

Aspectos de inovação e principais desenvolvimentos em beneficiamento têxtil, corantes e auxiliares observados na ITMA 2011

Main developments and innovation aspects of textile finishing, dyes and auxiliaries observed at ITMA 2011.

Andre Fernandes Vieira Peixoto

Técnico-docente do SENAI/CETIQT

Leonardo Garcia Teixeira Mendes

Coordenador dos Cursos de Engenharia Têxtil e Engenharia Química da Faculdade SENAI/CETIQT

Resumo

Este ensaio visa relatar alguns dos principais desenvolvimentos no setor de enobrecimento têxtil exibidos na ITMA 2011. Através de observações *in loco*, conversas com representantes comerciais e profissionais do ramo, pesquisa bibliográfica e consulta a catálogos de fabricantes, percebeu-se que o alto grau de automação, preocupação com a produção sustentável, otimização de processos com redução de custos e integração com o *design* como forma de diferenciação foram pontos relevantes demonstrados pelos expositores.

Palavras-chave: Beneficiamento. Corantes. Auxiliares. Inovação. Têxtil. ITMA.

Abstract

This work aims to relate some of the main developments in the field of textile finishing exhibited at ITMA 2011. Through in loco observations, conversations with textile professionals and representatives of the suppliers, catalog consulting and bibliographic research, it was perceived that high automation level, environmental concerns, process optimization with reducing costs and textile industry-design integration were the most notable features showed by the exhibitors.

Keywords: Finishing. Dyes. Auxiliaries. Innovation. Textile. ITMA.

1 Introdução

O setor de enobrecimento, beneficiamento, ou simplesmente, acabamento de uma indústria têxtil, é caracterizado por processos físicos e, principalmente, químicos, aplicados aos materiais na forma de fibra, fio, tecido ou peça confeccionada, onde o emprego de água e inúmeros produtos químicos geram efeitos de limpeza, branqueamento, coloração, modificação de toque e funcionalidades diversas ao material (ARAÚJO; CASTRO, 1984).

Tecnologicamente, o setor em questão se posiciona como um importador de tecnologia de inúmeros segmentos, concentrando-as e direcionando-as para o desenvolvimento de produtos. Os *inputs* tecnológicos para o enobrecimento têxtil são, principalmente, a mecânica, eletroeletrônica, mecatrônica, os sistemas de informação e as indústrias química e bioquímica. Segundo dados do Instituto de Estudos de Marketing Industrial (IEMI), os investimentos nacionais em máquinas do setor de beneficiamento têxtil no ano de 2010 superou 238 milhões de dólares americanos (IEMI, 2011 apud MARIANO, 2011b). Nota-se, no entanto, que, para promover a competitividade nacional frente à concorrência global, é necessário que ocorram melhorias de gestão por parte do empresariado e desoneração de encargos no lado governamental (TOLEDO, 2003).

Este ensaio objetiva relatar as principais inovações, tendências e tecnologias em consolidação no segmento de beneficiamento têxtil, corantes e auxiliares, observados *in loco* na ITMA (*International Exhibition of Textile Machinery*), feira internacional de equipamentos, tecnologia e serviços têxteis, realizada a cada quatro anos e sediada, em 2011, na cidade de Barcelona. O evento inscreveu mais de 1.300 expositores oriundos de cerca de 45 países e recebeu milhares de visitantes. (MARIANO, 2011a).

Como panorama macrotendencial, salienta-se que não foram observadas inovações radicais ou de ruptura com tecnologias anteriores nos processos de fabricação em enobrecimento. A exemplo da edição anterior desta respeitada feira tecnológica e da constante demanda global por aumento de competitividade e sustentabilidade ambiental, os fabricantes procuraram exibir produtos ou serviços que contribuíssem para a diminuição do consumo de água, energia e tempos de processo, nos quais o índice de automação e integração foi notório. O aumento da flexibilidade produtiva, a criação de interfaces homem-máquina mais amigáveis e dispositivos que diminuem o elo entre as condições laboratoriais e industriais também se mostraram em constante desenvolvimento.

Na seção 2 deste ensaio são abordadas inovações ou melhorias em máquinas e equipamentos de preparação/tinturaria; a seção três concentra a automação e possibilidades direcionadas à lavanderia industrial em *jeans*; já a quarta seção discute as tendências de intervenções em superfícies têxteis como caminho para uma maior agregação de valor ao produto; na seção cinco, apresentam-se recentes desenvolvimentos em corantes e auxiliares têxteis. Finalmente, a sexta seção apresenta as conclusões sobre os assuntos abordados.

2 Máquinas e equipamentos para preparação/tinturaria

A preparação - setor ou conjunto de processos onde são realizados, fundamentalmente, limpeza, clareamento e melhoria de absorção dos materiais têxteis - e a tinturaria - setor onde a cor é aplicada ao substrato têxtil por meio de tingimento -, são atividades caracterizadas pelo consumo vultoso de água e, por conseguinte, geração de efluentes, além de alta demanda energética, tendo em vista a energia térmica necessária para aquecimento dos banhos de lavagens e tinturas recorrentes. (ARAÚJO; CASTRO, 1984).

Apesar dos processos por impregnação ou *foulardagem*, destinados a altas metragens ou volumes de substrato têxtil, ainda serem frequentes nas plantas industriais têxteis, processos por bateladas, bem mais demorados e dependentes de recursos hídricos, notoriamente referenciados “por esgotamento”, tendem a crescer, acompanhando as evidentes demandas por diversidade de cores, artigos e composições, em metragens cada vez mais curtas (THIES REFLECTIONS, 2011).

