possíveis causas para cada um deles. Neste ponto, uma bibliografia rica será valiosa. Muitos problemas são particulares de um processo com as máquinas específicas deste e listagens "prontas" de defeitos-correções podem não cobrir todos os problemas de uma linha produtiva.
3. Colocar em ordem a lista de problemas partindo daquele com o menor n-mero de possíveis causas em diante.
4. Através de um processo de eliminação, iniciar com o problema mais simples, tentando simular o mesmo e, passo a passo, corrigindo-o. Deve-se tomar o cuidado de abordar um caso por vez.
5. A cada passo da ação corretiva, apenas quatro possíveis eventos podem ocorrer: a) o problema será resolvido; b) o problema será resolvido mas novos problemas surgirão ao mesmo tempo; c) o problema vai piorar; d) não haverá mudança. Cada uma destas ocorrências dará novos dados sobre o problema analisado.
6. Se um problema foi totalmente resolvido em um único passo, houve "sorte", extrema "genialidade" ou os requerimentos de qualidade tem poucos detalhes e são de baixo índice de exigência.
7. Se um problema foi resolvido mas ao mesmo tempo novos problemas foram criados, o caminho está correto mas deve haver outras considerações além das escolhidas na ação corretiva. O melhor é retornar às condições originais e tentar outras hipóteses que não criem problemas adicionais. Ao mesmo tempo, deve-se registrar o evento desta ação em particular, pois poderá ser útil em outros pontos do troubleshooting. Não é interessante partir para a ação corretiva dos novos problemas criados - isto pode prosseguir indefinidamente.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



8. Se o problema piorou, provavelmente deveria ter sido feito exatamente o oposto da ação corretiva escolhida. Há duas possibilidades neste ponto, restaurar as condições originais e tentar o extremo oposto ou novas possibilidades.
9. Se não houve alteração, a ação escolhida não tem absolutamente nada a ver com o problema específico. Ou foi imputada uma causa errada e tentada uma solução errada, ou o problema é ainda mais complexo (com muitas possíveis causas, das quais apenas uma foi tentada eliminar). Deve então haver uma visão mais geral e uma tentativa de separar o problema em problemas menores, com menor quantidade de possíveis causas.
10. É importante lembrar que os problemas devem ser tratados um por vez. Achar múltiplas soluções para múltiplos problemas ao mesmo tempo não é “troubleshooting”, é trabalho milagroso.

(este texto foi traduzido da revista “Screen Printing”, de setembro de 1984, de um artigo cujo autor, Tamas Frecska, \_ consultor em Artes gráficas nos USA)

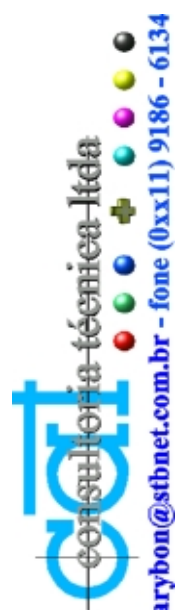
## defeitos mais frequentes

O serrilhado, por exemplo, é um defeito caracterizado pela repetição padronizada de uma falha de resolução. O defeito pode estar em um ou vários diferentes parâmetros a controlar no processo:

1. definição da matriz (resolução e acutância)
2. na pressão do rodo excessiva
3. no ângulo do rodo
4. na falta de afiação do rodo
5. no fora-contato excessivo
6. na viscosidade da tinta
7. na velocidade do rodo
8. apenas na acutância da matriz (emulsão delgada)

Para conseguirmos identificar a(s) causa(s) correta(s) é necessário identificar qual o tipo característico de serrilhado em questão. Podemos dizer de uma maneira genérica, entretanto, que o serrilhado (repetição padronizada de indefinição por interferência da tela) é um defeito de acutância na própria matriz ou na impressão, causado pelo não equilíbrio na regulagem dos parâmetros de impressão.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



