

3 Fundamentos da Estamparia Digital

O termo Estamparia Têxtil exprime um sistema de produção artesanal ou industrial que, utilizando-se de diferentes técnicas transfere repetitivamente para o tecido, desenhos coloridos ou efeitos.

O começo da ornamentação dos tecidos, com estampas de desenhos coloridos, é bem remoto e depende em grande parte de referências literárias e de evidências visuais como o caso, por exemplo, dos finos trajes encontrados nas pinturas das paredes de Pompéia.

Uma túnica de linho fino, encontrada na tumba de Tutakhamon, hoje no Victoria and Albert Museum de Londres, datada de 1360 AC, é extremamente rara porque sua conservação dependia de condições arqueológicas favoráveis.

Uma forma indireta de estudar tecidos antigos é por meio da forma gravada deixada em metais e objetos após sua completa decomposição.

Muitos tecidos do período medieval estão bem preservados, pois encontravam-se em poder da Igreja, nas tumbas reais e em tesouros eclesiásticos.

É provável que a arte da estamparia têxtil tenha origem na China, ou mesmo na Índia, utilizado o sistema “Block Printing” (figura 66).



Figura 66.: Block Printing indiano, onde originalmente eram usadas 3 cores: a raiz da Garancina, para vermelho, o óxido de ferro, para preto e o Índigo para o Azul

Certo é que foram os chineses que inventaram a imprensa, utilizando blocos de madeira com textos entalhados, que após serem molhados na tinta eram carimbados

no papel. É possível que tenham feito o mesmo com tecido. De qualquer forma, isso não ocorria de forma tão rápida, porque as técnicas eram mantidas em absoluto sigilo e só iniciados conheciam o processo. Seria necessário reunir, artesãos da impressão do papel que dominavam a arte “carimbo”, com artesãos tintureiros que detinham a técnica da aplicação de cor em tecidos.

Durante o período provável do aparecimento da estamperia na China, o governo Indiano encontrava-se nas mãos do Bramanismo, guardião do Vedras – escritos Sânscritos, reverenciados e sagrados para os Hindus. Estes escritos de 1200 AC dividiam o povo em quatro castas, relacionando as atividades que podiam ser exercidas por cada uma delas. Nestes escritos não se encontra qualquer referência aos trabalhadores de estamperia. Havia severas punições para aqueles que exercessem atividades não registradas no Vedras. Estes fatos fazem crer que a atividade de estampador de tecido não existia naquele momento na Índia.

Pelo ano de 1200 AC é onde também surgem as evidências do aparecimento, na China, dos tecidos de seda.

O surgimento da estamperia de tecidos na Europa também é obscuro. Provavelmente teve início no século XIV, nos mosteiros medievais e em seus arredores, conforme indicam os fragmentos de linho e de seda, estampados pelo sistema Block Printing, encontrados. Acredita-se que a estamperia têxtil tenha surgido na Europa antes da imprensa de Gutemberg. Apesar de se ter conhecimento de que os antigos monges utilizavam o Block Printing, não se sabe ao certo de que forma aplicavam.

A moderna estamperia da Europa derivou certamente da Índia. Em meados do século XVII de lá por terra, através da Pérsia, alcançando a Alemanha, a França e a Inglaterra. Na mesma época, franceses traziam pelo mar, de suas possessões na costa leste da Índia, a técnica da estampa indiana sobre algodão. Por este motivo, acredita-se que a França tenha sido a primeira nação européia a estampar o algodão sendo logo seguida pelos alemães. Já no final do século XVII, Alsbury ficou conhecida no continente por sua excelente estamperia sobre linho.

Acredita-se que a Holanda tenha sido a primeira a tecer no continente europeu o tecido de chita (de algodão), característico da Índia. Alguns historiadores aceitam que trabalhadores holandeses tenham levado a técnica da estamperia têxtil para a Inglaterra, porém isto é contestado porque esses artesãos “pintavam” tecidos e não o “estampavam”.

Em 1690 aparece na França, em Richmond-on-Thames a primeira estamperia de produção, embora publicações de 1677 façam referências a certo Jeshua Child,

que importou da Índia grande quantidade de tela de algodão (chita) com a finalidade expressa de estampá-la “industrialmente”.

Em 1801, Joseph-Marie Jacquard desenvolveu o primeiro processo têxtil digitalizado. Sua idéia consistia em um sistema em que cada fio colorido de urdume podia ser acionado independentemente no tear. Desta forma tornou-se possível a formação de desenhos complexos no tecido. O mecanismo era acionado por uma placa de madeira perfurada. Um pino metálico deslizava sobre a placa e quando entrava no orifício comandava um determinado conjunto de fios. Semelhantemente, o cartão perfurado também foi utilizado para armazenar dados digitais e sobreviveu nas listas de produto da IBM até 1984 (TYLER, 2005).

Em 1951 a empresa Siemens colocava no mercado a primeira impressora comercial com o sistema de jato de tinta (INKJET), denominada Elema Oscilomink (UJIIE, 2006).

Nos anos 70 surge a primeira tecnologia de estamperia digital têxtil, o Sistema Millitron, para produção de tapetes, patenteado pela empresa Milliken (figura 67). Usando ar comprimido, conduzia as soluções de corante para os bicos pulverizadores. Este processo é conhecido como Atomização. A resolução de imagem não era alta, contudo satisfatória para o uso proposto. Essa tecnologia Millitron foi aperfeiçoada com o tempo e hoje utiliza jatos de tinta ativados por válvulas solenóides, com mais de 13000 micro-injectores, que permitem uma apresentação extremamente detalhada do desenho e em grandes formatos.



Figura 67.: Saguão da empresa Milliken com carpete e tapete produzido no sistema Millitron

A introdução de novas tecnologias influencia a sociedade e modifica as estruturas globais e nossos sistemas de valores. A revolução industrial clássica introduziu, nos séculos XVIII e XIX, novas máquinas e novos sistemas administrativos

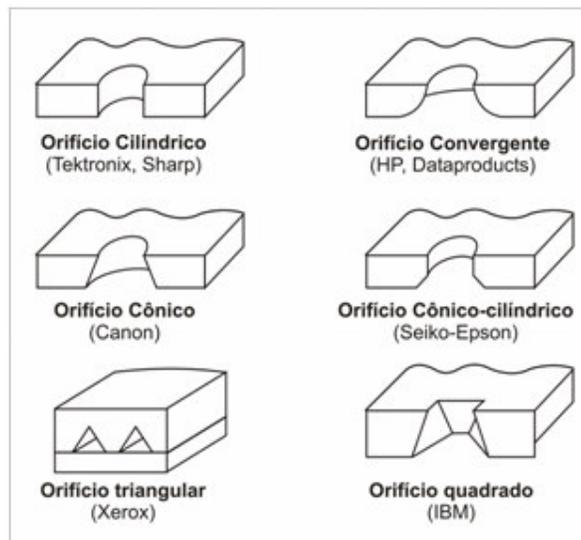


Figura 69.: Formato de orifícios de saída de diversos fabricantes.

Com a ajuda da tecnologia laser são produzidos orifícios da cabeça de impressão com formatos cada vez mais otimizados (figura 70).

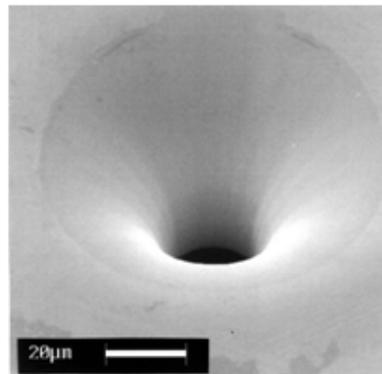


Figura 70.: Imagem ampliada do orifício da cabeça Spectra-M

A tecnologia de impressão Inkjet (jato de tinta) pode ser classificada em dois grandes grupos (Ujii,2006,pg30). Um sistema de *Jato de Tinta Contínuo* (**CIJ** – Continuous Ink Jet) e um sistema de *Jato de Tinta Intermitente* (**DOD** - Drop-on-Demand), conforme mostrado esquematicamente na figura 71. Encontra-se também referência (Tyler,2005) a outro sistema híbrido, denominado *Jato de Tinta Pulsante* (**PJ** - Pulsed Jet).

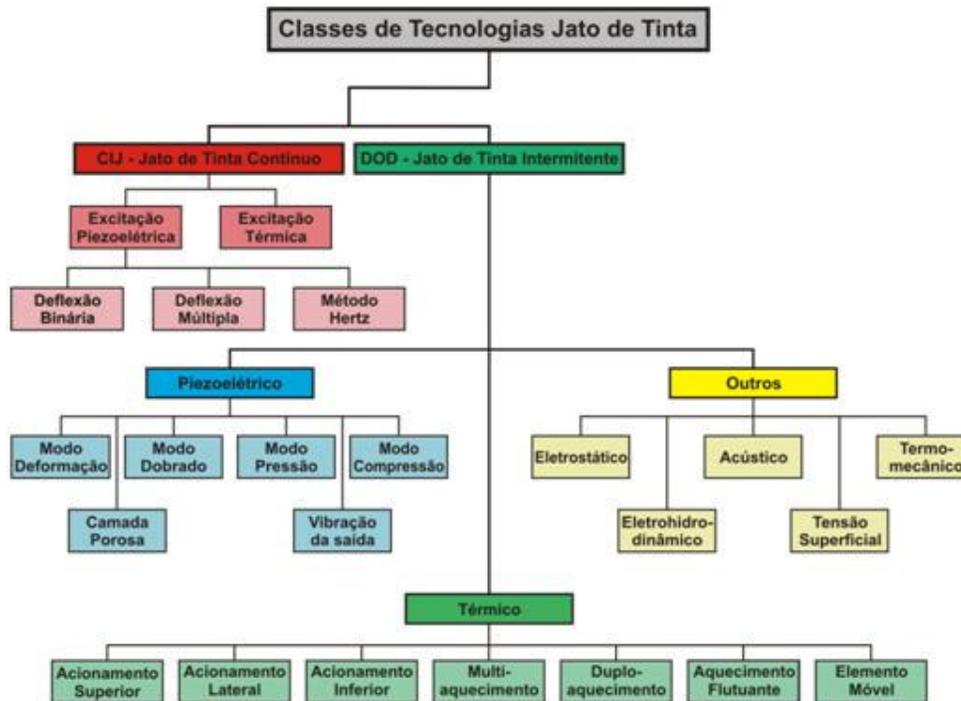


Figura 71.: Esquema de classificação da tecnologia de impressão jato de tinta

3.1.1. O sistema jato de tinta contínuo

No sistema CIJ, jato de tinta contínuo, a tinta é comprimida a pressão constante, fluindo continuamente através do orifício e com velocidade constante de gotejamento.