2.1 Jet

A fabricante alemã Thies GmbH & Co., formadora de opinião no ramo de beneficiamento, apresentou um equipamento Jet para tingimento de tecidos e malhas em corda cujo modelo é designado como iMaster H₂O.

Dentre as características positivas do modelo, mas não tão recentes em termos de desenvolvimento tecnológico, é possível mencionar a possibilidade de trabalhar com até três tanques de adição de corantes e auxiliares, drenagem do banho a quente (92°C), – minimizando tempos de processo com resfriamentos – sistema de filtro autolimpante a cada filtração seguida de adição e acumulador variável revestido em teflon, proporcionando flexibilidade de carga e preservação da superfície do material têxtil (THIESTEXTILMASCHINEN, S. d. a).

O beneficiamento enfrenta enormes desafios com o aumento significativo nos custos de água e tratamento de efluentes, além da necessidade de adequação às legislações ambientais cada vez mais rigorosas, fatos que obrigam o industrial a realizar um uso mais prudente deste recurso. Um dos avanços significativos neste contexto é a baixa relação de banho - relação entre massa de material têxtil e volume de banho a serem processados – proporcionada pelo equipamento, segundo o fabricante: apenas 3,7 litros de banho, para cada quilograma de material (THIES REFLECTIONS, 2011).

Alguns protótipos e equipamentos de testes, avaliados em empresas têxteis no Brasil, França, China e Índia, mostraram aprovação das gerências de tinturaria. Mesmo em artigos “de ponto” delicados, como viscose, lyocell e bambu, onde eram usuais adoções de relações de banho 1:7 ou 1:8, foram realizados tingimentos com sucesso em relações 1:5 (THIES REFLECTIONS, 2011). Adicionalmente, segundo as gerências supracitadas, partidas com até 30% da carga nominal, como também com capacidade total do equipamento, foram bem sucedidas, demonstrando flexibilidade e reprodutibilidade.

Em termos de projeto, uma notória modificação técnica foi realizada. O tradicional molinelo ou aspa de transporte, que formava um prolongamento externo nas máquinas desta natureza (Figura 1a), foi internalizado no corpo central do equipamento (Figura 1b), com acionamento independente entre os campos.

Essa modificação projetual fez com que, segundo a fabricante, a tensão no tecido em processamento diminuísse em média 40%, redução significativa e importante, principalmente para tecidos com composições elastoméricas. Consultores da empresa THIES relataram que um dos benefícios diretos deste incremento tecnológico é um maior

controle do encolhimento no tecido em corda além de um menor dano em materiais leves ou finos.



Figura 1: (a) equipamento tipo Jet com aspa de transporte externa e (b) interna

Fonte: Thies Reflections, 2011

A existência de recipiente auxiliar para preparação de banho de partidas posteriores, com ligação aos tanques de adição, e possibilidade de pré-aquecimento do banho, apesar de não se caracterizar uma inovação, possui um tempo de *set-up* de apenas 40 segundos e um sistema de diminuição de cavitações nas bombas, prolongando sua vida útil.

Finalmente, como inovação mais relevante do equipamento, salienta-se a existência de um sistema de dosagem inteligente, com pré-filtração e a possibilidade de adição de sal no estado sólido ao tanque auxiliar. O sal, mais corretamente denominado eletrólito, é o produto químico mais utilizado, em termos de massa, nos processos tintoriais de fibras celulósicas, demandando sempre, até então, uma reserva ou recirculação de banho para sua diluição prévia e fracionada, fatores que demandam maior trabalho e tempo por parte do operador e processo, respectivamente. O equipamento trabalha com temperaturas de até 140°C, permitindo o tingimento de poliéster e suas misturas, com possibilidade de compor até 8 campos com capacidades individuais de 100, 200 ou 250kg (THIES REFLECTIONS, 2011).

2.2 Descoloração e reaproveitamento de efluentes

Sucessivamente ao processo de tintura, sabe-se que as lavagens posteriores, assim como o banho tintorial, geram alto consumo de recursos hídricos bem como a necessidade de tratamento do efluente gerado. Quanto a este aspecto, é possível destacar a preocupação com a descoloração do volume a ser descartado.

Ainda, a Thies GmbH & Co. demonstrou com pioneirismo o processo patenteado de descoloração de banhos de tingimento por esgotamento através da ozonização, em escala industrial. O ozônio (O₃), formado pela união de três átomos de oxigênio, está presente na estratosfera terrestre, formando uma camada protetora que preserva o ser humano dos efeitos danosos da radiação solar ultravioleta (WWF).

Conhecido vulgarmente como oxigênio ativo, o ozônio se constitui em um forte oxidante, que pode ser gerado através do oxigênio e aplicação de energia elétrica (OZONTECHNIK DO BRASIL, 2003). Industrialmente, por exemplo, já é dominada a utilização da ozonização para desinfecção de água potável, em paralelo a tratamentos complementares, dentre outros tratamentos aquosos. Entretanto, apesar de publicações acadêmicas demonstrarem a eficácia do forte poder oxidante da ozonização sobre a clarificação de efluentes (ALMEIDA; ASSALIN; DURÁN, 2004; MORAIS, 2006), ainda não haviam sido observados, pelo menos não notoriamente, equipamentos de descoloração de efluentes com aplicação de oxigênio ativo, em escala industrial têxtil.

