

## Serialização de embalagens farmacêuticas: avaliando as tecnologias de codificador para imprimir códigos alfanuméricos e DataMatrix de alta qualidade



## SERIALIZAÇÃO DE EMBALAGENS FARMACÊUTICAS: avaliando as tecnologias de codificador para imprimir códigos alfanuméricos e DataMatrix de alta qualidade



Os padrões internos e requisitos do setor das operações de embalagem na área de Farmácia e Ciências Biológicas/Saúde são rigorosos. Esses padrões devem ficar mais complexos, já que (1) as operações de embalagem atendem a uma base de clientes cada vez mais global e (2) os requisitos de serialização continuam a ser implementados em vários países. As embalagens na área de Ciências Biológicas impulsionaram a inovação no setor de codificação e marcação em um passado recente e continuarão a impulsioná-la no futuro previsível. Na última década, necessidades reais ligadas à impressão em alta resolução, serialização e limpeza da impressora motivaram o desenvolvimento contínuo do equipamento de impressão já existente e a introdução de novas tecnologias de impressão.

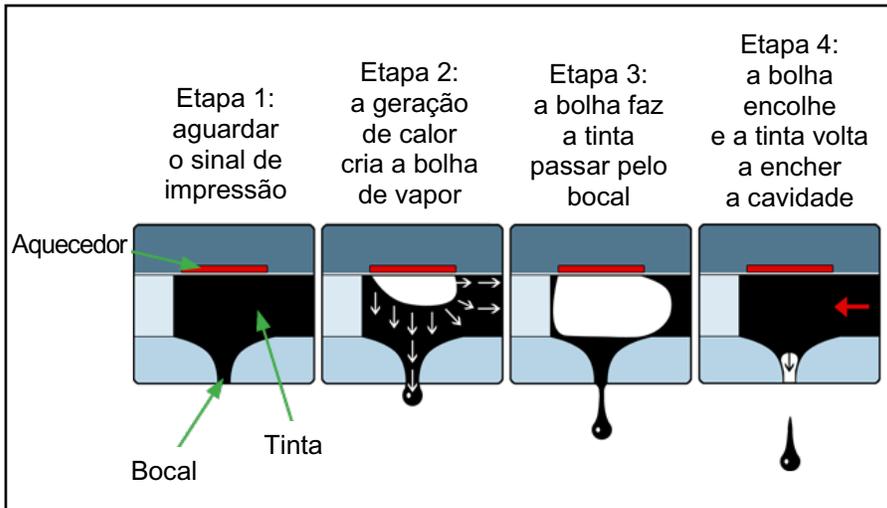
Agora, os engenheiros e gerentes de embalagens têm à sua disposição várias tecnologias de impressão para suprir suas necessidades. Se aplicada incorretamente, a escolha de codificador pode ser motivo de frustração, atrasando a velocidade e a produtividade das operações de empacotamento. Quando é especificado e selecionado adequadamente, o codificador pode e deve ser um elemento importante, porém não inoportuno, nas operações da linha de empacotamento. Com uma frequência cada vez maior, os líderes de empacotamento têm que escolher entre as duas tecnologias de impressão mais comuns para a marcação serializada: laser e jato de tinta térmico (TIJ).

Esta nota tratará principalmente da impressão de DataMatrix. Como muitos leitores desta nota já sabem, o código DataMatrix tornou-se o portador de código padrão de várias iniciativas de serialização regionais e específicas para os países. Isso posto, os comentários e recomendações contidos nesta nota se aplicam a uma variedade de aplicações que requerem codificação e marcação de alta qualidade.

### Visão geral da tecnologia

Tanto a impressão laser quanto a impressão TIJ fornecem códigos de alta resolução, adequados para o detalhamento necessário para os símbolos de DataMatrix e impressão multilinha. As impressoras TIJ disparam gotículas de tinta na embalagem à medida que ela passa pelo cartucho ou cabeçote de impressão. Essas gotas de tinta saem de uma fileira (ou mais) de bocais finos por meio do ciclo rápido de um pequeno resistor debaixo de cada bocal. Esses resistores fervem uma pequena quantidade de tinta, criando uma pequena bolha de vapor que impulsiona a gota de tinta (veja a Figura 1). Os codificadores a laser, por sua vez, usam um feixe de luz concentrado para imprimir ou alterar fisicamente a camada superior de um substrato. O feixe de luz é guiado por dois galvanômetros espelhados que direcionam o feixe de laser em dois planos (veja a Figura 2).

