



Têxteis inteligentes

Dr. Ing. José Cegarra Sánchez - Professor Emérito da Universidade Politécnica da Catalunha e Acadêmico da Real Academia de Ciências e Artes da Espanha
Artigo publicado na "Revista de la Industria Têxtil" - Espanha

Tradução: Agostinho S. Pacheco - ABQCT

Revisão técnica: Rodrigo Chrispim

Neste artigo apresentamos diferentes realizações dos denominados tecidos ou prendas inteligentes. A introdução diz porque a indústria têxtil dos países ricos necessita do desenvolvimento desses artigos, mesmo que em fase inicial, para poder competir no futuro com os países em fase de desenvolvimento. Desse modo, se expõe a amplitude que se dá ao conjunto de tecidos ou prendas inteligentes. Os procedimentos para se obter tecidos ou prendas inteligentes podem ser classificados em três classes: microencapsulados, eletrônicos e nanotecnológicos. Neste estudo, trataremos somente dos primeiros. As diferentes modalidades expostas neste trabalho são: antimicrobianos, frescos, têxteis cosméticos, fotocromáticos, termocromáticos, para a segurança da saúde e a comunicação, contra a radiação ultravioleta, polisensuais e eletrônicos.

Introdução

Diante da impossibilidade de competir na fabricação de tecidos "comodities", ou tecidos correntes, com alguns países em processo de desenvolvimento, em consequência de uma mão-de-obra barata e a instalação de equipamentos ou maquinários modernos, a alternativa da indústria têxtil dos países desenvolvidos se baseia em dois tipos de fabricação: os denominados tecidos "premium" e os de "tecnologias emergentes". Os tecidos "premium" são tecidos de alta qualidade, tanto por seu desenho como pelo tipo de materiais empregados, e

os tecidos incluídos no que poderíamos considerar como "tecnologias emergentes", são tecidos com propriedades muito peculiares, destinados a confecção de prendas internas e principalmente externas de vestir, desportivas, lúdicas e militares, obtidas mediante o emprego dos denominados "tecidos inteligentes".

Se centrarmos este estudo nestes últimos, considero que existem duas formas de conseguir o efeito final desejado, que, como veremos mais adiante, em muitos casos pode ser considerado quase ficção científica. Uma delas é mediante o emprego das denominadas fibras inteligentes e a outra, mediante a aplicação posterior de determinados compostos que apresentem os mesmos ou diferentes efeitos do que os obtidos com as fibras inteligentes. Esta última modalidade permite alcançar, em algumas aplicações, efeitos que não são possíveis de alcançar, pelo menos até o presente, com as primeiras.

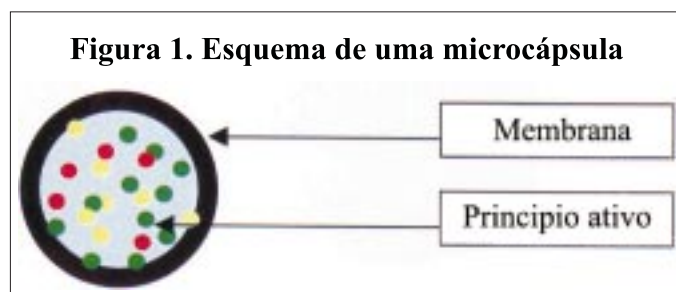
Uma "fibra inteligente" é aquela que pode reagir ante a variação de um estímulo, luz, calor, suor, ferida etc., no lugar onde se produz a variação do estímulo, mas que se comporta como uma fibra normal no local onde este não se produz. Por exemplo, uma fibra inteligente, ante a variação da intensidade de luz, altera sua cor, segundo a intensidade desta; outra, sensível ao suor, emite substâncias capazes de combater os efeitos deste. Quando se fabrica um tecido com essas fibras, este adquire as propriedades das fibras que o compõe e torna-se conhecido como "tecido inteligente". Uma grande

maioria desses efeitos é obtida mediante a técnica de microencapsulação aplicada aos têxteis.

A microencapsulação é conhecida nos Estados Unidos desde 1968 e aplicada ao papel autocopiante, sem carbono, para formulários comerciais de páginas múltiplas. Posteriormente, nos meados de 1980, se desenvolveu o que poderíamos considerar como a "comunicação olfativa", isto é, envoltórios perfumados para tornar conhecido um determinado perfume, sabonete, amaciante ou detergente. A maioria desses sistemas de publicidade é realizada com tintas contendo microcápsulas que, por sua vez, contém um perfume, o qual é liberado no momento oportuno. As microcápsulas também são aplicadas na cosmética e na enologia. Sua aplicação nos têxteis data do princípio dos anos 1990⁽¹⁾.

Microencapsulação

Essa técnica permite isolar os compostos ativos mediante uma membrana natural, biopolimérica, de forma esférica, tal qual mostra a Figura 1⁽²⁾. As microcápsulas de aplicação aos têxteis costumam ter uma membrana de 1mm de grossura, um diâmetro de 5 a 20 mm e uma concentração de produto ativo entre 20 e 45%. O polímero utilizado pode ser natural ou sintético. Entre os primeiros temos o alginatos, a goma arábica etc., e entre os segundos se encontram os derivados da celulose tais como a etilcelulose, a propilcelulose etc. A natureza do material a empregar vem determinada pelo tipo de técnica empregada para sua introdução na fibra e pelas condições do processo. Apesar de seu pequeno tamanho, as microcápsulas proporcionam uma área de aplicação relativamente grande, o que permite uma libera-



ção uniforme e adequada dos princípios ativos. O produto ativo encapsulado se libera, seja por ruptura da membrana ou por difusão lenta e progressiva através da membrana, dissolução lenta do polímero da membrana, fricção ou biodegradação.

Os métodos para a obtenção das microcápsulas são muito variados e citaremos somente alguns deles: separação de fase, lipossomas e vesículas de agentes ativos, interfacial e polimerização "in situ", coacervação em diferentes formas, extrusão centrífuga, pulverização seca, emulsão etc.

Os lipossomas são fosfolípidos lineares em soluções alcoólicas e que formam a microcápsula em fase aquosa, encapsulando o princípio ativo, conforme figura 2⁽²⁾. As microcápsulas empregadas nos processos têxteis e preparadas na fiação das fibras, por separação de fases, têm um tamanho suficientemente pequeno para que possam passar através dos filtros e orifícios das fiandeiras utilizadas para a extrusão das fibras. Isso permite obter microcápsulas que contenham retardantes de chamas, desodorizantes, perfumes, amaciantes, antioxidantes, absorventes de UV etc.