O processo denominado AAP (*Advanced Aftertreatment Process*) é baseado na hidrólise oxidativa dos corantes presentes no efluente que, com a quebra de sua estrutura, principalmente nos centros cromóforos, e a diminuição de suas ligações conjugadas apresentam perda de coloração, promovendo, conseqüentemente, a clarificação do banho de tingimento. Desta forma, o líquido tratado torna-se incolor, de forma rápida, mais econômica e ambientalmente amigável, uma vez que produtos químicos não são necessários. Há uma menor demanda térmica, não formação de resíduos adicionais e que, ao ser exposto ao ar, o O_3 se decompõe em oxigênio atmosférico em poucos dias. Como matéria-prima para a geração de ozônio, existe a possibilidade de utilizar um tanque de oxigênio auxiliar ao equipamento ou comprar um sistema que utiliza o próprio oxigênio do ar para tal propósito (THIESTEXTILMASCHINEN, S. d. b).

O maquinário/processo, que pode ser dimensionado para unidades individuais ou plantas completas de tintura, possui recirculação com as máquinas de tingimento, sendo possível utilizar o banho totalmente clarificado para efetuar lavagens posteriores, reduzindo tempo e consumo de água nos tratamentos pós-tintura, sem prejudicar, segundo a fabricante, a solidez, em relação aos processos tradicionais de lavagem.

Salienta-se que o aproveitamento do banho ozonizado para partidas de tingimento não é recomendado e o sistema AAP não substitui uma ETE (Estação de Tratamento de Efluentes), tendo em vista que outros tratamentos como neutralização e distintos processos como, desengomagem, purga, alveamento, mercerização, etc, também geram descartes que necessitam ser tratados com graus de especificidades que vão além do proposto pelo sistema em questão. Todavia, além da economia e reaproveitamento de água, o banho pós-ozonização demanda um menor tempo de residência nas ETEs existentes em uma instalação industrial.

2.3 Purga

Tecnicamente, a purga se constitui em um processo de limpeza de materiais cuja composição abrange fibras químicas, mais especificamente as sintéticas, através da aplicação de agentes tensoativos, temperatura e agitação, visando à remoção de sujidades, principalmente as encimagens e óleos oriundos de atrito nas máquinas durante o tecimento (ARAÚJO; CASTRO, 1984).

Uma alternativa ao processo tradicional mencionado foi exposta pela fabricante Lafer, no processo contínuo em aberto denominado DISSOLVA. Este consiste na lavagem a seco, isto é, na realização da purga com solvente orgânico, onde a remoção total dos óleos pode ser mais rapidamente promovida, sem utilização de água, menor demanda térmica, além da possibilidade de recuperação de 99% do solvente, após filtração (LAFER).

A alternativa é interessante, porém demanda uma unidade de recuperação ao lado do equipamento, fornecida com o próprio, e não promoverá a limpeza total de tecidos com fibras naturais e suas misturas. Neste caso, desengomagem, cozinhamento ou processos oxidativos onerosos seriam necessários (BUCHERT et al., 2004). No entanto, parece ser uma boa alternativa para fabricantes de sintéticos que possuem limitações de recursos hídricos.

3 Lavanderia industrial

O segmento de lavanderia industrial ganha espaço no setor têxtil rapidamente. Algumas das razões que justificam a multiplicação deste setor são: a possibilidade de criar instalações industriais com custos significativamente menores em relação às áreas tradicionais têxteis - fiação, tecelagem, malharia, e beneficiamento -, o aumento significativo da produção e consumo mundial de artigos confeccionados em *jeans* e a possibilidade de diferenciação de peças do vestuário através de tingimentos, desgastes, estonagens e efeitos diversos de superfície, em processos praticamente *tailor-made* e *just in time* (OLIVEIRA, 2008).

As empresas de lavanderia industrial, que se enquadram no segmento de indústrias de tinturaria e beneficiamento têxtil, são tão expressivas que possuem associações próprias e feiras específicas para o setor, como a brasileira ANEL (Associação Nacional das Empresas de Lavanderia) e a *CLEAN SHOW*, feira internacional bienal de lavanderia, além de alavancar centenas de *sites* correlatos e denominações profissionais como o *washing designer* ou *designer* de lavanderia, profissional especializado em tipos de tecidos - particularmente o *jeans* - lavagens e tendências. Em face do exposto, como não poderia ser diferente, o mercado de lavanderia despertou o interesse de diversos fabricantes de máquinas e produtos químicos que passaram a cortejar um segmento antes visto com certa reticência ou mesmo preconceito por muitos.

3.1 Automação em processos "diferenciados"

Os processos, denominados na linguagem do ramo de lavanderia de *jeans* como "diferenciados", são operações realizadas previamente ou posteriormente aos processos de lavagem em máquinas industriais propriamente ditas, que geram efeitos localizados diversos nas peças confeccionadas. Com denominações do tipo, lixados, puídos, rasgados, *used*, bigodes, pistolagem com pigmento, dentre outros, estas operações, mesmo em escala, são, até hoje, na maioria dos casos, feitas de forma manual, peça a peça, por profissionais especializados, que trabalham em esforço repetitivo e veloz, para

que o volume de peças *jeans* aspirado ansiosamente pelo vasto mercado consumidor possa ser fornecido.