O sistema por gravidade resultaria em um gotejamento com freqüência aleatória e com gotas de volumes variáveis. Isto foi corrigido pela introdução de uma freqüência periódica de excitação no sistema, que combinada com as dimensões do bulbo, resultou no controle da velocidade de gotejamento, obtendo-se desta forma um fluxo constante e de grande precisão.

Após deixar o orifício, as gotas passam entre eletrodos de carga onde são carregadas eletricamente (figura 72). As gotas são desviadas pelas placas de deflexão, e chegam ao substrato, ou então seguem para um duto de recirculação de tinta. Desta forma são selecionados os pontos que devem receber tinta para formar o desenho no substrato.

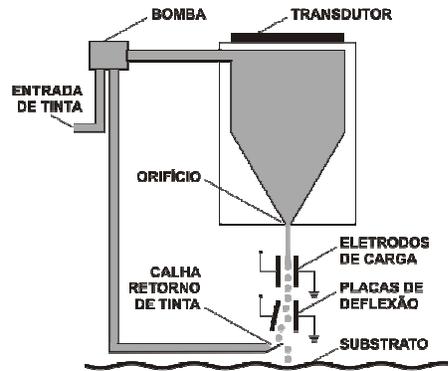


Figura 72.: Cabeça de impressão com eletrodos de carga e placas de deflexão

O sistema CIJ convencional conta com um transdutor piezoelétrico para gerar a excitação do sistema. O fenômeno piezoelétrico foi descoberto por Pierre e Jacques Curie em 1880.

Quando uma tensão elétrica é aplicada em determinados cristais isto provoca uma deformação física, como mostrado na figura 73. O fenômeno é reversível, isto é, uma ação mecânica produz um estímulo elétrico. Um dos compostos utilizados para essa finalidade é o Zirconato - Titanato de Chumbo (PZT – Lead Zirconate Titanate).

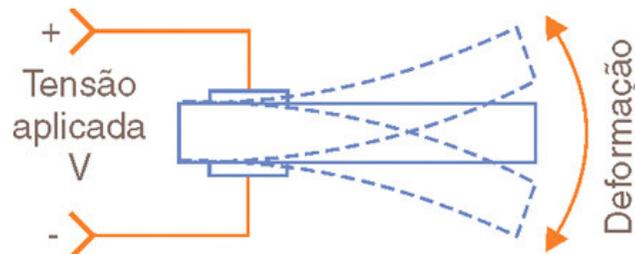


Figura 73.: Esquema de funcionamento de um mecanismo piezoelétrico

Existem três métodos de deflexão da gota. O primeiro método abordado é o *Deflexão Binária*, mostrado na figura 74, em que a gota ou é enviada para um único ponto do substrato ou é desviada pelo campo eletromagnético constante para uma calha de recirculação de tinta.

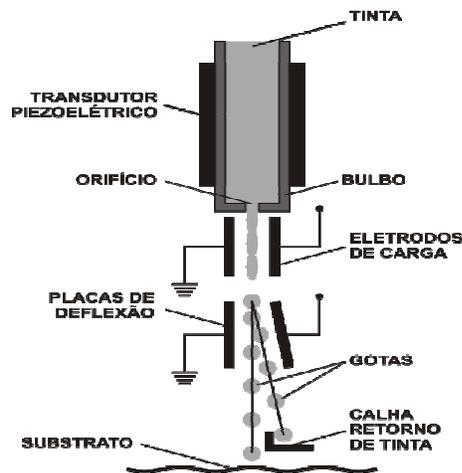


Figura 74.: Esquema de cabeça de impressão com mecanismo de deflexão binária

No modelo de *Deflexão Múltipla*, figura 75, o campo eletromagnético atua com intensidade variável e faz com que as gotas viajem em várias direções, incidindo em vários pontos do substrato. Aquelas que não sofrem deflexão vão para a calha de retorno de tinta.

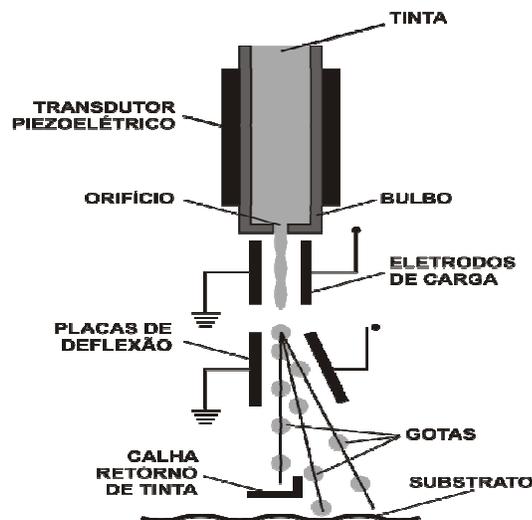


Figura 75.: Esquema de cabeça de impressão com mecanismo de deflexão múltipla

Com o *Método Hertz* (HERTZ *et al*,1986), desenvolvido em 1986 na Suécia pelo Dr. Carl H. Hertz, possibilita que a quantidade de tinta depositada por área de substrato seja variável. Isto é obtido gerando-se gotas bem menores (figura 76) da ordem de 3 pl, com velocidade de 40 m/s e freqüência de excitação do piezoelétrico em torno de 1MHz. As gotas que não devem atingir o substrato sofrem deflexão indo para a calha de retorno de tinta. A empresa Iris Graphics, atualmente Kodak, comercializou um equipamento com esta tecnologia.

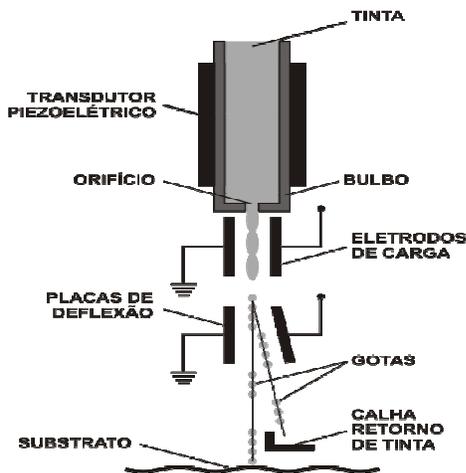


Figura 76.: Esquema de cabeça de impressão com sistema Hertz

A empresa Kodak desenvolveu também um sistema **CIJ** em que a excitação térmica (figura 77) é usada para gerar gotas de modo uniforme (HAWKINS, 2003). Nesta versão tecnológica, ao redor de cada orifício existe um campo de aquecimento em forma de anel. O aquecimento gera o aumento da temperatura da tinta na vizinhança do orifício, provocando a diminuição da viscosidade da mesma. Como a frequência de aquecimento é periódica, a velocidade da gota é constante, o que resulta em gota com volume uniforme.

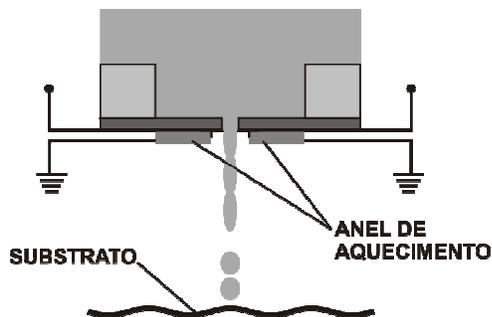


Figura 77.: Esquema de cabeça com mecanismo de excitação térmica

3.1.2. O sistema jato de tinta Intermitente

No sistema jato de tinta intermitente (DOD), dependendo da arquitetura da cabeça, pode ter o transdutor piezoelétrico fixado na membrana que forma a parede do bulbo (figura 78) ou o próprio transdutor forma o bulbo, como ocorre nas versões mais recentes.

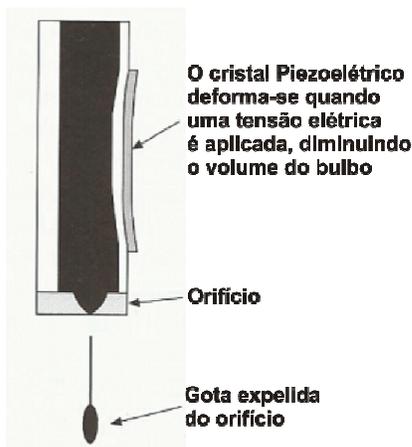


Figura 78.: Esquema de cabeça com transdutor piezoelétrico na parede

Quando uma tensão elétrica é aplicada nos eletrodos do elemento piezoelétrico, o volume do bulbo se reduz e faz com que a gota seja expelida pelo orifício.

As cabeças de impressão jato intermitente piezoelétricas (PIJ – Piezoelectric ink jet) são encontradas em 6 arquiteturas distintas, conforme descrito a seguir.

A configuração usada pela impressora Spectra (Fishbeck et al.,1989), utiliza o *Modo Deformação (Shear Mode)*. Neste sistema PIJ, (figura 79) o campo elétrico (C) é perpendicular à direção dos vetores de polarização (P) gerados pelo material piezoelétrico. A aplicação desta força produz uma deformação, que curva a membrana (M) do bulbo, provocando o gotejamento.