As microcápsulas podem ser aplicadas aos têxteis por foulardagem, pulverização ou por esgotamento em uma solução, sem alterar seu comportamento nem sua cor. Em qualquer desses casos é necessária a utilização de um agente fixador que pode ser acrílico ou poliuretano, sendo sua missão a de fixar a microcápsula no têxtil para que este não seja eliminado durante a lavagem. Durante a lavagem, a ação química dos álcalis e a temperatura podem alterar as microcápsulas e já foram efetuadas melhorias na escolha do agente fixador segundo o tipo de fibras. Assim, no algodão ou poliamida, uma quantidade de 30% das microcápsulas podem permanecer no tecido depois de 10 lavagens.



O princípio ativo contido na microcápsula é eliminado sobre a pele mediante a fricção ou pela deformação do tecido durante seu uso. A figura 3 ilustra como atuam as microcápsulas⁽⁴⁾.



Fibras e tecidos inteligentes

Além da definição dada anteriormente, também se pode definir uma fibra inteligente como aquela que, em determinadas circunstâncias, produz um efeito determinado e que em outro tipo de aplicação se comporta como uma fibra normal. As fibras inteligentes podem apresentar o comportamento que as caracteriza devido a incorporação em seu interior de "microcápsulas ou zeolitas"⁽⁵⁾. As microcápsulas do tipo orgânico já foram citadas anteriormente. As zeolitas são compostos inorgânicos derivados do silício e em seu interior são introduzidos os compostos ativos sensíveis às variações da luz, temperatura etc. Esses compostos se depositam no interior da fibra.

A incorporação das microcápsulas ou das zeolitas no interior da fibra pode ser feita nas diferentes etapas da produção da fibra:

- a) no processo de polimerização;
- b) mediante uma emulsão junto com a dissolução ou fusão do polímero, dependendo do tipo de fiação, ficando as microcápsulas retidas na fibra durante a coagulação;
- c) mediante extrusão de gotas por difusores incorporados à fiadeira⁽⁶⁾.

Outro tipo de incorporação se dá mediante a aplicação sobre o tecido por foudardagem, indução, pulve-

rização ou esgotamento de um banho em um processo descontínuo, tal como se efetua com os processos posteriores ao tingimento. Em todos esses casos, é necessária a presença de um ligante para fixar as microcápsulas sobre o tecido, a fim de mantê-las depois das lavagens. Esse ligante pode ser um composto acrílico, de poliuretano, de silicone etc.⁽¹⁾. Nesses casos, o tecido pode ser de algodão, seda, lã ou de uma fibra sintética, o que amplia o campo de aplicação das fibras em relação ao indicado anteriormente, podendo-se efetuar a aplicação durante o processo de acabamento do tecido.

Tecidos e prendas inteligentes

Expostas de uma forma geral como se obtêm as fibras e os tecidos inteligentes, passaremos a expor as variedades de ambos que existem atualmente no mercado ou que estão próximos de surgirem. Os tecidos inteligentes podem ser classificados em três categorias:

1. Passivos - são aqueles que mantêm suas características independentemente do ambiente exterior. Ou seja, uma prenda isolante mantém suas características sem influenciar a temperatura exterior.
2. Ativos - são os que atuam especificamente sobre um agente exterior. Por exemplo, um tecido transpirável permite a passagem do suor, mas impede a passagem das gotas de chuva.
3. Muito ativos - são os tecidos que adaptam automaticamente sua funcionalidade às alterações do ambiente. São aqueles que modificarão suas propriedades em relação ao estímulo exterior.

Os têxteis inteligentes podem ser obtidos por dois sistemas:

- a) mediante a aplicação, seja na fibra ou sobre o tecido, segundo expusemos anteriormente, ou;
- b) mediante o emprego das nanotecnologias, que reservamos para outra publicação.

Vários são os efeitos que se pode conseguir mediante o emprego de tecidos inteligentes, obtidos mediante microencapsulamento, os quais exporemos a seguir.

Tecidos antimicrobianos

Esses tecidos têm por efeito a destruição dos microorganismos que penetram nos tecidos depois de uma curta utilização dos mesmos. Esses microorganismos, bactérias, fungos e vírus, mediante a presença da umidade e do calor, são os que causam a geração de odores desagradáveis, e, ao mesmo tempo, podem ocasionar a descoloração do tecido.

Os agentes antimicrobianos já eram aplicados no antigo Egito para preservar as múmias. Atualmente, o domínio de aplicação dos tecidos antimicrobianos aumentou na medida que o fez a sensibilidade dos consumidores aos problemas causados pelos maus odores. Para obter esses efeitos é necessário que os produtos utilizados penetrem no interior da fibra. Além disso, não devem apresentar efeitos nocivos nem para o meio ambiente nem para o usuário, tal como sucede com a gama Tinosam AM 110 da Ciba Especialidades Químicas, para sua aplicação sobre tecidos, que devem ser resistentes as lavagens repetidas, ou o Tinosam NW 200, para aplicação sobre artigos, que não requerem solidez a lavagem, tal como os produtos de uso único, filtros e nãotecidos.

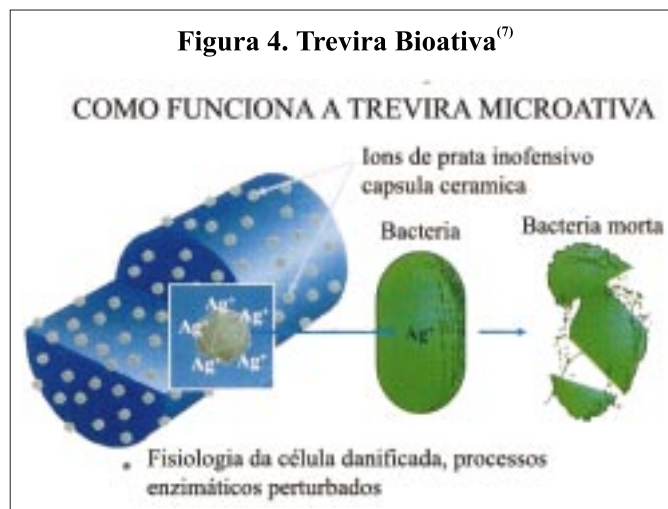
A substância ativa desses produtos é o Irgasan DP 300, um triclosano, empregado há mais de trinta anos em produtos para a pele, dentifrícios, desinfetantes para as mãos e outros produtos de utilização no lar. Por outro lado, o efeito bacteriostático produz uma sensação de frescor ao usuário, se bem que para esta finalidade são usados outros compostos, como veremos mais adiante. São utilizados em prendas interiores e exteriores de esporte, tanto sobre fibras de poliéster, poliamida e suas misturas com algodão e lã, assim como sobre outras fibras⁽⁶⁾.