Uma das operações, conhecida como *used*, caracterizadamente definida pela aplicação de produtos químicos descolorantes – geralmente permanganato de potássio – por pulverização através pistola, é demasiadamente aplicada em peças do segmento. Outros químicos como pigmentos e resinas diversas podem ser aplicados ao material têxtil através do mesmo processo (OLIVEIRA, 2008).

Tendo em vista a abrangência desta operação, o fabricante VAV *Technology* desenvolveu um sistema de equipamentos inteligentes, que imitam os movimentos das mãos humanas através da robótica. Os equipamentos expostos e em plena demonstração na feira surpreenderam os espectadores pela precisão, rapidez e tecnologia. A inovação incremental no processo lembra os *videogames* interativos utilizados recentemente que detectam os movimentos humanos e viraram febre entre jovens e adultos.

A máquina *Clone-Mac* AX10 consiste em uma câmara com sensores ligados a um *software*, onde um operador especializado em efeitos “diferenciados” aplica com uma pistola contendo o produto químico, o efeito desejado para a peça em desenvolvimento, inflada em um boneco de borracha, conforme evidenciado na Figura 2a. Sensores no equipamento detectam as trajetórias das mãos, pressão exercida nos dedos e vazão de saída do produto químico. Após o efeito real aplicado ao vestuário e a observação do resultado, é possível, através do *software*, consertar imperfeições na trajetória ou em pontos específicos, memorizando-os (Figura 2b).



Figura 2: (a) cabine com sensores para aplicação de efeito *used* e (b) software de intervenção e correção de defeitos.

Fonte: Vav Technology, 2011

A partir da aprovação da amostra padrão, o equipamento Picasso SS 330, do mesmo fabricante, constituído por dois braços robóticos com pistolas de pulverização nas extremidades e uma cabine com dois bonecos infláveis reproduz em série o efeito previamente registrado. Dentre as principais vantagens dessa automação pode-se evidenciar a maior reprodutibilidade e produtividade, tendo em vista a inexistência do fator fadiga humana, com a possibilidade de trabalhos ininterruptos 24h ao dia. A necessidade de mão-de-obra altamente especializada em efeitos dessa natureza também é menor.

Para se ter um exemplo do ganho de, pelo menos, o dobro de produtividade, enquanto um manequim é despido/vestido com uma peça, o outro está sofrendo o processo de pulverização e vice-versa. Sabe-se adicionalmente que, por mais vivência prática que um operador tenha, este possui maestria de movimentos apenas em uma das mãos: ou é destro ou canhoto. Desta forma, efetua, em uma calça, uma pistolagem, em cada perna, por vez. Com a existência dos dois braços robóticos no equipamento, a taxa de produção dobra, tendo em vista que ambos os braços trabalham concomitantemente.

4 Tratamentos em superfícies têxteis

Tendo em vista o mercado global extremamente competitivo e as condições regulamentárias, trabalhistas, cambiais e subsidiárias muitas vezes desleais de alguns concorrentes internacionais, a necessidade de diferenciação como rota para sobrevivência e crescimento já é condição obrigatória para boa parte das empresas (THIRY, 2011).

De uma forma geral, ficou evidente que o elo existente entre os fabricantes de máquinas e produtos químicos e o *design* está se estreitando. Foi possível observar não só o conceito, mas a preocupação de muitas empresas em comunicar-se com a moda e o *design* como saída para inovação. Na área industrial têxtil há diversas formas de diferenciação do produto, desde a matéria prima fibrosa, passando pelo uso de fios especiais como os penteados e fantasia, permeando as tecelagens plana e de malha, com a elaboração de tecidos maquinados e jacquardinos, culminando no enobrecimento têxtil, através da utilização de fios tintos e diversos tratamentos químicos ou físicos que multiplicam as possibilidades de aplicação.

Apesar das possibilidades de agregação de valor supracitadas serem de extrema valia, boa parte delas torna os custos de fabricação bem mais elevados, em decorrência do maior custo de matéria-prima (fibras diferenciadas), da necessidade de processos mais longos, necessidade de softwares e profissionais específicos, remeteções trabalhosas, densidades de fios elevadíssimas, dentre outros.

Assim sendo, o tratamento em superfícies têxteis, especificamente tecidos planos e de malha, mostrou-se bastante em foco dentre os expositores, como forma de diferenciação ou agregação de valor, sem a necessidade de modificar tão fortemente, ou, em alguns casos, em nada, os fluxogramas tradicionais de fabricação, fazendo com que o aumento no custo produtivo seja, comparativamente, menor em relação aos métodos anteriormente citados.

4.1 Aplicação de *laser*

A utilização do *laser* para elaboração de efeitos de lavagens ou desbotamento em peças confeccionadas ou efeitos de estamparia, principalmente em tons sobre tons em tecidos, parece que irá se consolidar. No segmento do *jeans*, embora o uso desta tecnologia seja de conhecimento geral dentre os seguidores do ramo, o avanço em termos de finura, precisão, possibilidade de cortes do tecido e nuances alcançadas mostrou-se

impressionante. Segundo expositores presentes na feira, um fator positivo para os industriais de pequeno e médio porte que vislumbram possuir essa tecnologia é que o número de fabricantes de equipamentos é crescente, fator que faz com que os preços caiam, em função da concorrência, tornando-a mais acessível.