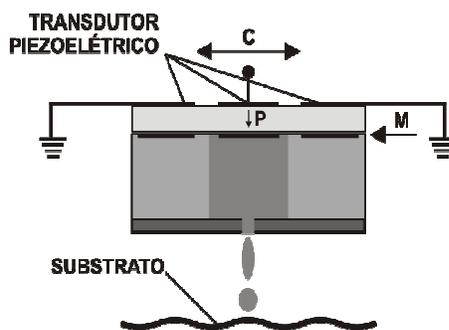


Figura 79.: Esquema de cabeça com transdutor piezoelétrico modo Deformação

A cabeça múltipla da Xaar's (TEMPLE et al,1995) também utiliza o *Modo Deformação* com o campo elétrico (C) perpendicular à direção dos vetores de polarização (P), gerados pelo material piezoelétrico. Contudo, nesta versão vista na figura 80, as câmaras de deformação estão entalhadas dentro do material piezoelétrico e os eletrodos estão posicionados na parte superior das mesmas.

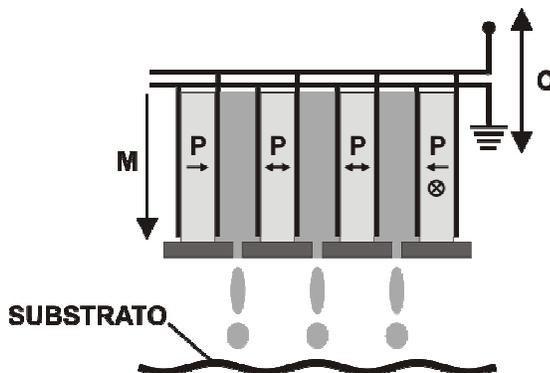


Figura 80.: Esquema de cabeça com transdutor piezoelétrico modo Deformação Xaar

No *Modo Dobrado (Bend Mode)* de PIJ, o campo elétrico (C) e a direção dos vetores de polarização (P) gerados pelo material piezoelétrico são paralelos, conforme figura 81. O material piezoelétrico fica posicionado na parte superior e comprime a membrana (M) e esta por sua vez comprime a tinta que é expulsa através do orifício.

Empresas como a PicoJet, Epson e TekTronix (Xerox), utilizam esta configuração de cabeça (UJIE, 2006).

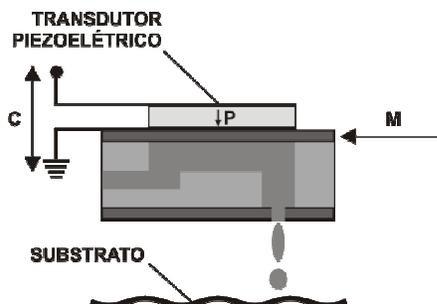


Figura 81: Esquema de cabeça com transdutor piezoelétrico modo Dobrado

Na PIJ, Modo Pressão, utilizado pela empresa Trident, figura 81, o campo elétrico (C) e os vetores de polarização (P) também estão posicionados paralelamente, porém a membrana (M) está colocada na direção paralela à da expansão do material piezoelétrico.

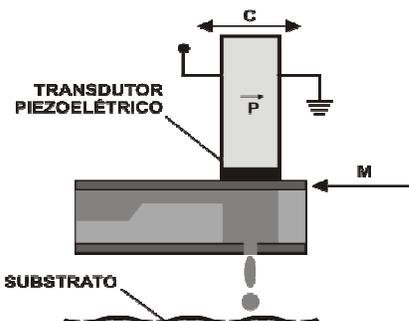


Figura 81.: Esquema de cabeça com transdutor piezoelétrico modo Pressão

No PIJ, *Modo Compressão (Squeeze Mode)*, a ejeção da gota é produzida por um tubo de material piezoelétrico. Quando o campo elétrico (C) é aplicado, o tubo diminui seu volume interior, figura 82, expelindo a gota de tinta na direção do eixo do tubo.

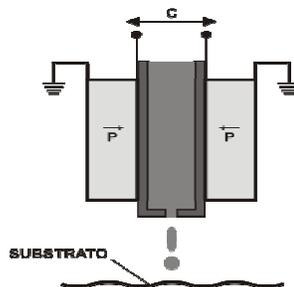


Figura 82.: Esquema de cabeça com transdutor piezoelétrico modo Compressão

Uma nova configuração de PIJ foi desenvolvida por The Technology Partnership (ARNOTT *et al*, 2002). Nesse sistema denominado *Modo Vibração de Saída (Nozzle Excitation)*, os elementos piezoelétricos são montados na placa do orifício de saída, figura 83. Sua simplicidade resulta em significativa vantagem no custo bem como em robustez. Esse produto ainda não está sendo produzido comercialmente.

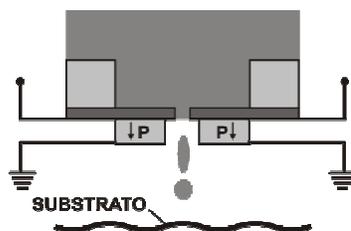


Figura 83.: Esquema de cabeça Piezoelétrico modo Vibração de Saída

A cabeça de impressão desenhada pela empresa Aprion (figura 84) tem sua câmara de atuação produzida externamente com uma camada porosa de aço inoxidável sinterizado. A tinta preenche os espaços da camada porosa. Esse sistema é conhecido como *Membrana Porosa (Porous Layer feed)*.

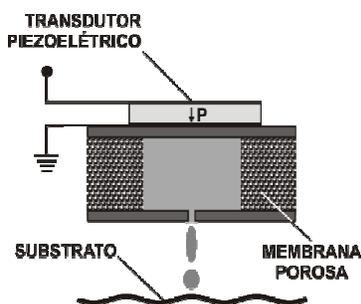


Figura 84.: Esquema de cabeça Piezoelétrica modo Membrana Porosa.

Ainda no sistema DOD, encontramos a cabeça de impressão térmica, TIJ (*thermal ink jet*) como indica o nome. Ele gera a elevação térmica em uma região do interior do recipiente que contém a tinta, utilizando para isso a tecnologia da microeletrônica.

Um pulso de corrente elétrica causa, rapidamente, o aquecimento da tinta situada no entorno do dispositivo de aquecedor, até uma temperatura próxima aos 300°C. Isso causa a formação de uma bolha de vapor que se expande violentamente, ejetando a gota de tinta pelo orifício de saída. A água produz uma bolha mais explosiva do que outros solventes. Por esse motivo esse processo é mais favorável a utilização de tintas à base de água.

A bolha alcança seu tamanho máximo e então de forma violenta entra em colapso, retornando ao seu estado inicial. Devido essa característica explosiva, tem-se pouco controle sobre o processo. Técnicas de pré-aquecimento da tinta no entorno do ponto da formação da bolha são por vezes utilizados (Ujiie,2006). Com esse procedimento consegue-se controlar, ainda que de forma limitada, o volume da gota ejetada.

Existem diversas configurações de cabeças do tipo TIJ. Uma das mais comuns é a do tipo *Acionamento Superior (Roof Shooter)* em que o plano de aquecimento (A), na parte superior, é paralelo ao plano do orifício (O), na parte inferior, visto na figura 85.

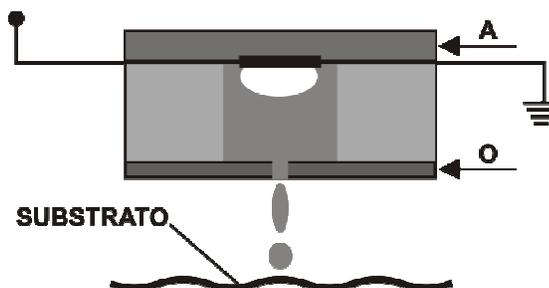


Figura 85.: Esquema de cabeça térmica do tipo Acionamento Superior

Outro sistema muito comum é o denominado *Acionamento Lateral (Side Shooter)*. Neste caso o plano de aquecimento (A) está posicionado lateralmente, sendo perpendicular ao plano do orifício (O), como mostra a figura 86.

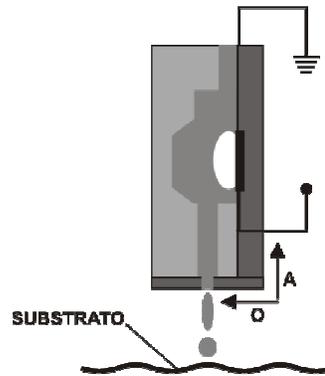


Figura 86.: Esquema de cabeça térmica do tipo Acionamento Lateral

Existe também uma cabeça TIJ com desenho chamado *Acionamento Inferior (Back Shooter)*, mostrado na figura 87, onde o sistema de aquecimento está localizado na parte inferior da cabeça (LEE *et al.*, 2004).

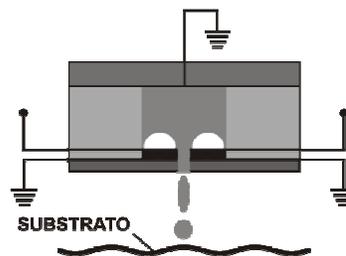


Figura 87.: Esquema de cabeça térmica do tipo Acionamento Inferior

Em 1997 foi introduzida no mercado, pela empresa Canon, a versão TIJ do tipo *Multi Aquecimento (Multi Heater)* que possibilita a modulação da gota, conforme mostrado na figura 88.

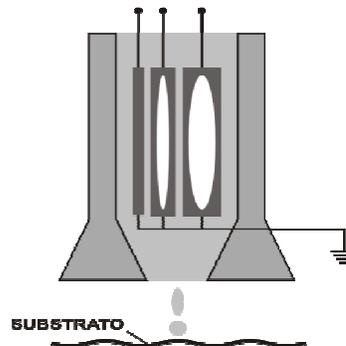


Figura 88.: Esquema de cabeça térmica do tipo Multi Aquecimento.