Outra forma de atacar o problema dos tecidos antimicrobianos é apresentada pela Trevira GmbH com as fibras bioativas, sob duas formas: a Trevira Perform, para aqueles artigos bioativos de baixo pilling; e Trevira CS, para os artigos dificilmente inflamáveis. Essas fibras são fabricadas com base no fenômeno conhecido de que a presença de íons metálicos impede as bactérias

de se multiplicarem. Esse efeito se mantém permanentemente sobre a fibra. No caso da Trevira, são empregados íons de prata como componente ativo para obter o efeito antimicrobiano, sendo possível comprovar que são obtidos excelentes resultados depois de cem lavagens das prendas⁽⁷⁾.

Em Barcelona, no dia 9 de novembro de 2003, na "Casa Llotja de Mar", teve lugar a apresentação de várias amostras de prendas inteligentes e entre elas a de um manto (xale) confeccionado com Trevira bioativa que impede a multiplicação dos microorganismos e incorpora extratos de algas que fomentam a descontração de quem o usa⁽¹¹⁾.

Figura 4. Trevira Bioativa⁽⁷⁾



Tecidos frescos⁽⁸⁾

Esses tecidos têm por finalidade aumentar o efeito de frescor, assim como o de oferecer um toque mais agradável e uma boa permeabilidade ao ar. Esse procedimento se baseia na troca de fase dos materiais (CFM) microencapsulados, os quais atuam como minúsculos termostatos. Segundo a aplicação desejada, o ponto de fusão da parafina encerrada nas microcápsulas pode ser calibrado justamente abaixo da temperatura corporal: 35°C no caso de vestidos e 31°C no caso de luvas ou calçados. A medida que as microcápsulas passam do estado sólido para o líquido, elas armazenam ou liberam energia em forma de calor latente, que participa mantendo a temperatura corporal quando o usuário passa de um

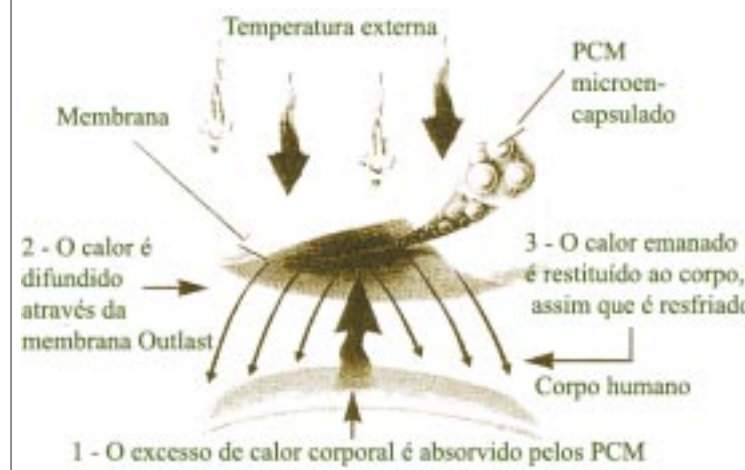
período de atividade física intensa, armazenando calor para um período de repouso e restituindo o calor.

Para obter as alterações de fase por liberação da energia corporal são utilizados hidrocarbonetos de elevada longitude de cadeia e elevada cristalinidade, que são capazes de absorver grande quantidade de energia da área que os circunda durante o processo de fusão para liberá-la posteriormente, na mesma área, durante o processo de cristalização. Tanto durante o processo de fusão como durante a cristalização, a temperatura dos CFM como a temperatura da área que os circunda permanecem constantes. A alta transferência de calor durante o processo de fusão, assim como durante o de cristalização sem alteração de temperatura, faz com que esses produtos sejam muito interessantes para o armazenamento de calor. Exemplos desses produtos são o heptadecano e o octadecano com temperaturas de fusão de 22°C e 28°C e de ebulição de 303°C e 317°C respectivamente.

Atualmente existem fibras acrílicas e espumas de poliuretano que contêm esses tipos de produtos em seu interior, microencapsulados em esfera de plástico, para evitar sua dissolução durante o estado líquido, mas que também podem ser aplicadas misturadas em forma de emulsão com polímeros empregados no recobrimento têxtil durante o acabamento. Seu campo de aplicação é muito variado, desde vestimentas para astronautas, para operários que trabalham em frigoríficos, para prendas desportivas, sapatos, luvas etc.

Como as microcápsulas são diretamente aplicadas sobre a superfície ou no interior das fibras ou tecidos, as prendas, para uma eficiência igual a dos tecidos sem microcápsulas, podem ser mais leves e confortáveis, dado que a transpiração e os fenômenos de condensação no interior do tecido são consideravelmente reduzidos. Esse desenvolvimento foi efetuado por Tecnologias Outlast nas prendas e sapatos produzidos por cerca de 200 grandes marcas dedicadas a prendas de desportos, tais como Columbia, Nike, Nórdica, Adidas, Rossignol, entre outras. Atualmente estão em desenvolvimento no-

Figura 5. Esquema de funcionamento da membrana Outlast



vas aplicações para camisas, calças e roupa interior para verão. A figura 5 mostra esquematicamente o princípio da membrana Outlast⁽⁹⁾.

A firma Frisby Technologies⁽¹⁰⁾ criou os tecidos Comfortempt utilizando esferas microencapsuladas para absorver o calor e manter regulada a temperatura do corpo em condições ambientais de elevada temperatura. VF Corporation utilizou os tecidos Comfortemp, juntamente com uma fibra sintética patenteada e um acabamento químico para eliminar a umidade, em sua linha de primavera de 2003, pondo no mercado americano as camisas denominadas Cool Look através da firma Wrangler. O tecido Comfortemp é utilizado como entretela no colarinho, punhos das mangas e na parte posterior dos ombros nas camisas para manter esses locais frescos quando a temperatura for elevada. É de esperar que em um futuro próximo apareçam outras firmas na Europa para obter os mesmos resultados, e que seriam bem recebidas sobretudo nos países da área mediterrânea.