O fabricante OT LAS demonstrou o equipamento MX, capaz de processar tecidos de diversos tipos, com larguras de até 1,8 m, continuamente, gerando efeitos de estampa de forma rápida, sem ruídos e sem uso de produtos químicos. Na ocasião observada em demonstração ao vivo, foi possível visualizar um tecido suede sofrendo aplicação de motivos tipo medalhão. O aspecto visual era de um verdadeiro tecido adamascado com aplicações diversas. Parece que o ramo de decoração apresenta-se como um dos mais favorecidos por esse desenvolvimento, podendo, ao mesmo tempo, agregar valor ao material têxtil, ou tornar os tecidos de interiores mais democráticos em termos de preço ao consumidor, tendo em vista a simplicidade do processo, em relação a um *jacquard* ou estamparia tradicional: criação do desenho e *rapport* no computador e programação da máquina para aplicação do efeito. Realmente uma opção viável e ambientalmente mais justa. Salienta-se, no entanto, que cores multivariadas, dentre outros efeitos, ainda só são alcançadas nos processos por estamparia ou tecelagem *jacquard* tradicionais.

4.2 Laminação

A laminação de materiais têxteis apesar de não tão expressiva em termos de expositores, vem, de forma modesta, porém constante, ampliando o universo de possibilidades de negócios e aplicações de tecidos e não tecidos fabricados atualmente. O processo pode se apresentar como uma alternativa de ampliação de negócio para empresas já consolidadas ou um novo empreendimento para investidores industriais.

Basicamente, a laminação têxtil, muitas vezes referida como dublagem, consiste na união de diferentes tecidos, não tecidos, lâminas ou filmes poliméricos em camadas superpostas, com adição ou não de adesivos nas interfaces, dependendo dos materiais envolvidos. (RELIANT, 2007). Os equipamentos expostos, tanto de escala laboratorial como industrial, eram modulares, relativamente compactos e processam os materiais em linha, sem interrupções, com possibilidades de laminar mais de 10 tipos de substratos, simultaneamente, como foi observado junto ao fabricante inglês Reliant.

Aplicados na fabricação desde *commodities* como esponjas, fraldas e bandagens até revestimentos tecnologicamente avançados, utilizando tecidos de fibra de carbono e aramidas, os produtos e segmentos possíveis vão além da área têxtil tradicional, compreendendo as indústrias de plástico, espuma, não tecidos e resinas. Aplicações diversas com a escolha dos componentes têxteis corretos para laminação envolvem a área médica, automotiva, moveleira, construção civil, embalagens, higiênica, decoração e vestuário (RELIANT, 2007).

4.3 Coating

Ainda no que tange a tratamentos superficiais, o *coating*, segundo a *Encyclopedia of Polymer Science*, pode ser entendido como “recobrimento polimérico aplicado à superfície de um substrato, objetivando melhorar suas propriedades” (tradução nossa). O processo mostrou-se uma tendência muito forte para o segmento de tecidos, principalmente planos e técnicos. Este consiste, abreviadamente, na aplicação de resinas poliméricas que, quando curadas ou secas, dependendo da formulação, formam filmes superficiais no tecido em uma ou ambas as faces. O sistema mais conhecido de aplicação de *coating* têxtil é a espatulagem de polímero fundido através do uso de faca sobre cilindro, seguido de secagem e fixação. É importante salientar que a espessura e a regularidade da camada de recobrimento podem ser programadas nos equipamentos. Alguns fabricantes expressivos de linhas para *coating* presentes na ITMA 2011 foram a Menzel, Bruckner e o grupo Bozzeto.

Polímeros como policloreto de vinila (PVC), poliuretano (PUE), poliolefinas, silicões, lacas diversas e até adesivos são aplicados sobre materiais têxteis através do *coating*, promovendo efeitos de reforço das propriedades mecânicas, impermeabilização, lustro, modificação de toque, adesão em outras superfícies, dentre outros (SOMIC).

Mais uma vez, como exemplo e aplicação, sinalizam-se as áreas de tecidos para exteriores, náuticos, técnicos e de sinalização, notadamente *outdoors*, velas de barco, para-quedas, *airbags*, artigos militares, lonas de recobrimento de superfícies e tecidos de revestimento para pisos e paredes (COATING APPLICATIONS).

Outro exemplo prático observado de como o tratamento de superfície pode agregar valor ao material é a metalização de tecidos *jeans*, em metro corrido, pelo fabricante de calandras Monti Antônio, em que a aplicação de *foils* com cola *hot melt* torna o aspecto visual do material totalmente diferente, podendo gerar um fator multiplicador do preço de venda.

5 Corantes e auxiliares

5.1 Processo de tingimento econômico com corantes reativos

Alinhada à tendência global de minimização de custos com base no aumento da eficiência energética e consumo consciente de recursos, citada na introdução do presente ensaio, a empresa Clariant desenvolveu o processo 4E's (*ecology, economy, efficiency e environment*) que objetiva sucessivas recuperações do banho de tingimento diminuindo o descarte de efluente e eletrólitos.

Aplicados à linha de corantes reativos Drimarem HF-CL, além das recuperações recém-mencionadas, representantes brasileiros da empresa sugeriram que o processo proporciona economia de energia, reprodutibilidade e solidez da cor idênticas aos processos convencionais. Como desvantagem, ou limitação, para garantir os ganhos divulgados, o processo somente pode ser utilizado para partidas ou tingimento de cores idênticas.