A marca Sony desenvolveu um TIJ, variante do tipo *Acionamento Superior*, onde existem não uma, mas duas fontes de aquecimento independentes (Eguchi *et al.*, 2006). Essa configuração permite controlar a direção da gota ejetada, como mostrado na figura 89.

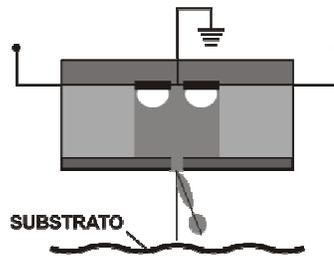


Figura 89.: Esquema de cabeça térmica do tipo Acionamento Superior Sony

A configuração TIJ denominada *Aquecimento Flutuante (Suspended Heater)*, apresenta grande eficiência energética (Kubby,1998). Neste sistema como o elemento aquecedor fica envolvido pela tinta (figura 90) e grande parte do total de aquecimento gerado é transferido diretamente para ela, resultando desta forma em uma alta eficiência energética, comparado aos sistemas onde a célula de aquecimento está fixada a uma estrutura.

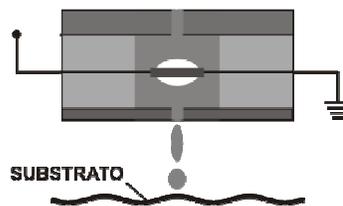


Figura 90.: Esquema de cabeça térmica do tipo Aquecimento Flutuante.

A empresa Canon patenteou (Kubo *et al.*,1998) uma série de sistemas de cabeça de impressão TIJ, denominados de *Elemento Móvel (Moveable Member)*, como mostrado na figura 91. Esses elementos, ao se movimentarem, pela ação da formação da bolha, impulsionam a tinta contra o orifício de saída.

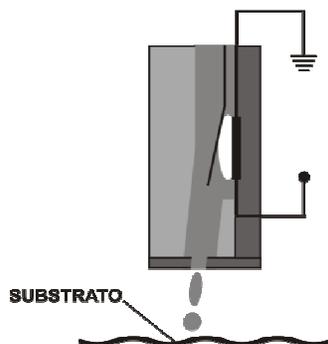


Figura 91.: Esquema de cabeça térmica do tipo Elemento Móvel.

As tecnologias mais utilizadas nas cabeças de impressão DOD são as PIJ e a TIJ, contudo existem outros desenvolvimentos, em diferentes estágios, com grandes potenciais de sucesso, focadas em necessidades características de determinados mercados.

O DOD tipo *Eletrostático (Electrostatic)* possui a tecnologia denominada MEMS (Micro Electro Mechanical System), similar a de um transdutor piezoelétrico, mas que utiliza diretamente o campo elétrico para mover a membrana (figura 92). A Epson é a única fabricante que utiliza esse sistema, porém várias companhias do setor têm seu departamento de P&D focados nesta tecnologia (Pond, 2000).

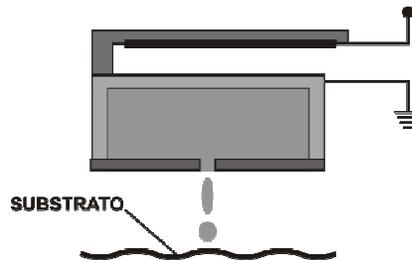


Figura 92.: Esquema de cabeça DOD do tipo Eletrostático.

A empresa XEROX desenvolveu uma tecnologia DOD conhecida com tipo *Acústico (Acoustic)* em que uma excitação acústica é produzida na superfície livre da tinta, figura 93, de forma a ejetar a gota (Quate *et al*, 1991). A vantagem deste princípio é que não necessita qualquer estrutura especial e o nível de tinta pode ser controlado eficientemente. Ainda não existem produtos comerciais fabricados com esta tecnologia.

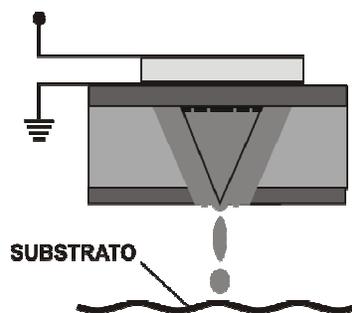


Figura 93.: Esquema de cabeça DOD do tipo Acústico.

O mecanismo DOD denominado *Termomecânico (Thermo-Mechanical)* é outro exemplo de nova tecnologia (Silverbrook, 2001), cujo princípio de operação é baseado no súbito movimento de uma estrutura composta causada pela diferença de coeficientes de dilatação térmica entre elas, induzido pelo aquecimento de uma resistência elétrica, visto na figura 94.

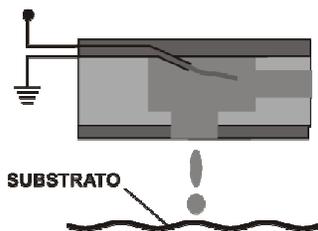


Figura 94.: Esquema de cabeça DOD do tipo Termomecânico.

O princípio de funcionamento DOD conhecido por *Eletro-hidro-dinâmico* (*Electro-hydrodynamic Extraction*) também pode ser utilizado para gerar uma gota de tinta, figura 95. Quando o sistema se acha em equilíbrio, isto é, não está fornecendo gota, um campo elétrico é mantido em atividade nos eletrodos de extração, localizado na frente do orifício. Quando uma gota é necessária, uma forte tensão é aplicada aos eletrodos, causando a saída da gota. Um outro eletrodo posicionado sob o substrato é necessário para dar orientação à gota. A empresa Casio já comercializou este tipo de produto.

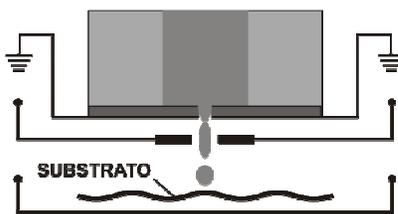


Figura 95.: Esquema de cabeça DOD do tipo Eletro-hidro-dinâmico

O conceito DOD chamado tipo *Tensão Superficial* (*Surface Tension*), consiste em estabelecer o equilíbrio entre a tensão superficial e o campo elétrico aplicado. Quando um elemento de aquecimento posicionado na saída do orifício é acionado, a temperatura da tinta naquela região se eleva, provocando a diminuição da tensão superficial, desta forma provocando a queda da mesma. Não se conhece produtos comercializados com esta tecnologia. O sistema está ilustrado na figura 96. Uma série de patentes com essa tecnologia foi registrada pela Kodak (Silverbrook, 2001).

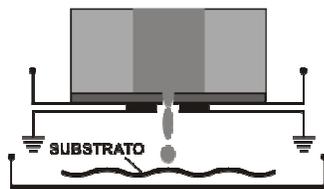


Figura 96.: Esquema de cabeça DOD do tipo Tensão superficial

3.2. Equipamentos para estampa digital têxtil

A produção mundial de tecidos estampados chega hoje próxima aos 40 bilhões de m²/ano, utilizando principalmente o sistema de estampa rotativa.

O volume mundial da estampa digital (DDP – Digital Direct Printing) cresceu em torno de 300% entre 2000 e 2005 chegando a 70 milhões de m²/ano. A projeção para o ano 2012 é que a produção global da estampa digital chegue a 700 milhões de m²/ano, o que significará entre 2% e 3% do total de tecidos estampados no mundo.

A estampa digital já é muito empregada para a apresentação de amostras. O cliente pode visualizar o desenho e suas variantes no tipo de tecido desejado, propondo ajustes, antes de iniciar a estampagem em um sistema de alta produção.

As metragens das produções por pedido têm sido reduzidas sistematicamente. Os designers de moda desejam mais opções e as confecções demandam novas estampas e em menores quantidades. Tudo isto em função de um mercado consumidor cada vez mais exigente e ávido por produtos cada vez mais “personalizados”.

Na medida em que diminui a quantidade por pedido, por desenho, o custo unitário da estampa rotativa aumenta. Todos os custos fixos, como preparação e gravação de cilindros, terão que ser amortizados da área produzida.

Existe um ponto a partir do qual a DDP torna-se economicamente inviável (figura 97) levando-se em conta todos os custos envolvidos. Para um desenho com cinco cores, se a área estampada for de até 600-700 m², é recomendado o emprego da DDP, do contrário seria indicada a estampa rotativa. Para um desenho de 10 cores a DDP é interessante se a área não ultrapassar os 1200-1300 m².

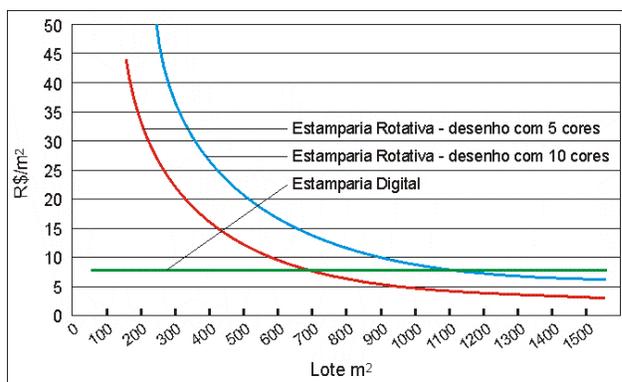


Figura 97.: Comparativo entre custo e volume de produção nos sistemas convencional e digital.

3.2.1. Impressoras digitais

O mercado têxtil para os tecidos estampados digitalmente é formado por diversos tipos de nichos. Tecidos para decoração, revestimentos para estofados, linha automobilística, cama, mesa, toalhas, tecidos laminados, camisaria masculina, roupas femininas, roupas esportivas, linha praia, etc.

Cada mercado específico requer um diferente mix de equipamentos e tecnologias. Os tecidos de decoração precisam de equipamentos com grande largura, mas que não priorizam imagens com grande resolução. Existem equipamentos projetados para este perfil de mercado. Também existem máquinas DDP específicas para camisetas, toalhas e diversos outros artigos.