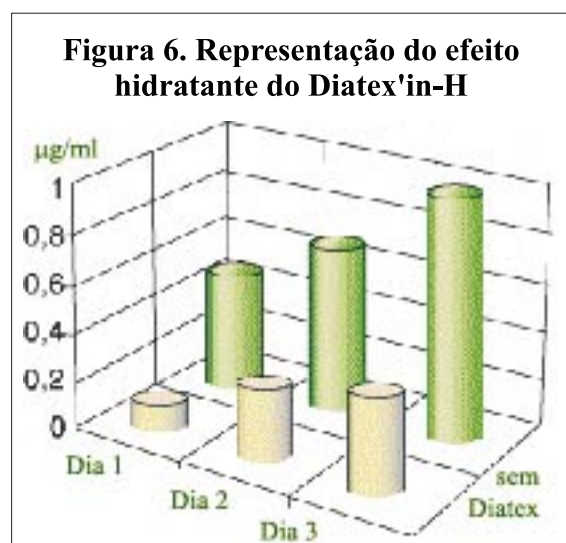
Como reguladores térmicos, mesmo que não se trate de fibras que incorporem microcápsulas, também é possível empregar fibras que apresentam um recobrimento formado por uma microcapa oca que atua como isolante, propriedade que se potencializa se no seu interior for introduzido circônio ou qualquer outro produto capaz de absorver energia⁽⁵⁾.

Cosmeto-têxteis

Estes têm o mesmo objetivo da cosmética, ou seja, a prevenção da pele contra os agentes externos, que produzem o ressecamento, rugas etc., para manter a boa saúde e a sensação de bem estar. Os elementos que existem em um cosmeto-têxtil são: um produto ativo, um transportador inorgânico, uma membrana e um ligante. As matérias ativas utilizadas podem ser líquidas ou sólidas e são de natureza muito diversa, perfumes, reativos químicos ou bioquímicos, vitaminas, cristais líquidos, extratos de alga *Padina Pavonica* ou da alga *Cyclotella* etc. Esses compostos ativos se fixam na pele mediante um ligante, essencial para a durabilidade do efeito cosmético.

O simples fato de usar meias ou calças com cosmeto-têxteis durante o dia provoca efeitos notáveis sobre a "pele de laranja" (celulite), alcançando valores máximos de diminuição da ordem de 8 a 9% em alguns meses. Outros cosmeto-têxteis aumentam a ação hidratante, diminuindo o efeito conhecido como "pernas pesadas", favorecendo a circulação linfática e diminuindo o inchamento das pernas. Um desses produtos é o Diatex'in-H, que contém extratos da alga *Padina Pavonica*. Os efeitos podem ser apreciados na figura 6⁽¹¹⁾.

Entre as aplicações com êxito mais recentes podemos citar: as meias hidratantes, refrescantes ou energizantes (Dim); os lenços de seda perfumados (Hermes, Lacôme); roupa interior (Neyret, Playtex);



pendas de vestir perfumadas (Oliver Lápido)⁽¹²⁾, assim como vestidos que permitem um bronzeado seguro e sem costuras que incorpora um protetor solar, tal como mostra a figura 7⁽¹³⁻¹⁴⁾.

Têxteis fotocromáticos⁽¹⁵⁻¹⁶⁾

Um têxtil fotocromático é aquele que quando é exposto à luz do sol, à luz ultravioleta, luz negra ou outras fontes sua cor se altera. Quando a fonte luminosa desaparece, a cor volta a ser aquela original que é notada sob a luz do sol, efetuando-se rapidamente a alteração. Esses efeitos são obtidos depositando uma série de microcápsulas que contenham agregados de corantes sensíveis à ação da luz, o que permite aumentar a velocidade das reações fotoquímicas que se encontram em fase líquida no interior da cápsula. Os corantes empregados podem ser inorgânicos ou orgânicos, mas os primeiros contaminam o meio ambiente e os segundos não, razão pela qual se prefere estes últimos.



Figura 7. Moça com vestido para bronzeado sem costuras



Entre os corantes orgânicos os baseados na spirosazina são muito empregados por sua resistência à decomposição, terem uma ampla gama de cores, serem miscíveis com os corantes ácidos e poderem ser empregados nos têxteis fotocromicos de lã, seda e nylon. As microcápsulas contêm o corante de tal forma que não podem ser dissolvidas em sistemas aquosos. Esses corantes exibem cores brilhantes mesmo em dias nublados e sua cor se altera ligeiramente se o dia for muito quente.

Os corantes fotocromicos são muito instáveis em sua forma excitada e por isso um dos principais problemas na preparação de suas soluções é a sua estabilização; sem esta, sua decomposição se produz em poucos dias, mesmo antes de sua aplicação. Os têxteis fotocromicos podem resistir até aproximadamente trinta lavagens, mas não podem ser alvejados, já que esses corantes são destruídos nessa operação. Sua aplicação costuma ser efetuada mediante estamparia. Essas substâncias são utilizadas para obter têxteis empregados em ações lúdicas, espetáculos, disfarces, vestidos de noite etc.(figura 8).

Têxteis termocrômicos⁽¹⁵⁻¹⁶⁾

Um têxtil termocrômico é aquele que quando se altera a temperatura exterior se produz uma alteração de coloração. São obtidos depositando determinados pigmentos, que são indicadores reversíveis de temperatura nas microcápsulas. Quando o pigmento colorido se aquece, torna-se incolor e transparente, dado que a união que existe entre o elétron doador e o receptor é rompida.

Dois tipos de tintas termocrômicas foram utilizadas com êxito na indústria têxtil: os cristais líquidos e os corantes em forma de leuco, sendo que os primeiros são os mais empregados. Neste caso, os mais importantes são os denominados de "classe coloestérica e pirolactônica", cujas moléculas são em formato de hélice.

O termocromismo resulta da reflexão seletiva do cristal líquido, cuja longitude de onda é governada pelo índice refletivo do cristal líquido e pela pendente da hélice. Em ambos os casos, os corantes são microencapsulados em um dissolvente orgânico e sua aplicação

sobre o têxtil pode ser efetuada através das pastas de estamparia, da mesma forma que a estamparia com pigmentos, ou seja, necessitam de um ligante. É possível obter compostos termocrômicos entre temperaturas que oscilam entre -5°C até 70°C. O envelhecimento dessas moléculas é ainda demasiadamente rápido, ao redor de três meses.