DEFEITOS	AGENTES CAUSADORES	CORREÇÃO
a. Serrilhado	Matriz	Verificar melhor a qualidade da matriz
	Rodo	Ângulo, afiação, pressão
	Movimentação da tela	Menor fora-contato, tela + tensionada
	Fluxo da tinta	Melhorar planicidade da matriz; ajustar viscosidade; ajustar velocidade do rodo.
b. Perfurações	Poeira	limpar sala apenas com pano úmido
	Fluxo da tinta	reduzir velocidade do rodo; ajustar viscosidade da tinta; afiar melhor o rodo
c. Falhas nas bordas da imagem	Relação entre dimensões da trama x esp. do estêncil	reduzir espessura do estêncil inclinarmais o rodo ajustar velocidade/ viscosidade Inclinarmodo em relação ao percurso
	Idem acima com tecido HD	usar tela no máximo 120 fios T ou S
	Platô - Não plano	usar rodo mais macio
	rodo	afiar, ajustar ângulo
d. Perda de detalhes	Fluxo de Tinta	aumentar velocidade do rodo Aumentar viscosidade da tinta
	Acutância tela	verificar critérios qualidade matriz
	Fluxo de tinta	aumentar velocidade de rodo; reduzir ângulo do rodo
e. "sombra ou sangramento"	Acutância matriz	Gerar matriz mais plana e "cortada"
	Pressão rodo (máscara)	reduzir pressão utilizar rodo mais macio

DEFEITOS

segue....

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



	AGENTES CAUSADORES	CORREÇÃO
f. impressão “borrada” (traços irregulares)	Matriz	Relação entre a espessura do estêncil e a dos fios do tecido. Reduzir espessura do estêncil
	Tinta	verificar (aumentar) viscosidade; ajustar ângulo e velocidade do rodo
	Movimento de tela (esgarçamento)	reduzir fora-contato, utilizar tela mais tensionada
	Tecido frouxo na tela	utilizar 20N/cm de tensão, no mínimo
g. Falhas entre pistas (impressão de máscara)	Rodo	utilizar rodo 50 a 55 shore “A” suportado
	Reologia da tinta	ajustar velocidade e ângulo de aplicação do rodo

A tabela acima é genérica, como já mencionamos, devendo haver um estudo particularizado de cada defeito para descobrir o que está realmente sucedendo e a partir daí identificar qual o(s) agente(s) causador(es), e a ação corretiva mais adequada.

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br



## impressão de pasta fotografável (liquid photoimageable solder mask)

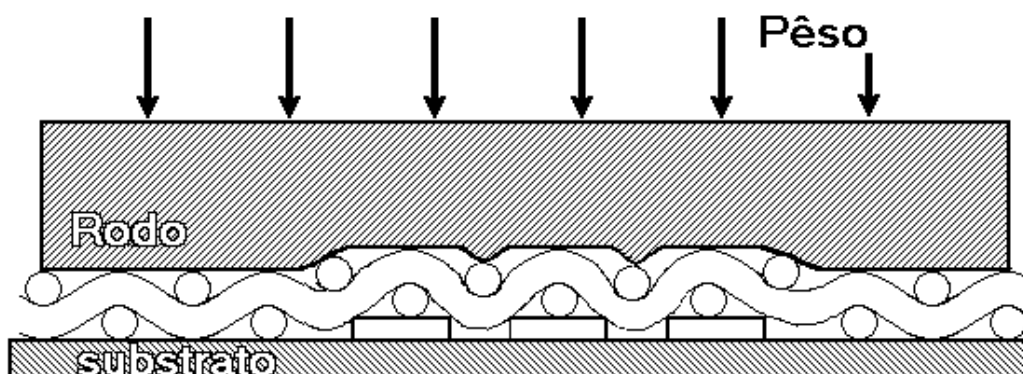
A razão para um capítulo especial sobre este tipo de aplicação é que este se tornou padrão na produção de circuitos impressos. A fotografia direta permite produzir com as seguintes vantagens sobre a imagem serigrafada:

resolução (tamanho do menor detalhe) melhorada  
viabilidade de menores tiragens - menor custo de matrizes

A aplicação de pastas fotografáveis por serigrafia tem a vantagem de reduzir solventes na aplicação e permitir maiores espessuras do que o método de aplicação por cortina. Outros métodos concorrentes são dependentes de equipamento e requerem pastas desenvolvidas diferentemente (não basta adicionar solvente).

Na aplicação, o fato do tecido serigráfico arrastar tinta na desmoldagem faz com que a velocidade de passagem do rodo, a dureza de borracha e a tensão da tela sejam muito mais críticas do que nos demais tipos de impressão.

O ponto mais crítico para a performance da máscara é a isolação nas bordas de trilhas. Um peso excessivo no rodo irá "raspar" a tinta das bordas, fazendo a isolação diminuir.



escala: 100 micra

fone (0\*\*11) 539-8066  
mail abraci@sti.com.br