As primeiras máquinas de estampar digitais, voltadas para o setor têxtil, eram oriundas das impressoras digitais de grande formato (*WFP- wide-format color ink-jet printers*) utilizadas pela indústria gráfica e de sinalização, notadamente as fabricadas pela Mimaki Engineering Co.Ltd. do Japão.

A Mimaki Tx-1600s, fabricada em outubro de 1998, foi a primeira versão da série Tx. Foi facilmente adaptada para tecido devida à alta qualidade de sua cabeça e seu baixo custo. Em agosto de 2001 foi apresentada a Tx2-1600 e, a partir de Outubro de 2004, a atual Mimaki Tx3-1600 Textile Jet, figura 98, que utiliza cabeças PIJ-DOD Epson.

Ideal para estampar tecidos finos ou elásticos. Utiliza sistema de 8 cores, possibilidade de 2-16 passagens, resolução máxima de 720(largura) X 720(comprimento) dpi e uma produção de 2,7m² – 27 m² por hora. Possui cabeça com sistema meio-tom com possibilidade de gotas em 3 volumes diferentes (Ujiie,2006).

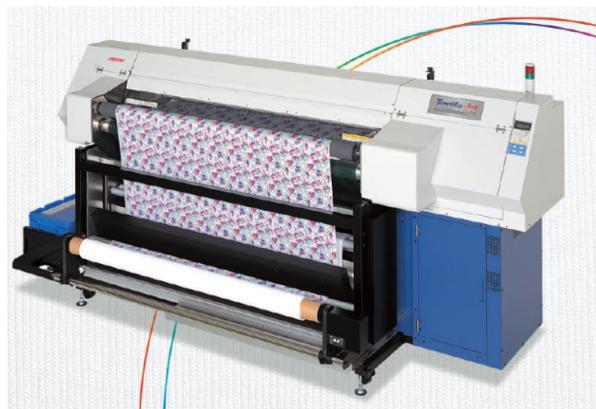


Figura 98.: Máquina de estampar digital MIMAKI Tx3-1600 Textile Jet.

Por vários anos as novas máquinas que chegavam ao mercado eram adaptações de grandes plotters gráficas. Não existiam projetos pensados para o mercado têxtil, nem para as características da estampa Têxtil.

A Reggiane Macchine SpA, com larga experiência na fabricação de máquinas para a estampa têxtil analógica contou com a colaboração de duas líderes em seus segmentos: a empresa Scitex Vision fabricante da cabeça PIJ-DOD da marca Aprion Technology e Ciba Speciality Chemical, excelência na área química e que desenvolveu corantes têxteis especificamente para as cabeças Aprion.

Essa nova DDP foi batizada como DreAM, figura 99. Possui os modelos DreAM 160, DreAM 220 e DreAM 340, para tecidos com larguras de respectivamente 160 mm, 220 mm e 340 mm. Utiliza 6 cores e 7 cabeças Scitex Aprion por cor. Resolução de 600 dpi e velocidades variando de 100 a 150 m²/h, considerando-se uma largura de impressão (tecido) de 160 mm.



Figura 99.: Máquina digital marca Reggiane Macchine, modelo DReAM

A máquina de estampa têxtil digital da DuPont Co. chama-se DuPont Artistri 2020 (e DuPont Artistri 3320), mostrado na figura 100. Utiliza cabeças de impressão tipo PIJ-DOD fabricadas pela Seiko Printek. Trabalha com 8 cores; C,M,Y,K, LC(light cian),LM(light magenta), C1 e C2. As cores C1 e C2 podem ser utilizadas como cores spot's (cor especial – fora da gama original, escolhida pelo Designer). Possui resolução de 360-720 dpi e produção variando de 11 a 66 m²/h.



Figura 100.: Máquina de estampar digital marca Dupont, modelo Artistri

A marca Ichinose – Toshin Kogo, do Japão, adquiriu recentemente o controle da fabricação da Artistri DuPont. A empresa já produzia a DDP Ichinose IP-2/2030, figura 101, com 508 jatos/cabeça, 8/16 cabeças, marca Lexmark TIJ-DOD (Tyler,2005). Resolução de 360 dpi e produção de 84/160 m²/h. Possui alinhador de trama de agulhas, limpeza automática de cabeças e o mais eficiente software.



Figura 101.: Máquina de estampar digital marca Ichinose, modelo IP-2/2030.

O Japão produz também, pela Konica-Minolta, a impressora Nassenger 7 TX, figura 102. Possui 512 jatos/cabeça, 24 cabeças Konica PIJ-DOD, 540x360 dpi. Trabalha com tecidos elásticos, planos ou malhas.



Figura 102.: Máquina Konica-Minolta, modelo Nassenger 7 TX

A empresa italiana Robustelli produz a DDP MonnaLisa, figura 103, que utiliza cabeças Epson PIJ-DOD Especiais, 8 cores, produção de 300 m²/h com 360x360 dpi e 86 m²/h com 720x720 dpi.



Figura 103.: Máquina de estampar digital marca Robustelli, modelo MonnaLisa

A máquina jato de tinta ISIS, figura 104, da firma OSIRIS, possui largura de 160 mm, velocidade média de 1.000 metros por hora, produção cerca de 25-30 m²/min, trabalhando com resolução de 144x144 dpi, o que corresponde a definição de estampa produzida em cilindro perfurado de 125-155 mesh (furos por polegadas). Utiliza 6 cores e cabeça de impressão Imaje Continuous MD (CIJ-Deflexão Múltipla), de sua própria fabricação (Tyler,2005).



Figura 104.: Máquina de estampar digital marca Osiris, modelo Isis.

A empresa Austríaca J. Zimmer Maschinenbau GmbH colocou em 2009 no mercado a moderníssima DDP chamada COLARIS , figuras 105 e 106, que utiliza o sistema DOD denominado VALVO JET.

Este sistema é controlado por micro válvulas que abrem e fecham de forma independente. As gotas de tinta são ejetadas do orifício da cabeça de impressão em alta velocidade, sendo a pressão da válvula suficiente para garantir que essas gotas penetrem profundamente na superfície do tecido.

Isso ajuda a evitar problemas que ocorrem com outros sistemas de impressão DOD, onde fibras soltas na superfície do tecido interferem na trajetória da gota que se desloca em direção ao tecido.

A Tecnologia COLARIS permite obter efeito meio tom, por meio de gotas com dimensões variáveis controlados eletronicamente. Produz imagens com qualidade que corresponde a uma resolução superior a 720 dpi, rodando a uma velocidade de até 480m²/h. Está disponível para substratos com largura de 180, 260 ou 320 cm.



Figura 105.: Vista de entrada do tecido na Máquina de estampar COLARIS.



Figura 106.: Vista de saída do tecido na Máquina de estampar COLARIS.

Finalmente, a Stork Digital Imaging, empresa do grupo Stork da Holanda, líder mundial na fabricação de máquinas de estampar com cilindros perfurados (rotativas), desenvolveu diversos modelos de DDP, dentre eles a Stork Tourmaline (figura 107), utilizada para os experimentos práticos deste trabalho.



Figura 107.: Máquina de estampar digital marca STORK, modelo Tourmaline.

A Tourmaline pode trabalhar com as classes de corantes Ácidos, Reativos e Dispersos ou ainda Pigmentos. Desta forma abrange a totalidade das fibras têxteis

usadas atualmente. Possui tapete com sistema de colagem que permite estampar tecidos elásticos, planos ou malhas.

Utiliza cabeças de impressão da marca Epson PIJ-DOD, 8 cores, resolução de até 720 dpi, velocidade máxima de 20-42 m²/h e cartuchos externos de 2 litros de solução corante, por cor.

Abaixo uma visão geral (tabela 1) entre os fabricantes de DDP, a tecnologia da cabeça de impressão usada e o nome do equipamento.

Tabela 1.: Tecnologias de cabeça de impressão

Fabricante	Tecnologia	Impressoras
Imaje	CIJ	OSIRIS
Scitex/Jemtex	CIJ	DPS, <i>STORK Amethyst</i>
Epson	PIJ	Hollanders, Mimaki , Mutoh, Robustelli , STORK , USSPI
Konica-Minolta	PIJ	Konica-Minolta
Scitex	PIJ	Reggiani
Seiko	PIJ	Ichinose , Leggett&Platt
Canon	TIJ	Canon
HP	TIJ	HP, ColorSpan

Abaixo na tabela 2, tem-se o comparativo entre os fabricantes de DDP, nome do equipamento, resolução, velocidade e preço estimado.

Tabela 2.: Resolução de cabeça de impressão

Fabricante	Impressora	Resolução (dpi) /cores	Velocidade m²/h	Preço (Mil US\$)
Mimaki, Stork	<i>Vários modelos</i>	360 – 720 /8	Até 40	50 -120
Ichinose	<i>Artistri / IP-2</i>	360 – 720 /8	40-160	200 - 300
Robustelli	<i>MonnaLisa</i>	360 – 600 /8	90- 300	450-650
Reggiani	<i>DReAM</i>	360 – 720 /6	150-230	~1.000
Osiris	<i>ISIS</i>	144 /6	1.600	4.500

3.2.2. Equipamentos para pré e pós-tratamento

Existem no mercado equipamentos (figura 108) voltados especificamente para o pré e o pós-tratamento de tecidos estampados digitalmente.



Figura 108.: Fluxo do processo de impressão digital

O tipo e a características de cada um destes equipamentos está relacionado com o processo utilizado e com o conjunto corante/fibra.

A empresa MS-Italy produz a MS-Ministenter (figura 109), uma pequena Rama que pode ser utilizada para a impregnação e secagem no pré-tratamento ou no acabamento final e acondicionamento do produto estampado. Trabalha com velocidade de 0,5-2 m/min, bem compatível com a velocidade do processo DDP.



Figura 109.: Máquina Rama modelo MS-Ministenter da marca MS-Italy.