Estes explicaram ainda que, na prática, a tintura por esgotamento ocorre de forma convencional na primeira partida, com relação de banho e formulação de corantes e auxiliares pré-estabelecidos. Após o tingimento, caso a máquina possua tanque auxiliar, deve-se transferir o banho para armazenamento no próprio e seguir com as lavagens e ensaboamentos comuns ao processo. Após o pós-tratamento e descarregamento da malha tinta, o banho de tintura armazenado e já hidrolisado, deve ser retornado do tanque auxiliar para o interior do equipamento de tintura. Caso a máquina não tenha tanque auxiliar para envio do banho, a tinturaria poderá descarregar o tecido ao final do tingimento e enviá-lo a uma lavadora contínua, mantendo o banho de tintura no interior do equipamento.

Logicamente, o banho restante não possui o mesmo volume e quantidades de químicos adicionados no início do processo. Desta forma, o suporte técnico da Clariant, juntamente com a tinturaria, realiza testes de mensuração da absorção do substrato pós-tinto ao sair úmido do equipamento de tingimento, visando calcular o percentual de banho e as quantidades de auxiliares remanescentes no banho. Um exemplo prático que materializa a afirmação acima é a verificação *in loco* de 200% de absorção banho em relação ao seu peso seco por uma malha. Com esse dado, qualquer técnico profissional da área tintorial pode calcular o percentual no banho inicial ainda remanescente da partida, caso o equipamento não tenha um dispositivo conta-litros.

Após o cálculo referido, deve-se acertar o volume de banho remanescente para atingir a correta relação de banho estipulada, levando em consideração as fases de dosagens de corantes e álcali. Faz-se necessário ainda corrigir a densidade do sal e auxiliares, neutralizar o banho e realizar uma nova carga de tecido. Nessa fase é importante salientar que, segundo explanações orais na própria feira, o uso do neutralizante correto Optacid LSC Conc, baseado em composição de ácidos orgânicos, é fundamental para garantir a reprodutibilidade entre as partidas. Neutralizações utilizando-se ácido acético ou fórmico não garantirão o quesito acima.

O corante presente no banho e totalmente hidrolisado não será aproveitado. Ainda que seja possível sujar o tecido, este será removido durante o novo ensaboamento posterior. Portanto, a adição de corante deve proceder-se como se não houvesse o produto no banho, isto é, calcula-se o %spm (percentual sobre o peso do material) de forma tradicional, pesa-se e adiciona-se o conteúdo ao equipamento. Entretanto, a economia de água, eletrólito e auxiliares, com base apenas no reforço ou complementação do banho anterior são bem interessantes. O processo tem apresentando êxito em tinturaria de fios, malhas e tecidos planos com reproduções perfeitas, segundo dados da empresa, em até dez partidas. As quantidades de auxiliares químicos, no entanto, devem ser reforçadas de forma decrescente até a quinta partida, mantendo-se constante a partir da sexta, conforme evidenciado na Tabela 1.

Tabela 1: Provas em produção para processo 4E's com corantes reativos.

Testes Drimaren HF-CL											
Relação de Banho - 1:10 partidas de 100 kg											
Tingimentos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amarelo CL-2R	%	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Vermelho CL-5B 125%	%	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Preto CL-S	%	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Ladiquest LSC	g/l	1,0	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Leonil EH BR	g/l	1,0	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Imacol C3G BR	g/l	1,0	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	g/l	60,0	Acertar p/ 60,0 g/l pela densidade								
Sal comum	kg	60,0	20,0	10,0	10,0	20,0	15,0	10,0	10,0	15,0	10,0
Drimagen LSC	g/l	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Opticid LSC	g/l	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
pH inicial		6,5	6,8	7,4	7,4	7,2	7,3	7,0	7,3	7,2	7,4
pH final		11,8	11,2	10,9	10,8	10,8	10,5	10,9	10,5	10,8	10,8
pH neutralizado		6,8	6,8	7,0	7,2	7,4	7,3	7,1	7,3	7,4	7,2
pH ensaboamento		5,5 - 6,5									

Fonte: Clariant, 2011a

Quanto à repetitividade da cor entre partidas, na Tabela 2, é possível observar comparações realizadas com base no processo 4E's, em termos de força colorística e delta E.

Tabela 2: Comparativo colorimétrico entre o processo convencional e o 4 E's.

1 - PROCESSO NORMAL 2 a 10 - 4E PROCESS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FORÇA %	100	102	104	101	99	102	100	99	104	100
C.M.C.	...	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4

Fonte: Clariant, 2011a

A economia mensal de sal, auxiliares e água para um processo produtivo de 100 toneladas de malha/mês, chega a 45.000kg, 1.500kg e 755m³, respectivamente. Resumidamente, a economia média comparada com o processo convencional de tintura é 30-35% menor por kg de malha tinta e 45-50%, se também forem consideradas as economias de tratamento de efluentes (CLARIANT, 2011a).

5.2 Novas alternativas ao tingimento com índigo

O tingimento de fios de urdume com corantes índigo para aplicações em tecidos *jeans* constitui-se em um processo completamente específico e atípico dentre os processos tradicionais de tintura nos diferentes artigos têxteis. Para tal propósito são necessárias máquinas contínuas, multicaixas e, por conseguinte, de grande comprimento onde os fios arranjados na forma de cabos ou em aberto – camadas – sofrem sucessivas imersões seguidas de oxidação aérea (LIMA; FERREIRA, s.d.).