Figura 8. Moça com vestido fotocromico para espetáculos e festas

Têxteis para segurança, saúde e comunicação⁽¹³⁻¹⁴⁾

Dentro da Semana Européia da Ciência e Tecnologia, realizada em Barcelona entre os dias 3 e 9 de novembro de 2003, correspondente ao projeto I-wear, financiado pela União Européia, foram apresentados, entre outras novidades de prendas tecnológicas, dois coletes que tinham sido incorporados à tecnologia airbag, que é utilizada em automóveis. Um colete criado para os motoristas da firma Merhav AAP que permite todo tipo de movimento e, em caso de quedas, se infla como um airbag, protegendo o pescoço, a coluna vertebral e o tórax. O outro colete foi desenhado para os ginetes (cavaleiros), de tal forma que em caso de queda lhes protegeria a coluna vertebral.

Ante a polémica criada a respeito da utilização do telefone móvel ser ou não pernicioso à saúde, também foi apresentado um blusão que protege o usuário em mais de 90% das radiações eletromagnéticas, o que aumenta a segurança da utilização do telefone celular. Também foi apresentado uma camiseta que mede os parâmetros vitais de quem a usa, o que a torna muito



Figura 9. Jaleco Airbag para motoristas

recomendável para pacientes e desportistas, assim como uma atadura (faixa) que reduz o risco de lesão mediante um sistema de sinais auditivos que controla o treinamento dos desportistas.

A firma Friendly Sponsor apresentou o "freemover", um cinturão contendo sensores que, junto a um pequeno ordenador, transmite vibrações quando o usuário estiver sentado há muito tempo em uma posição prejudicial para as costas. Outra empresa, a Móbile Assistant de Xybernaut, apresentou um ordenador muito pessoal, composto de diferentes pequenos ordenadores que são usados pelo corpo e cujas telas podem ser levadas no punho, cinturão ou diante dos olhos. O conjunto oferece ao usuário plena liberdade e flexibilidade.



Figura 10. Cinturão para correção da postura

Outra apresentação foi a de um colete que incorpora um reproduzidor MP3 e permite desfrutar da música enquanto se pratica caminhadas, sem a necessidade de transportar um aparelho externo. Também foi exibida uma jaqueta para mensageiros, que permite uma comunicação constante com a central mediante a transmissão de mensagens curtas (SMS) e outra jaqueta para o médico de urgências, que incorpora um ordenador portátil no qual é possível enviar imagens do local do acidente e do paciente que necessita de atendimento, assim como dos dados de um eletrocardiograma em 12 canais.

Mais uma novidade foi uma roupa para bebês que pode alertar aos pais ou aos responsáveis dos hospitais sobre as alterações nos batimentos do coração do bebê, que podem ser sintomas de morte súbita, que no Reino Unido é a causa de 2.500 mortes por ano. Essa roupa foi desenvolvida pela empresa belga Verhaert, de desenho e desenvolvimentos, e é perfeitamente lavável. Como não existem sensores em contato direto com a pele do bebê, não pode causar reações alérgicas.

Proteção contra a radiação ultravioleta⁽¹⁸⁻¹⁹⁾

Como conseqüência do aumento da radiação UV, em virtude da diminuição da camada de ozônio, a proteção contra a radiação UV adquiriu grande importância em vários países do hemisfério Sul, tais como Austrália e Nova Zelândia. Na Austrália, o governo tenta aumentar a proteção contra a radiação UV (RUV) mediante campanhas de alerta para a proteção das pessoas através do uso dos cremes protetores, chapéus, óculos solares e utilização de prendas protetoras para evitar danos à pele e o conseqüente câncer de pele.

As estatísticas têm demonstrado que em cada ano morrem cerca de mil pessoas em conseqüência da doença. Mesmo que no hemisfério Norte o problema não seja tão importante, os especialistas alertam continuamente para o perigo de exposições prolongadas, sobretudo nas praias depois do banho ou em excursões, aconselhando a utilização de cremes de alta proteção (60). Em outras circunstâncias, é necessária a utilização de

tecidos que preservem a pele contra a radiação solar.

Os fatores que afetam a RUV dependem de várias circunstâncias e para uma determinada latitude podem ser resumidos nos seguintes:

- Na neve, a RUV aumenta cerca de 80%.
- A cada 300 metros de altitude a RUV aumenta cerca de 4%.
- Cerca de 60% da RUV se produz entre as 10 e 14 horas solares.
- A sombra reduz cerca de 50% a RUV.
- No interior das residências se recebe somente 1/5 ou 1/10 de RUV exterior.
- A areia da praia reflete cerca de 25% da RUV.
- Cerca de 95% da RUV penetra até a superfície da água, descendo a 40% na profundidade de 50 centímetros.

O fator de proteção é determinado pelo acrônimo UPF (Ultraviolet Protection Factor). Assim, um UPF entre 40/60 significa uma proteção excelente; entre 25/30 uma proteção muito boa e entre 15/24 uma proteção boa. Os fatores que determinam a proteção dos tecidos são:

- a) O tipo de fibra que varia caso tenha ou não absorvedores de UV. Assim, a variação pode se encontrar ente 79 e 191 para o algodão; entre 60 e 100 para o poliéster/algodão; entre 10 e 74 para o poliéster e entre 16 e 1.115 para o poliuretano. Com essa finalidade, a BASF colocou no mercado uma fibra de poliamida 6 com partículas de titânio finamente divididas que protegem contra a radiação UV, alcançando um nível de proteção no grau de 60, duas vezes superior ao exigido pela Comunidade Européia e mais alto do que a maioria dos cremes protetores. A figura 11 mostra claramente a ação do sistema protetor lançado no mercado pela BASF.
- b) Densidade do tecido - quanto maior for a densidade ou o fator de cobertura, maior será a proteção, podendo variar o UPF entre 36 e 9.
- c) A cor - muitos corantes absorvem RUV. Na tabela seguinte se pode ter uma idéia de tal variação:

Algodão		Poliéster	
Cor	UPF	Cor	UPF
Branco	12	Branco	16
Azul	18	Rosa	19
Negro	32	Negro	34
Azul Marinho	37	Vermelho Intenso	29

d) A tensão de tecelagem - quanto maior for a tensão, mais aumenta o UPF

e) Conteúdo de umidade - conforme aumenta o conteúdo de umidade, o UPF se reduz, sendo que os tecidos molhados são aqueles que apresentam o menor UPF.