Todo processos de estamparia digital por corante, com a exceção do disperso, necessita um pós-tratamento com vapor (vaporização), para fornecer a condição ideal de interação corante-fibra e obtendo-se o melhor rendimento de cor.

O vaporizador contínuo MS-Vapo Cont 15 SC (figura 110) produz vapor saturado, entre 102 - 104°C, trabalhando a uma velocidade de 0,3 – 3 m/min, com capacidade para 15 m de tecido no interior do vaporizador. Possibilita um tempo entre 5 - 50 minutos de permanência na câmara e pode operar também com vapor superaquecido a 180°C.



Figura 110.: Vaporizador contínuo modelo MS-Vapo Cont 15 SC da marca MS-Italy.

A lavadeira contínua MS-Washer (figura 111), atua como parte do pós-tratamento, removendo o excesso de corante que não interagiu com a fibra, garantindo a qualidade do produto.



Figura 111.: Máquina para lavagem contínua modelo MS-Waster da marca MS-Italy.

Outra importante máquina para pré e pós tratamento têxteis, voltados para a DDP, é a Rimslow Wash-X (figura 112) fabricada pela empresa Rimslow.

Esse versátil equipamento pode funcionar como impregnadora ou como lavadora, bastando para isso trocar o passamento do tecido no equipamento.

Para o desenvolvimento das amostras analisadas neste trabalho foi utilizado um equipamento deste tipo, pertencente à Planta Piloto de Inovação (PPI) do SENAI-CETIQT.



Figura 112.: Máquina Lavadora/ Impregnadora contínua modelo Wash-X da marca Rimslow.

No caso da utilização para o pré-tratamento, como impregnadora (figura 113), o tecido primeiro passa nos cilindros espremedores (foulard), que por meio da pressão aplicada controlam a quantidade de produtos, do banho de impregnação, depositado no substrato. O tecido segue então para o secador infravermelho e finalmente para os cilindros enroladores.

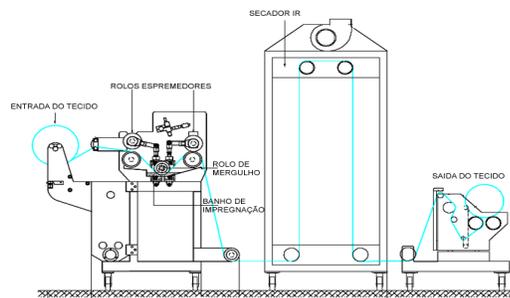


Figura 113.: Passamento de tecido na Rimslow Wash-X, como Impregnadora contínua.

A Wash-X, quando utilizada no pós-tratamento (figura 114), como Lavadora/Secadora, tem passamento de tecido diferente.

O substrato segue inicialmente para a cuba de lavagem a quente, recebe em seguida jatos d'água de alta freqüência e vai para os cilindros espremedores para retirar o excesso de água. Segue para o secador de infravermelho e finalmente para os cilindros sendo enrolado e pronto para a entrega. Pode trabalhar com velocidade de até 100m/h.

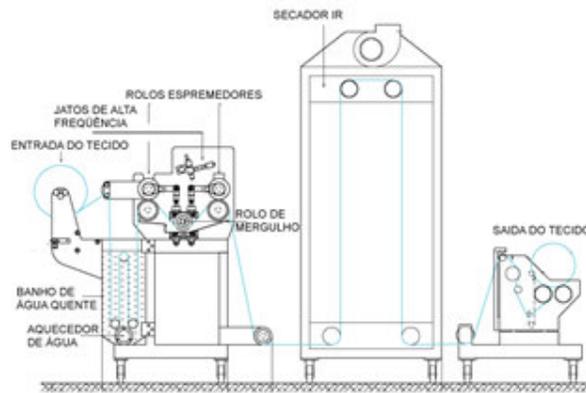


Figura 114.: Passamento de tecido na Rimslow Wash-X, como Lavadora contínua

A Rimslow fabrica também o vaporizador contínuo Rimslow Steam XL-1850 (figura 115) para o tratamento de tecidos estampados com corantes. Trabalha a uma velocidade de 0,4 – 2 m/min e com espaço para 12 m de tecido no interior do vaporizador. Possibilita um tempo entre 6 - 30 minutos de permanência na câmara e pode operar a temperaturas entre 102° e 180°C. Um vaporizador deste tipo, pertencente à Planta Piloto de Inovação (PPI) do SENAI-CETIQT, foi utilizado para o desenvolvimento das amostras analisadas neste trabalho.



Figura 115.: Vaporizador contínuo Rimslow Steam XL-1850

3.3. Processos químico têxteis

Todos os substratos têxteis destinados ao tingimento ou a estamparia exigem uma preparação prévia. Esta preparação, denomina-se beneficiamento primário, dependerá do processo de fabricação do tecido e da classe de fibra (natural, artificial ou sintética).

Tem por finalidade tornar tecido limpo, branco e receptivo aos tratamentos aquosos, tornando-se o mais higroscópico possível a fim de favorecer a interação corante-fibra.

O tecido de malha quer sejam formados por fibras naturais, químicas ou suas misturas, recebem determinados produtos de encimagem que em sua maioria hidrofóbicos. Eles favorecem o processo durante a fabricação dos tecidos, contudo precisam ser removidos antes dos processos químicos.

Já os tecidos planos de fibras naturais necessitam um tratamento mais complexo e caro.

Tecidos com este nível de beneficiamento são conhecidos com o nome comercial de “PT”, que significa “Pronto para Tingir”. Essa designação indica que o tecido já passou por todos os processos anteriores ao tingimento e não conta com qualquer substância que prejudique a perfeita interação corante-fibra.

Não poderiam ser utilizados tecidos totalmente brancos normalmente encontrados no mercado, porque estes substratos já receberam alvejantes ópticos, que interferem com a cor do corante, e também produtos amaciantes que são em sua quase totalidade hidrofóbicos.

Os tecidos PT de algodão normalmente encontrados no mercado não possuem um nível ideal de alvejamento. Ao serem tingidos ficarão com toda sua superfície encoberta pelo corante. No caso da estamparia, convencional ou digital, nem sempre todo o fundo fica coberto, significando que parte deste fundo permanecerá visível no produto final, e que exibirá um bom branco.

A vivacidade das cores também é afetada por esse certo “amarelamento” do branco. Na medida em que o segmento de DDP aumente será cada vez mais necessário que exista no mercado tecidos prontos para estampar (PE). Além dos beneficiamentos aplicados ao tecido PT deverão contar também com um ótimo grau de alvura, sempre sem alvejantes ópticos, uma vez que estes causam desvios de cor.

3.3.1. Processos no pré-tratamento

Existem diferenças marcantes entre o processo utilizado na estamparia convencional e o empregado na estamparia digital, DDP.

Na estamparia convencional utiliza-se o sistema “*all in*”, onde todos os produtos auxiliares, necessários ao processo, encontram-se juntos na mesma pasta colorida. Isso ocasiona uma baixa estabilidade da pasta, porque em algumas horas esses produtos interagem, perdendo suas propriedades. Por esta razão, as pastas convencionais são preparadas o mais próximo possível do momento de sua utilização.

Os processos de interação corante-fibra necessitam, para sua perfeita fixação da utilização de sais, ácidos ou bases, que variam de acordo com a classe de corante.

Esses produtos, além de serem corrosivos, são muito inconvenientes para as cabeças de impressão do tipo CIJ, onde campos eletromagnéticos são aplicados às gotas. Esses diferentes íons dissolvidos, variando em cada tipo de solução corante, produziram níveis distintos de condutividade e provocariam descontroles na formação das gotas e em seus ângulos de desvio.

Para atingir cores intensas no sistema DOD, que utiliza pequeno volume por gota, necessita-se soluções de corantes concentradas. Essa grande concentração requer, para a correta fixação na fibra, de muito eletrólito que por sua vez reduz a solubilidade deste mesmo corante. Isso seria um grande inconveniente porque favoreceria a formação de depósitos sólidos nos dutos e nas cabeças da DOD.

A estamperia convencional utiliza espessante para produzir pastas com viscosidades de até 5000 mPa.s. Essas não são as propriedades reológicas ideais para DDP, que utiliza soluções corantes com viscosidade bem próxima à da água.

Esse nível de viscosidade, próxima ao da água, é interessante para favorecer o fluxo da solução corante desde o recipiente de tinta da máquina digital até sua chegada ao tecido. Porém, quando a gota toca a superfície, certa viscosidade é necessária para impedir a fuga do contorno (figura 116), ou seja, a expansão da gota, garantindo assim a definição da imagem.

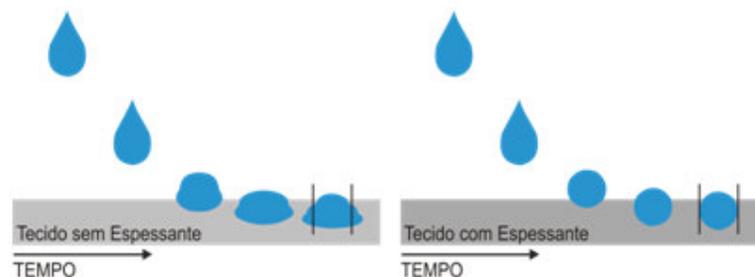


Figura 116.: Importância do Espessante no Pré-tratamento

Com esse objetivo, utilizamos no pré tratamento, além de outros auxiliares, um agente espessante. Ele é depositado uniformemente no tecido, por intermédio de foulardagem, espatulagem ou por spray.

No processo com os corantes reativos os principais auxiliares utilizados são o espessante, o álcali e a uréia.

A função principal do espessante no pré-tratamento do tecido para DDP, conforme já mencionado, é impedir a fuga do contorno da imagem e evitar também o excesso de penetração da gota.

Esse agente espessante não deve reagir com o corante ou outras substâncias químicas presentes, porque se isso ocorresse poderiam ser formados subprodutos insolúveis prejudicando sensivelmente o rendimento do processo.

