

FUNCIONALIZAÇÃO DE MATERIAIS TÊXTEIS

Functionalization textile materials

FLÁVIO AVANCI DE SOUZA
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
fsouza@utfpr.edu.br

NOÉMIA MARIA RIBEIRO DE ALMEIDA CARNEIRO PACHECO
Universidade do Minho - noemiac@2c2t.uminho.pt

Resumo

Este artigo tem como objetivo efetuar uma revisão sobre materiais têxteis funcionais, desde a concepção de fibras intrinsecamente funcionalizadas, a produção de estruturas têxteis multifuncionais, os acabamentos têxteis inovadores e a confecção de vestuário para aplicações específicas, referenciando as pesquisas e desenvolvimentos de novas tecnologias em favor da potencialização de conforto, proteção, segurança, durabilidade de efeitos e facilitação de cuidados de limpeza e manutenção durante o uso. A ampliação dos campos de aplicações é focada, ressaltando além da moda e vestuário, setores tais como a construção civil, indústrias aeroespacial, naval, e automobilística, a saúde, desporto e segurança no trabalho. A metodologia seguida incluiu uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de identificar o estado da arte acerca do tema, permitindo concluir que há uma crescente demanda por fibras, tecidos e estruturas funcionalizadas com comportamentos ditos inteligentes e propriedades mimetizadas da natureza, através dos processos de produção de fibras especiais ou superfibras, com a aplicação de aditivos, nomeadamente recorrendo a micro e nano tecnologias, seja na extrusão das fibras, construção dos fios, tecidos e compostos ou na fase de acabamento do processamento têxtil.

Palavras-chave

Têxteis funcionais. Tecidos Inteligentes. Microtecnologia. Nanotecnologia. Biomimética.

Abstract

This article aims to make a review of functional textile materials, including the design of intrinsically functionalized fibers, the production of multifunctional textile structures, the innovative textile finishing and the clothing production for specific applications, with special focus in research and development of new technologies to achieve high level properties such as comfort, protection, safety, durability and easy care of textile products. The expansion of the application fields of textile materials is far beyond fashion and clothing, towards sectors such as civil construction, aerospace, naval and automobile industries, health, sports and work safety. The methodology has included bibliographic research in order to identify the state of the art on the subject, demonstrating a growing demand for fibers, fabrics and functionalized structures with smart behavior and mimetic properties, producing special fibers and super fibers, applying additives, namely by means of micro and nano technologies, whether in the extrusion of fibers, construction of yarns, fabrics and composites or in the finishing phase of textile processing.

Key words

Functional Textiles. Smart fabrics. Microtechnology. Nanotechnology. Biomimetics.

1. INTRODUÇÃO

O segmento têxtil atualmente não é retratado apenas pelas indústrias tradicionais, como as manufadoras de fibras, fiações, tecelagens (tecidos planos ou malhas) e unidades de acabamentos de tecidos, pois com o avanço tecnológico e pesquisas há um amplo campo de atividades voltado ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de fibras, fios, tecidos e compósitos. Diante da impossibilidade de competir na fabricação de tecidos comuns com alguns países em desenvolvimento, em consequência de mão-de-obra com custos menores e a instalação de maquinários modernos, a alternativa da indústria têxtil dos países desenvolvidos se baseia em fabricação de tecidos “premium”, tecidos de alta qualidade, seja pelo desenho ou pelo material empregado, seja pela produção de tecidos com “tecnologias emergentes”, tecnologias conferindo propriedades peculiares destinados as confecções desportistas, lúdicas e militares, obtidas pelo emprego dos tecidos inteligentes. Salienta-se que países de grandes extensões de cultivo e alta produção de fibras de algodão, como exemplo o Brasil, possuem basicamente um mercado voltado a esta “comodity”, produzindo produtos com a aplicação desta fibra ou suas misturas com fibras sintéticas, com moderada utilização de fibras funcionais (SÁNCHEZ, 2006).