Tecidos polisensuais⁽²⁰⁻²¹⁾

Em novembro de 2003, o London College of Fashion mostrou um tecido, produto da investigação de uma tese de doutorado de Zane Bercina, intitulada "Skin Stories: Charting and Mapping the Skin". A investigação se baseia em um conjunto que reúne conhecimentos sobre arte, desenho, biologia e ciência dos materiais, na qual colaboraram biólogos, técnicos em ciência dos materiais entre outros cientistas.

A epiderme do corpo humano foi o veículo para criar superfícies têxteis inovadoras. As amostras expostas foram: membranas, papéis sensíveis para recobrimento



Figura 11. Proteção contra a radiação Ultravioleta

de paredes, telas sensoriais, peças de arquitetura interativas com a pele, painéis sensíveis para as paredes etc. Na figura 12 mostramos a autora com alguns dos painéis expostos e na figura 13 se encontra um "Touch-Me Wallpaper" que é uma membrana têxtil para recobrir paredes e que responde ao calor humano ou ambiental, alterando sua cor, emitindo aromas e regulando a temperatura ambiente dentro de uma residência, com a finalidade de que os que lá se encontram se sintam confortáveis e bem dispostos.

Outra amostra denominada "Sensory Screen" tende

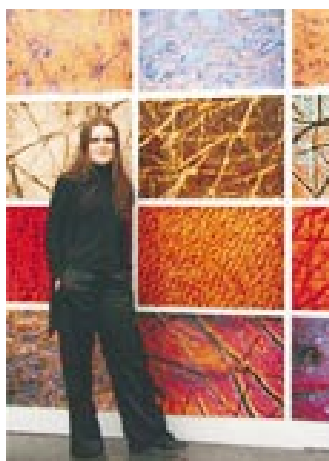


Figura 12. Berzina Zane com alguns dos painéis expostos

a representar o sistema nervoso de tal forma que fica impressa marca da epiderme mediante uma alteração de cor, iniciada por estímulos elétricos. É possível controlar a alteração de cor, que revela a forma de atuar o sistema nervoso, mediante o aumento ou diminuição do fluxo da corrente elétrica através do material.



Figura 13. Alteração de cor em um tecido polisensual

Têxteis eletrônicos^(22 a 26)

Os têxteis eletrônicos devem ter as propriedades de receber, analisar, armazenar, enviar e mostrar os dados de forma visível. O uso total depende da forma como se podem integrar no tecido dois dispositivos: a miniaturização dos componentes eletrônicos e sua união com o tecido, e o desenvolvimento dos têxteis com funções eletrônicas. Existem alguns requerimentos para unir

os componentes elétricos ao tecido: a flexibilidade, o conforto, além de sua condutividade. Além disso, as fibras que compõem o tecido devem manter: a funcionalidade típica do processo têxtil, tais como sua aptidão para a tecelagem, seu uso e flexibilidade. O uso inclui o movimento constante, a tensão produzida por ele, transpirabilidade, calor corporal, elasticidade, conforto, ter pouca resistência ao amassamento etc.

Segundo o ETH de Zurich, os componentes de um sistema eletrônico apto para o uso devem ser os seguintes: uma rede unitária para a transmissão de dados entre o computador e a rede externa; uma unidade de sensores para o registro biométrico e os dados do meio ambiente; uma unidade de cálculo, análise e armazenamento de dados; uma unidade para o fornecimento de energia; uma unidade de ação adaptada às situações para criar o efeito sobre o usuário, mostrando-lhe os dados.

A primeira prenda incorporando tecnologia eletrônica foi colocada no mercado por Wronz Eurolab Ltd., uma inovação conjunta entre a Wronz da Nova Zelândia, empresa têxtil de lã; Softswitch de Ilkley (Reino Unido), empresa eletrônica e Peratec Ltd., de Darlington (Reino Unido), empresa de polímeros elasto-resistentes com umas propriedades eletrônicas únicas. Atualmente, a Wronz e a Softswitch se fundiram sob o nome de Canesis.

O têxtil eletrônico é descrito como um composto "resistente variável", que proporciona um controle sobre dispositivos eletrônicos como um interruptor para abrir/fechar, de tal forma que mediante a pressão de um dedo o material possa mudar de isolante para condutor. Esse tipo de interruptor apresenta uma gama variada de resistências sob pressão normal, que pode oscilar entre centenas de milhões de ohms até menos de um ohm. Os sensores podem ser incorporados a prendas de vestir, tapetes, paredes atapetadas etc., para controlar a luz, temperatura, segurança etc. Os interruptores podem ser incorporados mediante estamparia, indução e bordados, sendo que a Wronz estudou a possibilidade de incorporar o polímero na produção do fio.

A figura 14 mostra o controle de uma prenda de

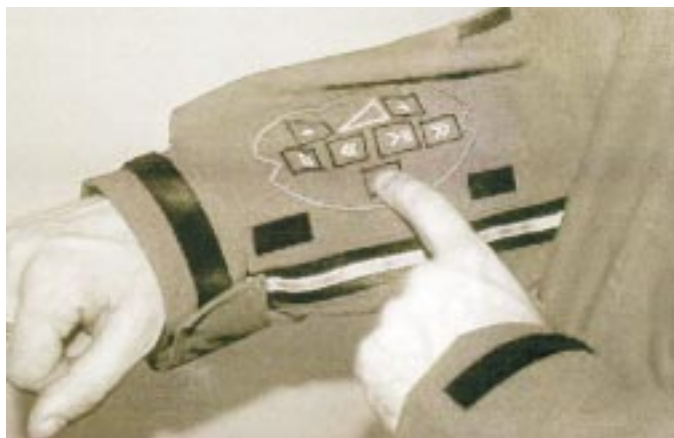


Figura 14. Manga de um "anorak" com interruptores para ouvir música

"anorak" (blusão) para escutar música e a figura 15 o conjunto completo. Esse conjunto é completamente lavável em máquinas, depois da retirada dos auriculares e do minidisco Sony Walkman.