Os espessantes à base de produtos vegetais são carboidratos e contém muitas hidroxilas (-OH) que retém bastante umidade. Por outro lado, essas hidroxilas fazem com que os grupamentos reativos do corante reajam com elas e não com as hidroxilas da celulose da fibra e por isso não são utilizados com esta classe de corante.

Para os Reativos utilizamos espessantes à base de Alginato de Sódio, extraídos de algas marinhas. Possui caráter aniônico, carga negativa, como o dos corantes reativos e por isso não interage entre si.

Apresentam-se na forma de pó castanho e podem ser encontrados no mercado com baixo, médio e alto peso molecular.

O espessante de baixo peso molecular produz soluções com alto grau de teor de sólidos e com propriedades de fluido newtoniano.

Já os de alto peso molecular produzem pastas com baixo teor de sólidos e fluido com propriedades altamente pseudo-plásticas (shear thinning). Como o agente espessante é aplicado ao tecido antes da impressão, como no caso da DDP, o teor de sólidos não é crítico.

O espessante à base de alginato de alto peso molecular, quando aplicado sobre o tecido, favorece a preservação das bordas e contornos do desenho durante o processo de secagem e de vaporização.

A título de informação, quando o espessante de alto peso molecular é utilizado em uma emulsão do tipo óleo em água, após ser seco, assume uma estrutura microporosa esponjosa, o que possibilita impressões DDP com imagem de excelente definição. Não é ecologicamente correto devido a implicações ambientais, uma vez que a fase óleo da emulsão, formada por hidrocarboneto (normalmente querosene) evapora para a atmosfera.

São pesquisados espessantes sintéticos do tipo polímeros hidrofílicos não iônicos como, polioxietileno diisopropil éter, copolímeros de óxido de etileno-óxido de propileno, polióxietileno lauril éter e derivados da hidroxialquil iminas. Todas essas formulações buscam substituir em qualidade e custo o emprego do alginato de sódio.

A classe de corantes Reativos necessita de um meio alcalino para favorecer a formação de ligações covalentes entre seu grupamento reativo e a hidroxila da fibra.

Para esta finalidade é empregado normalmente no pré-tratamento DDP o carbonato de sódio sendo em algumas situações substituído pelo bicarbonato de sódio, álcali menos enérgico.

Outro auxiliar imprescindível é a uréia, que atua como solvente e agente higroscópico, responsável durante a vaporização por agregar umidade à área estampada. É responsável pela perfeita difusão da estrutura do corante até o interior da fibra, local onde ocorrerá a reação do corante com a hidroxila da fibra. Abaixo

temos uma formulação típica para corantes reativos com impregnação em Foulard, com percentual de retenção (pick-up) em torno de 75% e secagem posterior a 120°C.

780-770g Água

100g Uréia

20-30g Carbonato de Sódio

100g Alginato de Sódio à 6%

1000g Pasta base

Embora seja muito utilizada a uréia agrega aos efluentes um alto índice de nitrogênio. Formulações para a fibra raion viscose podem utilizar até 200 g/l de solução desta substância na formulação de pré tratamento.

Um agente anti redutor, oxidante leve, como o Metanitrobenzeno Sulfonato de Sódio (Ludigol® da BASF ou similar) é empregado no pré tratamento DDP, para inibir a redução do corante reativo e a conseqüente perda de rendimento tintorial durante o processo de vaporização.

Podem ser encontradas formulações contendo hidrocarbonetos fluorados, para melhorar o rendimento tintorial.

Algumas referências de patente mencionam o uso de agentes catiônicos, como derivados da polivinil pirrolidona, nas formulações de pré tratamento. Isto deve ser observado com muito cuidado porque, ainda que possam aumentar o rendimento tintorial dos corantes reativos, terão como conseqüência diminuição nas propriedades de solidez à lavagem. Os corantes não fixados ou hidrolisados que poderiam “sujar” as cores adjacentes e áreas não estampadas.

Existe um elevado número de pesquisas sobre o processo denominado cationização da celulose, cuja finalidade é melhorar a tingibilidade da fibra com corantes aniônicos. Ocorre quando um agente cátion ativo, do tipo composto quaternário de amônio com radicais epóxi anexados, reage com a celulose.

Os corantes Reativos também podem ser aplicados às fibras de seda. Utiliza-se o bicarbonato de sódio em substituição ao Carbonato de Sódio, mais agressivo. Abaixo pode ser visto uma formulação típica, com impregnação em Foulard para um percentual de retenção (pick-up) em torno de 75% e secagem entre 100 e 120°C..

770g Água

100g Uréia

30g Bicarbonato de Sódio

100g Alginato de Sódio à 6%

1000g Pasta base

Este procedimento fornece elevados índices de fixação sem qualquer problema de contaminação das cores durante a vaporização e lavagem.

O recurso da utilização do corante reativo sobre fibra de seda é indicado principalmente quando uma determinada empresa trabalha imprimindo fibras celulósicas e fibras de seda e elimina a troca freqüentemente das tintas da máquina, além de armazenar uma única classe de corante no estoque. É muito incomum a impressão de lã com corantes reativos.

A classe de corantes Ácidos é utilizada para tingimento e estampagem de fibras protéicas (origem animal) como a lã e a seda e também de fibras poliamídicas (como o Nylon® da Dupond). Seu processo de pré tratamento é completamente diferente do utilizado para classe de corante Reativo.

Seus três principais auxiliares são o espessante, a uréia e um doador ácido.

Os espessantes mais utilizados são de origem vegetal, estáveis nas condições ácidas requeridas para a correta fixação do corante ácido à fibra. O mais difundido é a goma guar uma estrutura polisacarídica. O alginato de sódio não pode ser empregado porque na presença de ácidos, forma o ácido algínico, insolúvel.

O meio ácido é necessário para que, durante a vaporização, haja a protonação (carga positiva) do grupamento amino da fibra. Os ácidos inorgânicos não são utilizados porque podem danificar a estrutura das fibras. Os ácidos orgânicos, como o cítrico, são recomendados para poliamida e seda.

Muitas formulações utilizam não o ácido, mas um doador ácido, como os sais de amônio, que se decompõem durante a vaporização formando o ácido correspondente ao sal que lhe deu origem. No caso do Sulfato de Amônio é formado o ácido sulfúrico, que deve ser cotrolado para evitar o risco de danificar o tecido ou deteriorar o corante.

Os sais orgânicos de amônio, como o Tartarato de amônio, são mais recomendáveis, pois gera na presença do vapor, o ácido tartárico.

Em seguida é apresentada uma formulação típica para pré- tratamento da estampagem digital com corantes ácidos, com impregnação em Foulard, para um percentual de retenção (pick-up) em torno de 75% e secagem de no máximo 100°C.

700g Água
 100g Uréia
 50g Tartarato de Amônio 2:1
 150g Espessante Guar à 8%
 1000g Pasta base

As fibras poliamídicas são normalmente estampadas com corantes ácidos, utilizando um pré-tratamento semelhante aos mostrados anteriormente. Alguns ajustes com diferentes quantidades de uréia ou de doador ácido podem ser necessários para alcançar melhores resultados.

Estão sendo testados alguns processos no qual substratos de poliamida são impregnados com uma solução de derivado bifenólico, durante 30 minutos a 90°C. Em seguida é lavado, secado e impresso em DDP com corante ácido. Sua finalidade é proporcionar uma ampliação da gama cromática (*gamu*) e boas propriedades de solidez.

Também foram patenteados processos que incorporam compostos catiônicos no pré-tratamento desta fibra. Outra patente inclui o reagente N-aziridinil-N-estearil uréia para reduzir a contaminação das cores durante a lavagem final.

A classe de corante Disperso é usada principalmente para a estamperia de fibras de poliéster. Para atingir características ótimas de solidez a estrutura do corante deve resistir a temperaturas acima da transição vítrea do polímero da fibra, exigidos para que as moléculas do corante se difundam para seu interior.

O espessante mais indicado para este processo é o Alginato de Sódio, que atua inibindo a migração do corante durante a termofixação. Espessantes sintéticos também foram utilizados como alternativa para o alginato. Normalmente não é necessário o uso da uréia no pré-tratamento do poliéster, embora haja exceções. Abaixo encontramos uma formulação típica para corantes dispersos com impregnação em Foulard com percentual de retenção (pick-up) em torno de 70% e secagem posterior a 120°C

890g Água
 10g Dispersante específico
100g Alginato de Sódio à 6%
 1000g Pasta base

Os corantes dispersos também são utilizados no processo de impressão indireta denominada Termo-transferência.

Neste sistema, a imagem formada pelo corante disperso sublimável é depositada em um papel próprio para esse fim. Em um segundo momento, sob a ação de temperatura e de pressão, essa imagem é então transferida para o tecido. Este processo preserva todas as propriedades de solidez características do corante disperso. É utilizado principalmente quando se deseja desenho de altíssima definição sobre tecidos de poliéster.

De uma forma geral os pigmentos não necessitam de pré- tratamento, pois o ligante já está adicionado à tinta, que conta também com a viscosidade ideal. Por tudo isso as cabeças de impressão para pigmentos (tabela 3) tem arquitetura distintas das que trabalham com solução corante.

Tabela 3.: Uso de Pigmento, em função do sistema da cabeça de impressão

TECNOLOGIA DA CABEÇA SISTEMA JATO DE TINTA	DOD PIEZOELÉTRICO	DOD PIEZOELÉTRICO	DOD TÉRMICA	JATO DE TINTA CONTÍNUO (CIJ)	
	BAIXA VISCOSIDADE	ALTA VISCOSIDADE	ALTA VISCOSIDADE	GOTA COM PEQUENO VOLUME	GOTA COM GRANDE VOLUME
PIGMENTO SEM LIGANTE TÊXTIL	UTILIZADO	UTILIZADO	UTILIZADO	NÃO UTILIZADO	UTILIZADO
PIGMENTO COM LIGANTE TÊXTIL	NÃO UTILIZADO	UTILIZADO	NÃO UTILIZADO	NÃO UTILIZADO	UTILIZADO

3.3.2. Tintas têxteis

As tintas usadas em impressoras jato de tinta podem ter como veículo os solventes orgânicos (metil-etil-cetona, etanol, lactoses e glicol), óleos (glicóis e hidrocarbonetos de cadeia longa), resinas de troca de fase (estruturas orgânicas de cadeia longa), fluido polimerizáveis em presença de raios ultra violetas ou base aquosa, como é o caso das tintas têxteis para DDP.