Até o início do século XX, quando da invenção da fibra de “*rayon viscose*”, utilizavam-se fibras naturais, sendo estas linho, cânhamo, algodão e seda. A partir da introdução do “*nylon*” em 1930, surgiu uma serie de novas fibras tais como o poliéster, polietileno, poliacrilonitrilo e polipropileno, cujo desenvolvimento proporcionou uma nova geração de fibras sintéticas de alto desempenho com propriedades excepcionais de forma a atender requisitos funcionais exigentes para as mais amplas aplicações (EADIE, 2011).

Objetivando aumentar o valor agregado de estruturas têxteis convencionais e ampliar potencialidades de aplicações, ocorre uma evolução muito importante, fazendo a associação de materiais com propriedades avançadas e de novas técnicas de potencialização das propriedades dos materiais têxteis. Diante destes fatos este artigo tem como objetivo efetuar uma revisão sobre materiais têxteis funcionais, desde a concepção de fibras intrinsecamente funcionalizadas, a produção de estruturas têxteis multifuncionais, os acabamentos têxteis inovadores e a confecção de vestuário para aplicações específicas, referenciando as pesquisas e

desenvolvimentos de novas tecnologias em favor da potencialização de conforto, proteção, segurança, durabilidade de efeitos e facilitação de cuidados de limpeza e manutenção durante o uso.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica, objetivando realizar um levantamento acerca do estado da arte no que se refere a funcionalização de materiais têxteis, utilizando artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais.

Segundo Marconi e Lakatos (2006), a pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizado, revestidos de importância por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema. Esta abrange bibliografias já publicadas em relação ao tema, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias ou teses.

3. MATERIAIS FUNCIONAIS

Há diversas necessidades para produzir atividades funcionais nos materiais têxteis, destacando a busca por conforto, proteção e segurança, durabilidade de efeitos e a facilitação de cuidados no uso, com aplicação em diversos setores da economia, tais como construção cívica, indústrias automobilística, naval e aeroespacial, e ainda na saúde, esporte, segurança no trabalho, moda, entre outros. Existem várias formas de conseguir os efeitos desejados, seja através do emprego de fibras de alta tecnologia, fibras inteligentes ou mediante a aplicação de técnicas para funcionalizar substratos transformando-os em tecidos inteligentes (SÁNCHEZ, 2006).

Os têxteis inteligentes são capazes de sentir e interpretar mudanças no ambiente respondendo apropriadamente. A atividade funcional (sentir, reagir-adaptar) torna-os sensores e atuadores, diferentes dos materiais de alto desempenho ou multifuncionais classificados como materiais passivos com propriedades avançadas específicas adequadas. Os têxteis inteligentes estão divididos em têxteis passivos, ativos e muito ativos (SÁNCHEZ, 2006).

Os têxteis inteligentes passivos captam as condições do ambiente ou estímulos externos, no entanto não reagem, funcionando como sensores, como um material isolante que mantém suas características mas não influencia a temperatura exterior. Os têxteis inteligentes ativos captam as condições do ambiente e estímulos externos e reagem a eles, são sensores e atuadores sobre um agente exterior, como exemplo de um tecido transpirável que deixa passar o suor e retem gotas de chuva. Já os têxteis muito inteligentes ou muito ativos têm a capacidade de captar, reagir e adaptar o seu comportamento conforme os estímulos captados do ambiente, adaptando automaticamente a sua funcionalidade às alterações do ambiente e modificando suas propriedades em relação ao estímulo exterior.

3.1. Fibras e tecidos de alta tecnologia

Há no mercado uma enorme oferta de fibras com funções especiais que possuem funcionalidades intrínsecas dadas pela sua composição química, pela estrutura supramolecular ou ainda pela inclusão de aditivos na extrusão, conduzindo a propriedades como: anti-microbianas, proteção às radiações UV, propriedades antichama, fibras perfumadas, fibras com ação terapêutica, entre diversas outras propriedades de grande valor agregado, incluindo a valorização estética que promove uma enorme variedade e potencialidades na moda (GACÉN, 2003).