Além dos dispositivos eletrônicos comercializados pela empresa, a Canesis também fabrica dispositivos para outras firmas, tais como Burton Snowboards, Nike, The Nord Face, Infineon AG, entre outras. Assim, a Burton Snowboards fabrica uma mochila, figura 16, bem como um colete contendo controles eletrônicos de posição⁽¹²⁾.



Figura 15. Conjunto completo de "anorak" com os auriculares para ouvir música



Figura 16. Mochila com dispositivos eletrônicos de posição⁽¹²⁾



Figura 17. Jaleco para comunicações por rádio no transporte⁽¹²⁾

A Nike fabricou um colete para comunicações por rádio nos dois sentidos, como sistema de controle para o transporte, tal como se vê na figura 17.

Outras empresas também têm se dedicado à inovação no campo dos têxteis eletrônicos. Entre elas, podemos citar a Electro Textiles, radicada no Reino Unido, fabricante de um têxtil suave que combina estruturas têxteis com tecnologia de microchip produzindo um têxtil leve, durável, flexível e competitivo em custo. Seus produtos são dirigidos à telecomunicação, ao automóvel, ao pessoal da área da saúde e ao setor desportivo.

Também na Universidade de Brunel (R.U.), o "Desing for Life Center" desenvolveu a tecnologia para um novo tecido sensorial. O tecido é sensível à pressão física de contato e seu custo é o mesmo do que um tecido normal. Esse produto combina o desenho normal com a tecnologia eletrônica. Os interruptores e sensores estão entre tecidos, com o tecido de suporte e a resposta do tecido, está localizada em uma série de pontos sensíveis. O objetivo é a utilização desse tecido em vestidos, lençóis e tapeçaria, sendo ele capaz de efetuar uma ampla variedade de funções para a indústria do automóvel, de cuidados com a saúde e de móveis. O tecido é lavável e sua durabilidade é acima de 100.000 operações. A figura 18 mostra um desses tecidos destinados a teclado de um computador.



Figura 18. Vista de um tecido eletrônico destinado a teclado de computador

A empresa Gorix Ltd., da Inglaterra, produz têxteis eletrocondutores tais como uma manta térmica para cães e uma cesta térmica para gatos, figura 19, que têm uma resistência ôhmica muito baixa e se aquece quando se aplica uma voltagem baixa.

Outras firmas que também entraram nesse campo dos tecidos eletrônicos são: France Telecom, aplicando fibra ótica, Elektek, Olivetti, entre outras.

Materiais com memória de forma⁽²⁷⁾

Esses materiais são aqueles que podem voltar da forma atual para a que tinham anteriormente, geralmente devido à ação do calor. Essa tecnologia foi desenvolvida pela UK Defence Clothing and Textiles Agency. Quando esses materiais com memória de forma são ativados, o ar contido entre capas adjacentes do tecido se expande, a fim de proporcionar maior isolamento. A incorporação desses materiais em prendas lhes confere uma maior versatilidade em sua proteção contra variações extremas de calor ou frio.

As ligas metálicas de memória de forma, tais como as de níquel/titânio, foram desenvolvidas para aumentar



Figura 19. Manta térmica para cães e cesta térmica para gatos

a proteção contra fontes extremas de calor. Essas ligas metálicas de memória de forma possuem diferentes propriedades abaixo e acima da temperatura na qual tenham sido ativadas. Abaixo dessa temperatura a liga metálica é facilmente deformada. Na temperatura de ativação a liga metálica exerce uma força para voltar à forma que tinha anteriormente e se torna muito mais rígida. A temperatura de ativação pode ser escolhida mediante a alteração das proporções na liga metálica entre o níquel e o titânio. As ligas metálicas de cobre e zinco são capazes de duas formas de ativação e, portanto, podem produzir a variação reversível necessária para a proteção contra condições de tempo muito alternantes.

Na prática, as ligas metálicas de memória de forma têm a forma de uma mola. A mola é plana na temperatura de ativação, mas se estende ao ultrapassar essa temperatura. Através da incorporação dessas ligas metálicas entre as camadas de uma prenda, a distância entre elas pode ser incrementada notavelmente ao ultrapassar a temperatura de ativação, melhorando a proteção contra as fontes externas de calor. Para a aplicação nos tecidos, a temperatura de ativação escolhida deve ser próxima a do corpo humano.

Polímeros com memória de forma possuem o mesmo efeito das ligas metálicas anteriormente citadas. Assim, lâminas de poliuretano foram incorporadas entre camadas adjacentes de um tecido. Quando a temperatura da camada exterior do tecido desce suficientemente, a resposta da lamina de poliuretano é de tal forma que a distância entre as camadas do tecido aumenta, com o que o isolamento se torna superior e o usuário se sente mais aquecido.

A Mitsubishi Heavy Industries desenvolveu uma nova série de tecidos, comercialmente denominados Diaplex, muito flexíveis, destinados a prendas exteriores, baseados nos polímeros com memória de forma. Esses tecidos são uma resposta para as prendas de esportes ao ar livre e se adaptam às condições extremas de temperaturas, tanto frias como quentes, sendo, além disso, impermeáveis à água e ao vento e transpiráveis⁽²⁸⁾.

Outros materiais funcionais⁽²⁷⁾

Entre esses novos materiais se encontram as marcas comerciais patenteadas "Stomatex" e "Hydroweave".

"Stomatex"

São tecidos que têm como propriedade fundamental solucionar o problema do desconforto que apresentam os artigos impermeáveis em contato com a pele. Isso se consegue mantendo uma atmosfera de vapor ou microclima entre a pele e o tecido. Para isso, utiliza uma nova técnica de "espuma de células fechadas" de neopreno e polietileno que podem ser utilizadas na confecção de prendas para minimizar o desconforto produzido por um calor excessivo e a transpiração. Algumas de suas aplicações são: prendas de sobrevivência, trajes para aviadores, tecidos militares para o combate, tecidos para resgate em montanhas etc.

"Hydroweave"

É um tecido de poliéster melhorado que se esfria por evaporação. É formado por três camadas, de forma que quando se molha ou se submerge na água a camada central absorve e retém a umidade. Quando a água se evapora desta camada, o tecido se esfria e o usuário se seca enquanto permanece com sua vestimenta. O princípio desse tecido é sustentado pela utilização de um tecido externo transpirável, um tecido situado na camada central composto por um polímero super absorvente de água que é misturado em um emaranhado fibroso e um tecido situado na camada interna que é impermeável. Essa combinação melhora a evaporação para obter um resfriamento duradouro com um mínimo de peso.