Desta forma, também devido às especificidades do corante índigo, o processo demanda enormes quantidades de água, energia, controle de pH e uso de redutores com alto teor de enxofre. Além disso, em decorrência da extensão da máquina, paradas e trocas de artigo, muitas vezes geram defeitos ou grandes desperdícios de fio (ESTAPÉ, 2011).

Analisando as problemáticas ambientais e de desperdícios e o imenso mercado de tingimento com índigo, já justificado da seção 3, a Clariant desenvolveu corantes sulfurosos específicos, da linha Diresul® RDT: *Indiblu* e *Indinavy*, para serem utilizados em um processo conhecido como ADVANCED DENIM. Trata-se de corantes ao enxofre, com baixo teor de sulfetos, que possuem tonalidades semelhantes ao índigo, podendo, em alguns casos, substituí-lo. Outros corantes da linha, como o *Indiblack*, devido à similaridade no comportamento de tintura, ainda podem ser misturados ao tradicional corante anil no mesmo banho, ou seja, utilizando o hidrossulfito de sódio como redutor, sem mostrar incompatibilidade (TTISTEXTILEDIGES, 2011). Logicamente, provas e pilotagens devem ser realizadas para verificação de resultados específicos requeridos por cada empresa.

As vantagens da adoção dos corantes *Indiblu* e *Indinavy* são inúmeras, tais quais (CLARIANT, 2011b):

- Redução drástica do número de caixas ou imersões e, por consequência, do uso de água, tendo em vista a maior substantividade destes em relação ao índigo;
- Utilização de redutores à base de açúcares, em casos onde se pretenda prescindir do índigo, contribuindo muito na redução da carga efluente;
- Possibilidade de tingimento em superficial ou mais penetrado;
- Obtenção de diferentes efeitos de lavagens na peça confeccionada – tonalidades - em função do oxidante utilizado;

- Oxidação/fixação do corante no mesmo banho de engomagem, conectado em linha com o tingimento, permitindo velocidades de partidas mais altas, tendo em vista que o tempo demandado para oxidação aérea pode ser suprimido.

Segundo Zauberman (2005), o processo de preparação à tecelagem alcançou resultados animadores em decorrência do desenvolvimento da química de biopolímeros e polímeros sintéticos. Contudo, possibilidade de obtenção de diferentes efeitos de lavagens na peça confeccionada em função do oxidante utilizado é o que realmente chamou a atenção dos técnicos no segmento em relação ao uso dos corantes *Indibblue* e *Indinavy*. O desenvolvimento do agente engomante Arkofil DEN-FIX possibilitou que a engomagem ocorresse concomitantemente à oxidação do corante no processo denominado PAD-SIZING-OX. Uma economia de 90% de água, 27% de energia, 85% de refugo de algodão com a utilização dos sistemas inovadores em relação ao convencional (CLARIANT, 2011b). A Figura 3 mostra um comparativo de máquinas entre o processo convencional e os processos que utilizam a linha Diresul RDT.

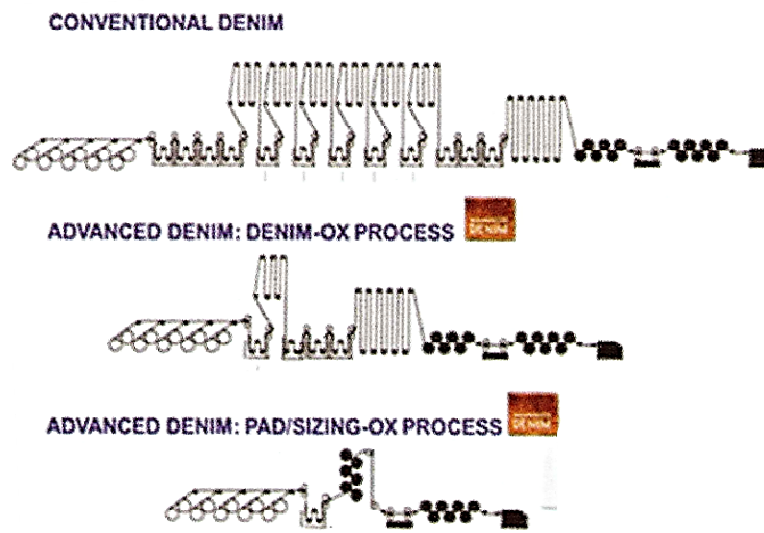


Figura 3: Comparativo de equipamento/etapas entre o processo de tintura de fios de urdume com índigo e os processos alternativos utilizando os corantes *Indibblue* e *Indinavy*, sugeridos como inovação.

Fonte: Estapé, 2011

6 Conclusão

Em face do exposto é possível concluir que as tecnologias de *input* para o enobrecimento têxtil têm possibilitado grandes avanços econômicos e qualitativos nos processos industriais como redução do consumo de água, minimização de demanda térmica, promoção de efeitos em superfície e tratamentos de efluentes com menor ou até sem uso de agentes químicos, além do aumento de produtividade e automação dos processos.

Apesar de não terem sido observadas inovações radicais, ficou evidente a preocupação ambiental dos fabricantes de máquinas e produtos químicos na tentativa de possibilitar aos fabricantes têxteis a adequação a legislações e acordos ambientais mais rígidos, consumidores mais conscientes e competitividade mais acirrada. Ainda que os segmentos de máquinas e químicos pareçam não possuir relação com o *design*, sua integração com esta atividade também se mostrou como uma forma para diferenciação.