Os primeiros desenvolvimentos, na impressão DDP sobre materiais têxteis, ocorreram de forma relativamente rápida, com soluções aquosas de corantes reativos e ácidos, porque já eram disponíveis, pelos fabricantes tradicionais de corantes, as tecnologias de filtragem e purificação mais exigentes agora necessárias.

As tintas baseadas em dispersões, para pigmentos ou corantes dispersos, são mais recentes isto pela dificuldade em se obter dispersão estável, ao nível de tamanho de partículas menores, utilizadas pela estamperia digital.

Uma formulação típica da solução de matéria corante para DDP, (figura 117) deverá conter como veículo água, acrescida de solventes hidrossolúveis, matéria corante (corante ou pigmento), aditivos (tenso-ativos, anti-espumante, etc) e ainda um Ligante (Binder), no caso dos pigmentos.

600 - 900g	Água desmineralizada
50 - 300g	Solvente orgânico hidrossolúvel
1 - 100g	Agente tenso ativo
0,5 - 10g	Agente bacterostático
1 - 5 g	Solução tampão (buffer)
0 - 10g	Outros (complexantes, anti espumante, etc.)
10 - 100g	Corante ou Pigmento
1000g	Solução corante

Figura 117.: Formulação típica de matéria corante utilizada na DDP

Deve ser observada a influência de cada um desses produtos no desempenho da cabeça de impressão, na sua funcionalidade, na estabilidade ao armazenamento etc. A tinta deve satisfazer vários parâmetros determinados pela arquitetura da cabeça.

A seguir são comentadas algumas das características da tinta. Têxtil digital.

Deve haver pureza nas soluções do corante para que seja evitado o entupimento do orifício de saída da cabeça de impressão. Por isto não poderá conter partículas maiores do que 0,2 microns e também deve haver uniformidade de tamanho nas partículas de pigmentos e de corantes dispersos.

A viscosidade desta solução não pode ser tão baixa que possibilite um gotejamento por gravidade e nem tão viscosa que seja necessária uma grande pressão para expelir a gota. A viscosidade interfere também na velocidade de formação da gota.

Outra variável complementar é a tensão superficial da solução corante. Está relacionada com o fluxo da solução através dos dutos/orifício, com o processo de formação da gota e com a penetração por capilaridade na estrutura (matriz) do tecido. Os processos de impressão trabalham próximos ao limite desta estabilidade. Alguns problemas típicos são o atraso na formação da gota, o gotejamento autônomo, a entrada de ar no orifício, a placa da cabeça encharcada, dentre outros.

Nas cabeças do tipo CIJ, é necessário o controle da condutividade elétrica das soluções corantes para que a deflexão eletrostática da gota seja a ideal.

A estabilidade químico-física da solução deve ser mantida tanto tempo quanto possível. Normalmente são garantidas por um período de 2 anos.

O pH da solução deve permanecer constante, utilizando-se para isso um sistema estabilizador (buffer) compatível com o corante utilizado.

A tinta para estamperia DDP deverá apresentar também propriedades de solidez similares ou superiores às encontradas na estamperia convencional. Não pode

contaminar o fundo na lavagem de pós-tratamento. Deve ter toque compatível (textura suave na área estampada) e compatibilidade com os processos convencionais.

As matérias corantes utilizadas na indústria têxtil podem ser do tipo corante, que apresentam afinidade pelas fibras têxteis e são solúveis em água, ou pigmentos, insolúveis e que não têm qualquer afinidade pela fibra.

Como já mencionado, os corantes são divididos em classes e em função de sua forma de interação com a fibra. Os corantes Reativos são indicados principalmente para fibras celulósicas, os corantes ácidos para as fibras de origem animal e a poliamida (Nylon®), e os corantes Dispersos principalmente para fibras de Poliéster.

Os métodos de interação e algumas características das diversas classes de corante para DDP são descritos a seguir.

A ligação covalente é a interação corante-fibra mais forte que pode ocorrer. O grupamento reativo, eletrofílico, do corante Reativo, reage com a hidroxila primária da celulose, nucleofílica, produzindo uma ligação química estável (figura 118) Isto produz um substrato têxtil com excelentes propriedades de solidez à lavagem.

Possui cores brilhantes com valores elevados de croma e com boa solubilidade em água. Pode ainda ser utilizado para fibras protéicas tais como seda e lã.

Devido ao pH e à temperatura exigidos para sua utilização, não são indicadas para outros substratos, como o papel ou filmes.

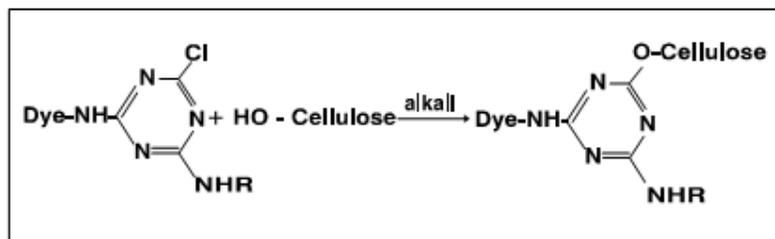


Figura 118.: Representação esquemática da ligação covalente celulose-corante reativo.

Os corantes Ácidos são estruturas aniônicas de peso molecular relativamente pequeno (figura 119). É usado na estamparia de fibra poliamida (nylon®) e em fibra de protéica como lã, seda, etc. Possuem elevada solubilidade em meio aquoso.

As interações iônicas (eletrostáticas) são características desses corantes, aniônicos, que contam em sua estrutura com grupamentos solubilizantes tais como o (-SO₃H), o (-OCO) e (=PO₃). Esses são atraídos pelos grupos amina, da poliamida e da seda, em condições de pH ácido.

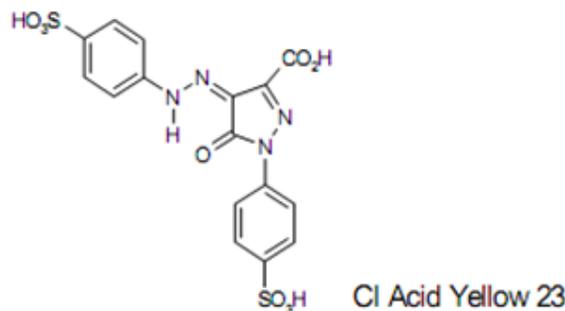


Figura 119.: Estrutura molecular plana do corante ácido Amarelo 23

Os corantes Dispersos (figura 120) são utilizados principalmente para fibras de poliéster. Possuem muito baixa solubilidade em água. Na DDP são aplicados como soluções aquosas finamente dispersas, como suspensões micro dispersas.

Apresentam cores com excelentes propriedades de solidez e elevado croma. Pode ser aplicados tanto na impressão DDP (diretamente sobre um substrato têxtil) como por transferência por fase vapor (transfer). Como dito anteriormente, é o processo no qual o corante após ser aplicado sobre papel especial é em seguida transferido, com calor e pressão, do papel para o substrato têxtil. É um processo de impressão digital indireta (DIP), por sublimação, que permite excelente definição de imagem, por ser o papel um suporte liso e estável, ao contrário do tecido.

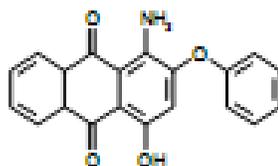


Figura 120.: Estrutura molecular plana do corante disperso Vermelho 60.

Os Pigmentos são substâncias corantes, muito pouco solúveis, sem qualquer afinidade pelas fibras têxteis. Possuem geralmente excelente propriedade de solidez à luz, contudo sua propriedade de solidez à lavagem, no processo de estampa convencional depende dos auxiliares adicionados à pasta de estampar. Na impressão do DDP, a formulação da tinta à base de pigmento depende da tecnologia específica da cabeça de impressão utilizada.

Apresentam interações entre suas estruturas, denominadas ligações Π (Π) que possibilitam a formação de aglomerados ou cristais. É encontrado esse tipo de interação, por exemplo, nos pigmentos derivados de ftalocianinas.

3.3.3. Processos no pós-tratamento

Consideramos pós-tratamento aqueles realizados no tecido após a saída da máquina de estampar. Todos os processos com corantes necessitam da etapa de fixação, onde efetivamente ocorrerá a interação corante-fibra. É também imprescindível uma lavagem subsequente para a remoção dos corantes não fixados e de todos os outros produtos do pré-tratamento não consumidos.

Cada classe de corante necessita de condições específicas para sua fixação, bem como de auxiliares na lavagem final, que garantam as propriedades de solidez máximas.

O corante reativo pode ser termofixado a 130°C durante 6-8 minutos, ou melhor ainda, vaporizado a 102°C durante 8 minutos. Em seguida é lavado a frio, seguido de lavagem à quente, de um ensaboamento, um enxágüe a frio e finalmente secagem. Podem ser utilizados durante a lavagem produtos que evitem a contaminação do fundo, pelos corantes que não tenham sido fixados.

A classe de corante Ácido necessita vaporização a 102°C durante 30-45 minutos. Dependendo da profundidade das cores e necessária uma lavagem com produtos auxiliares para evitar a contaminação do fundo.

Corantes dispersos utilizam normalmente uma lavagem redutiva, com hidrossulfito de sódio, para a remoção das partículas superficiais de corantes dispersos.