As vantagens desse tecido são: distribuição uniforme do resfriamento, tecido flexível, o usuário permanece seco, é lavável em máquinas, reutilizável etc. Dado que esse tecido também dissipa o calor radiante, seus principais campos de aplicação são: polícia, trabalhadores da construção civil, pessoal de terra dos aeroportos, desportes, aplicações militares, trabalhadores de fundições, pilotos de carros de corrida etc.

Camisas e camisetas protetoras (29-30)

Essas prendas foram desenhadas pensando na proteção dos soldados no campo de batalha ou em missões de paz, nas quais eles possam correr alguns riscos. Em geral, podemos dizer que algumas dessas prendas reúnem, além do efeito de proteção, o de ser protetoras contra o calor e o frio, tal como vimos anteriormente, e sua flexibilidade o que as torna confortáveis.

Se nos concentrarmos no efeito de proteção, podemos dizer que essa prenda também proporciona a possibilidade de localização do soldado, no caso de que a proteção não tenha sido suficiente, dado a força do impacto de uma bala ou qualquer outro golpe recebido, e fosse necessário conhecer a posição onde se encontra o soldado para acudir em seu socorro imediato, antes de ser transportado para um hospital de campanha. Isso requer a utilização de circuitos elétricos nas prendas, que podem ser impressos utilizando uma técnica similar à da estamparia.

A utilização desses circuitos requer o fornecimento de energia, a qual pode ser obtida mediante células solares integradas no equipamento do soldado. A energia fornecida serve também para alimentar um pequeno rádio situado na gola da camisa, que é usado para manter seu contato com a base para sua localização. O exército americano está trabalhando em tais inovações dentro de seu programa "Future Warrior Program", que além disso inclui a identificação de bactérias e gases tóxicos com tempo suficiente para sua neutralização.

Essa nova tecnologia aplicada às camisas ou camisetas de soldados implica na utilização de sensores aplicados, por um lado ao corpo do soldado e por outro na camisa ou camiseta. Esses sensores funcionam como uma placa, com fibras óticas de plástico ou outras fibras, incorporados ao tecido da prenda. Quando o impacto se produz, é emitido um sinal a partir das fibras óticas em direção a um "Personal Status Monitor" (PSM) colocado no equipamento do soldado, o qual emite uma luz. Se o sinal não for recebido pelo PSM, significa que o impacto alcançou o soldado. O sinal volta para o PSM, partindo do ponto de penetração do impacto, indicando à equipe médica a localização

exata do fermento.

Os sinais vitais do soldado, temperatura, batimentos cardíacos, respiração etc., conectados mediante sensores ao PSM, são transmitidos eletronicamente para a equipe médica mais próxima do campo de batalha, para que esta possa assisti-lo imediatamente. A figura 20 mostra a forma de uma camiseta desenhada por Geórgia Tech. Esse tipo de prenda pode ser empregado também em hospitais e para informação da situação de pessoal em outros trabalhos que implique algum tipo de risco.



Figura 20. Camiseta monitorada, desenhada por Georgia Tech. (USA)

Bibliografia

1. <http://www.packline-france.com/euracli/htm/info.htm>.
2. Comera A., Copete T., Tacies A., Varela N., Cuevas M., Revista de la Industria Textil, N° 403, pág. 20-26, Diciembre 2002.
3. Ponsá L., Salvá J, Revista de la Industria Textil, N° 419, pág. 58-60, Junio 2004.

4. http://www.ncapsulations.com/article.php3?id_article=164
5. Bonet M., Revista de la Industria Textil, N° 404, pág. 44-51, Enero, 2003
- 6.- Lindemann B., L' Industrie Textile, N° 1.340, pág.58-60, Avril, 2002.
7. Girmbach U., Revista de la Industria Textil, N° 408, pág. 58-60, Mayo 2003.
8. <http://www.tuf.fi/units/ms/teva/projects/intelligenttextiles/pcm.htm>
9. Chevet B., L' Industrie Textile, N° 1.340, pág. 45- 49, Avril, 2002
10. Chapman K., AATCC REVIEW, pág. 15-19, September 2002.
11. <http://www.cosmetil.com/amincir.html>
12. Delaye E., L' Industrie Textile, N° 1.340, pág. 54-56, Avril, 2002.
13. Capdevila I., La Vanguardia, Novatec, 26 de Noviembre, 2003.
14. Schnellugh C., Revista de la Industria Textil, N° 413, p. 83-85, Dic/03.
15. <http://www.screenweb.com/index.php/chanel/6/id/1425/>
16. <http://www.trshw.ac.uk/Industry/License/Soluble.htm>
17. Roberts F. F., Textile Horizons, pág. 11-16, July-August, 2003.
18. Fisher G., Textile Horizons, pág. 18-19, September-October, 2000.
19. Gies P., Roy C., McLennan A., Toomey S., Journal of the Home Economics Institute of Australia, Volumen 5, N° 2, 1998.
20. <http://www.zaneberzina.com/research.html>
21. <http://www.skinstories.com/skinstories/exhibitionMain.html>
22. Norstebe C. A.- Intelligent Textiles and Soft Products, Department of Product Design, NTNU, Norwegian University of Science and Technology, pág. 1- 14.
23. WRONZ News, N° 46, November, 2002.
24. CANESIS, Issue 2, June 2004.
25. Boletín OPTI N° 18, Noviembre, 2003.
26. <http://www.textileword.com/News.htm?CD=1294&ID=3416>
27. <http://www.tut.fi/units/ms/teva/proyectcs/intelligenttextiles/smm.htm>
28. <http://www.diaplex.com>
29. <http://www.gtwm.gatech.edu/index/need.html>
30. http://www.tno.nl/en/news/t...rchive/2003/december_2003/em3_06_08.html



Auxiliares GIII.

Aqui você tem, início, meio e fim.

Presente em todo o processo de beneficiamento têxtil.



IMAGINAÇÃO INTEGRAÇÃO ILIMITADA

Em movimento com o seu tempo.

www.giii.com.br

Av. Dr. Yojiro Takaoka, 4384 • cj. 1008 • Alphaville • 06541-038 • Santana de Parnaíba • São Paulo • 55 (11) 4152-2185
 Filial: Rua Chile, 172 • Ponta Aguda • 89050-040 • Blumenau • Santa Catarina • 55 (47) 3326-2413