Questões sobre maquinários, processos, corantes e auxiliares, assim como tendências sobre o segmento de beneficiamento têxtil expostos na ITMA 2011 foram resumidas e expostas neste ensaio, visando proporcionar ao leitor maior conhecimento técnico e possíveis caminhos e fontes de consulta para atualização técnica e tomada de decisão.

Referências

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; DURÁN, N. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, 2004.

ARAUJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. v. 2.

BUCHERT, J.; PERE, J.; PUOLAKKA, A.; PERTTI, N. Descruze do algodão com pectinases, proteases e lipases. **Revista de Química Têxtil**, n. 75, p. 62-70, jun. 2004.

CLARIANT. **Processo 4 E's para Drimaren**: color effects. 2011a. Apresentação técnica eletrônica corporativa.

CLARIANT. **Just when you thought you'd seen it all**: Clariant redefines the world for denim. 2011b. Catálogo promocional divulgado na ITMA 2011.

COATING APPLICATIONS. Disponível em: <<http://www.coatingapplications.co.uk/sport-and-leisure.php>>. Acesso em: 23 out. 2011.

ENCYCLOPEDIA of polymer science: **fabrics, coated**. 3. ed. Wiley-Interscience. v. 6, p. 632-647.

ESTAPÉ, N. Advanced denim by Clariant: una nueva tecnología para la production sostenible de los jeans. **Revista de Química e Industria Textil**, n. 204, p. 36-40, set. 2011.

LAFER. Disponível em: <http://www.solwell.com.tw/files/OPERATION%20OF%20SOLVENT%20SCOURING%20PLANT_ING.pdf>. Acesso em: 30 out. 2011.

LIMA, F.; FERREIRA, P. P. **Índigo**: tecnologias, processo, tingimento, acabamento. S.l.: Artes Gráficas, s.d.

MARIANO, M. Plataforma para um futuro sustentável. **Revista Textília**. n. 81, p. 6-14, ago. 2011a.

MARIANO, M. Turbulência põe Brasil em alerta. **Revista Textília**. n. 81, p. 16-46, ago. 2011b.

MORAIS, A. A. **Uso de ozônio como pré e pós-tratamento de efluentes da indústria de celulose kraft branqueada**. Viçosa, 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade de Viçosa.

OLIVEIRA, G. J. **Jeans a alquimia da moda**. Edição Independente, 2008.

OZONTECHNIK DO BRASIL. 2003. Disponível em: <<http://www.ozonio.com.br/duvidas.htm>>. Acesso em: 23 out. 2011.

RELIANT. 2007. Disponível em: <<http://www.reliant-machinery.com/en/laminapps.html>>. Acesso em: 18 nov. 2011.

SOMIC. Disponível em: <<http://www.somic.co.uk/Textile+Coatings.html>>. Acesso em: 25 out. 2011.

THIES REFLECTIONS: imaster H₂O. **Revista promocional de vendas**. set. 2011.

THIESTEXTILMASCHINEN. S. d. a. Disponível em: <http://www.thiestextilmaschinen.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/prospekt_i_imaster.pdf>. Acesso em: 18 out. 2011.

THIESTEXTILMASCHINEN. S. d. b. Disponível em: <http://www.thiestextilmaschinen.de/index.php/fuseaction/download/lrn_file/thies_press_release_itma_2011_e.pdf>. Acesso em: 23 out. 2011.

THIRY, C. M. Strong as the weakest link: strengthening the textile supply chain. **AATCC Review**, v. 11, n. 04, p. 25-31, Jul. 2011.

TOLEDO, A. S. R. Visão do mercado têxtil. . **Química têxtil**, n. 72, p. 8-10, set. 2003.

TTISTEXTILEDIGES. 2011. Disponível em: <<http://www.ttistextiledigest.com/articles/textile-insighttrend/item/1277-denim-%E2%80%93-4-e%E2%80%99s-%E2%80%93-intelligent-chemistry.html>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

VAV TECHNOLOGY. 2011. Disponível em: <www.vavtechnology.com>. Acesso em: 25 out. 2011.

WWF. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/camada_ozonio/>. Acesso em: 23 out. 2011.

ZAUBERMAM, M. Engomagem, preparação e meio ambiente. **Química têxtil**, n. 79, p. 19-31, jun. 2005.

Currículo Resumido dos Autores

Andre Fernandes Vieira Peixoto

Mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo IMA/UFRJ, Especialista em Engenharia Econômica e Administração Industrial pela UFRJ, Licenciado em Formação Pedagógica para Formadores da Educação Profissional pela UNISUL, Bacharel em Engenharia Industrial Têxtil pelo SENAI-CETIQT. Técnico-docente do SENAI-CETIQT desde 2005.

E-mail: apeixoto@cetiqt.senai.br

Currículo Plataforma Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5864656381149194>

Leonardo Garcia Teixeira Mendes

Coordenador dos Cursos de Engenharia Têxtil e Engenharia Química da Faculdade SENAI/CETIQT. Mestre em Engenharia da Produção pela PUC/RJ. Engenheiro Químico formado pela Universidade Federal Fluminense/RJ.

E-mail: lmendes@cetiqt.senai.br