Figura 1 – Tecnologia de jato de tinta térmico (TIJ)



Para identificar a tecnologia correta para uma aplicação, considere os seguintes critérios:

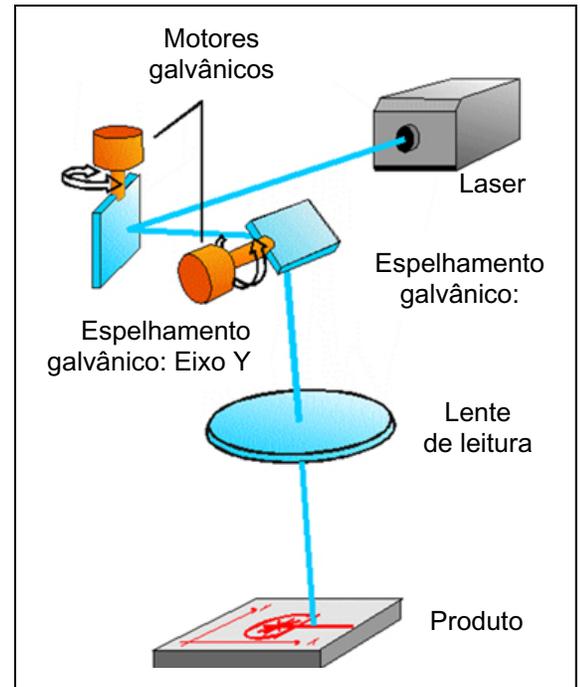
- Substrato
- Velocidade
- Manuseio e transporte do substrato
- Considerações sobre a instalação
- Custo (operacional e de capital)

### Substrato

O material que será marcado (o substrato) deve ser o primeiro critério a ser considerado. Das duas tecnologias, o TIJ é mais limitado quanto a aplicação ao substrato. Esse fator pode, muitas vezes, simplificar a escolha que o engenheiro de empacotamento deve fazer. Isso posto, as duas tecnologias exigem algumas considerações quanto à seleção e preparação do substrato.

As melhores tintas de TIJ são baseadas em água. Portanto, o TIJ é ideal para aplicações em que a tinta é aplicada a substratos porosos ou semiporosos. Os estoques de embalagens farmacêuticas e etiquetas de papel normalmente têm uma cobertura aquosa para proteger o material de empacotamento. Essa cobertura lisa impede a absorção e a secagem adequada da tinta. Para resolver isso, a cobertura da área em que o código será aplicado (janela de impressão) deve ser eliminada. Para fazer isto, basta solicitar que o fornecedor do empacotamento modifique a última etapa do processo de impressão, evitando colocar a cobertura aquosa sobre a janela de impressão. Essa etapa é conhecida como o acréscimo de um “knock-out” à embalagem. Com essa modificação, é possível obter secagens rápidas, de um segundo ou menos, o que é algo crucial para a maioria das operações

Figura 2 – Tecnologia laser



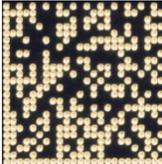
de empacotamento, para evitar que o código impresso seja manchado em etapas posteriores do codificador.



Os lasers oferecem uma variedade maior de substratos, com o potencial de marcar em papel, plástico, metal e vidro. As aplicações farmacêuticas mais comuns requerem marcação em papel (caixas e etiquetas), além de plásticos e folhas metálicas (materiais de etiquetas e materiais de vedação/barreira).

Nessas aplicações, a marca a laser normalmente é formada por ablação (os lasers de CO<sub>2</sub> e fibra queimam a camada superior do material). Há duas questões quando se trata de verificar se o substrato é adequado para a tecnologia a laser: (1) absorção da luz do laser e (2) criação de uma janela de impressão com contraste suficiente para códigos de barras de alta qualidade. A absorção depende do substrato e do comprimento de onda selecionado do laser. Esse critério deve ser verificado pelo fornecedor de codificação e marcação. Para um contraste de código adequado, geralmente é necessário modificar a embalagem com uma janela de impressão de tinta escura, chamada de "flood fill" (balde de tinta). O laser queima a camada superior de tinta escura para expor o substrato subjacente, mais claro, formando uma imagem em negativo. Os lasers podem amarelar levemente o substrato subjacente, e isso pode prejudicar o contraste do código de barras (veja a Figura 3).

**Figura 3**

Parâmetro de grau do código de barras	Exemplos de código		
Contraste do símbolo			

Para obter os melhores resultados, pode-se especificar que a embalagem deve incluir uma camada de tinta branca com dióxido de titânio ou carbonato de cálcio, a ser aplicada antes da aplicação do flood fill. Isso aumenta a refletância da parte branca do código e pode melhorar o contraste e a legibilidade do código de barras.

### **Velocidade de linha de empacotamento**

Os engenheiros de empacotamento precisam garantir que ativos valiosos, como o maquinário de empacotamento e os operadores qualificados, sejam utilizados com a maior eficiência possível. Portanto, a velocidade de linha e o rendimento são importantes critérios de decisão. No caso do TIJ, a velocidade de linha máxima é um cálculo simples, determinado pela resolução de impressão selecionada para o código (na direção do deslocamento do substrato) e pela velocidade máxima de

ativação e desativação dos resistores (a frequência de disparo). A complexidade do código (por exemplo: duas linhas de texto vs. quatro linhas de texto) não afeta a velocidade de linha máxima, já que a tecnologia TIJ pode disparar todos os bocais ao mesmo tempo, o que é uma de suas principais vantagens. Portanto, um código de quatro linhas com um código de barras DataMatrix pode ser impresso com a mesma velocidade de linha que um código de lote e validade com duas linhas, mais simples. Esse aspecto da tecnologia TIJ é uma garantia para os engenheiros de empacotamento que preveem o acréscimo do conteúdo de código no futuro, para rastreabilidade interna ou por causa de requisitos externos (por exemplo: normativos).

O cálculo da velocidade de linha máxima a laser é um pouco mais complexo que o do TIJ, já que vários fatores influenciam as velocidades de linha máximas. Esses fatores envolvem:

- Substrato – quanta energia (tempo) é necessária para fazer a ablação no material para formar o código?
- Tamanho da lente/tamanho do campo de marcação – por quanto tempo o laser tem que atuar no produto para marcar?
- Tamanho e complexidade do código – quanto conteúdo de código é necessário e quanto tempo total é preciso para formar o código?
- Espaçamento dos produtos – qual é o espaçamento entre os produtos e como isso afeta o tempo em que o laser pode atuar no produto da frente antes de passar para o próximo produto?



Na maioria das aplicações farmacêuticas comuns descritas anteriormente, um laser de CO<sub>2</sub> típico de 30 watts ou um laser de fibra de 20 watts oferece velocidades de linha muito competitivas, se comparadas com a tecnologia TIJ. À medida que o substrato se torna mais desafiador (por exemplo: plásticos, folhas, metais), isso pode exigir tempos de marcação maiores e linhas de funcionamento mais lentas. No entanto, essas aplicações não se enquadram na janela de aplicação do TIJ. Por isso, o laser é a tecnologia padrão. Um especialista em codificação e marcação deve auxiliar na avaliação da aplicação, devido aos vários fatores detalhados acima.

### Manuseio e transporte do substrato

Tanto as impressoras laser quanto as de TIJ requerem que o transporte do substrato seja suave e livre de vibrações, para que os códigos tenham a qualidade mais alta. Os lasers devem se integrar adequadamente à linha com uma ferragem de montagem resistente, para garantir que não haja vibração durante a operação e que o plano das lentes de marcação fique perfeitamente paralelo ao substrato que está sendo marcado, com um eixo do cabeçote de marcação a 90 graus em relação à direção do deslocamento do substrato.

As duas tecnologias podem operar em aplicações de empacotamento contínuas e intermitentes (do tipo que "para e vai"). A capacidade de imprimir em embalagens em movimento e estacionárias é uma vantagem do laser. Em comparação, um cabeçote de TIJ requer que o substrato se desloque ao longo da frente do cabeçote de impressão pra aplicar um código. Como alternativa, o cabeçote de impressão de TIJ pode ser atravessado fisicamente ao longo de um substrato estacionário, mas isso aumenta o aspecto da integração mecânica à linha de empacotamento.

Veja alguns exemplos de aplicações:

- Contínuo: codificação de caixa de papelão
- Contínuo: impressão baseada na Web
- Intermitente: etiquetador de garrafas
- Intermitente: linhas de bolsas médicas e blisters

A distância máxima permitida entre o codificador e o substrato que receberá a impressão varia de uma impressora laser para uma impressora TIJ. Devido ao seu projeto, os cabeçotes de TIJ devem ser posicionados muito próximos ao substrato. Normalmente, essa distância (conhecida como "distância de arremesso") não deve passar de 2 mm para códigos DataMatrix de alta qualidade. Uma variação superior a 2 mm pode fazer com que os caracteres fiquem borrados e os códigos DataMatrix, ilegíveis (veja a Figura 4). Os lasers oferecem algumas vantagens em relação ao TIJ, tanto em termos de distância entre as lentes focais e o substrato quanto no que diz respeito à variação permitida no posicionamento dos produtos. Uma aplicação típica de codificação em caixas pode exigir uma distância focal de 100 mm, com tolerância de +/- 3 mm para a posição da embalagem em relação à posição de marcação nominal. Essa tolerância incremental fornece uma margem de segurança em relação ao manuseio do material.

**Figura 4**



#### **Considerações sobre a instalação - TIJ**

Apesar da limitação do TIJ em relação à distância de arremesso, a tecnologia é limpa por natureza e os cabeçotes de impressão são relativamente pequenos, facilitando a integração às linhas de empacotamento. Conforme foi descrito anteriormente, é possível obter tempos de secagem de menos de um segundo com as melhores tintas, e os trilhos guia devem ser posicionados corretamente para evitar o contato com o código impresso logo ao sair da impressora.

### Considerações sobre a instalação - Laser

A tecnologia de marcação a laser envolve duas considerações adicionais para uma instalação correta e segura: blindagens do feixe e extração do vapor.



Para a segurança do operador, devem ser instaladas blindagens para impedir o acesso à energia laser durante a operação normal. Essas blindagens devem incluir intertravamentos para as portas de acesso e etiquetas de advertência em todos os painéis removíveis. Se alguma questão de manuseio de material impedir a blindagem total do sistema de laser, as blindagens do feixe devem ser empregadas diretamente ao redor do cabeçote de marcação. No caso dos lasers de CO<sub>2</sub>, policarbonato e acrílico são materiais aceitáveis para blindar o feixe. No caso dos lasers de fibra e Nd-YAG, as blindagens devem ser feitas de chapas metálicas. Você encontra detalhes adicionais no padrão ANSI Z136.1.



O processo de ablação para marcar a laser cria vapores que contêm pequenos particulados e gases que podem representar um risco à saúde. A aplicação de laser a caixas de papelão e etiquetas de papel também solta particulados que podem ser inalados pelos operadores da linha. A prática recomendada para qualquer instalação de laser inclui a implementação da extração de vapor com um sistema de filtragem. Normalmente, são utilizados três níveis de filtragem: uma pré-filtragem para particulados

grossos, um filtro HEPA para particulados finos e um filtro químico para aprisionar gases e eliminar odores. Um especialista em codificação e marcação pode orientar em relação a esses elementos em uma instalação de laser.

### Custo (operacional e de capital)

No ambiente empresarial atual, obviamente o fator custo tem grande importância e o laser e o TIJ oferecem dois modelos diferentes de aquisição de capital. Em termos de custo total de propriedade, o TIJ e o laser podem ser soluções competitivas, mas o custo de capital do TIJ é menor que o da tecnologia a laser. Essa vantagem aumenta sempre que há necessidade de vários locais de impressão em um determinado substrato. Os codificadores de TIJ têm a oportunidade de acrescentar vários cabeçotes de impressão a um determinado controlador, oferecendo uma forma fácil de imprimir em dois lados (ou mais) de uma caixa ou imprimir em várias linhas. Os lasers se beneficiam da eliminação da necessidade de tintas, mas os orçamentos operacionais devem levar em conta a substituição do filtro. A frequência de substituição é determinada pela quantidade de detritos/vapores relacionados ao substrato específico, o rendimento e a utilização da linha de embalagem. Um especialista em codificação e marcação pode fazer uma comparação personalizada dos custos dessas duas tecnologias, levando em conta os requisitos específicos da aplicação.

## Conclusão

Como esta nota explica, vários fatores devem ser avaliados ao escolher entre as tecnologias de codificação a laser e TIJ. Além do substrato, não existe nenhum critério decisivo para a escolha de uma das tecnologias. Um especialista em codificação e marcação que conhece as duas tecnologias pode avaliar as necessidades específicas da aplicação, avaliar as necessidades previstas para o futuro e fazer recomendações ideais para a aplicação. Com base nessa assessoria, as empresas podem aplicar suas próprias classificações a esse conjunto de critérios para consideração para tomar decisões informadas sobre a melhor tecnologia de marcação para seus custos de operações de embalagem.

## Mais informações

Para obter mais informações sobre a impressão de jato de tinta térmica e laser para aplicações farmacêuticas, entre em contato com a Videojet Technologies Inc. pelo número (11) 4689-7273 ou acesse o site [www.videojet.com](http://www.videojet.com).



### Impressoras de jato de tinta por transferência térmica (TIJ) Videojet

- Códigos de barras 2D de alta resolução, até 600 dpi
- Excelente para papelão poroso e substratos semiporosos
- Design compacto com várias opções de cabeçote de impressão
- Servidor da Web e protocolos de comunicação avançados para auxiliar na integração



### Sistemas de marcação a laser Videojet

- Códigos de barras 2D de alta resolução com células redondas ou quadradas
- Ideal para códigos do tipo preto no branco (em negativo) (ablação da tinta preta)
- Adequados para substratos de papelão, metal, vidro e plástico

## **VIDEOJET TECHNOLOGIES S.L.**

Rua José Martinho dos Santos nº 5 loja 1  
2615 - 356 Alverca  
Lisboa – Portugal  
Tel.: +351 219 587 810 / 1

[www.videojet.pt](http://www.videojet.pt) [ptgeral@videojet.com](mailto:ptgeral@videojet.com)