Há uma crescente demanda para melhorar as propriedades das fibras criando sofisticados campos de aplicação para os materiais têxteis, destacando a produção de microfibras (finura inferior a 1 dtex) e as super-microfibras (inferiores a 0,3 dtex) (PURANE, 2007), as quais apresentam um atrativo estético muito interessante, elevado conforto e também propriedades únicas no que respeita ao transporte de humidade. Um enorme passo na diversificação funcional das fibras sintéticas ocorreu com as fibras multicomponentes (bicomponente, tricomponente), com as fibras ocas; com a nano aditivação de fibras não naturais, nomeadamente com a inclusão dos PCM (*phase change materials* - mudança de fase) e dos SMA (*shape memory alloys* - memória de forma, por ex.: Nitinol), além das muitas possibilidades abertas pela adição de nanopartículas de base metálica ou cerâmica, ou por exemplo pelos materiais termo e fotocromáticos ou materiais piezoelétricos de baixo consumo energético. As fibras condutoras/elásticas (revestidas a PU) e as fibras de muito alta resistência/tenacidade são exemplos de fibras com aplicações técnicas de

elevada importância. Para responder aos problemas ambientais postos pelo elevado consumo de materiais fibrosos realçam-se fibras como a Lyocel e os biomateriais artificiais/sintéticos com incorporação de matérias primas renováveis (PLA o ácido polilático, EcoPaxx uma biopoliamida, Palapreg um biopoliéster, quitosano), e o PET reciclável constituindo um enorme conjunto de novas respostas inovadoras (COSTA, 2011).

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 fibra normal quando da ausência de estímulos. Na construção de tecidos com estas fibras, estes se denominam tecidos inteligentes, sendo a maioria destes efeitos produzidos por processos de utilização de fibras especiais ou com a aplicações de técnicas de micro ou nano encapsulação (SÁNCHEZ, 2006).

Outra forma de funcionalizar os materiais têxteis é através dos acabamentos, sejam eles químicos ou físicos, que transformam um material afetando-lhe decisivamente sua função. No mercado, desde há muito tempo, está disponível uma vasta gama de produtos de acabamento, capazes de serem aplicados aos materiais têxteis e assim obter propriedades muito melhoradas. As propriedades a melhorar são escolhidas em função das fibras, dos materiais e da utilização a dar-lhes. Várias técnicas são usadas para produzir filmes uniformes em materiais têxteis duravelmente funcionalizados com um mínimo efeito na resistência mecânica, no toque ou na respirabilidade. Neste caso, os acabamentos são aplicados independentemente do tipo de material têxtil, com baixas quantidades e permitindo diversas combinações (GULRAJANI, 2011). A funcionalização pode ser conseguida por revestimento ou impregnação com produtos em várias formas, como emulsões, microemulsões, nanopartículas, nanocompósitos, em variadíssimas combinações de materiais e formas de aplicação.

Os materiais têxteis (fibras, fios, tecidos, malhas, não tecidos) podem ser combinados de varias formas, tirando partido das vantagens individuais e minorando as suas desvantagens, com construções estruturadas e desenhadas para proporcionar importante desempenho, nomeadamente ao nível do conforto térmico, termoregulação, respirabilidade, isolamento e gestão de humidade, tornando-as estruturas têxteis funcionais.

3.1.1. Fibras

A fibras de alta tecnologia incorporam desenvolvimentos científicos e técnicos, englobando fibras com elevado desempenho ao nível de propriedades mecânicas e térmicas, alta funcionalidade e conforto. As fibras com funções especiais conferem propriedades a partir da sua aditivação ou de características morfológicas específicas para desenvolverem funções de elevado desempenho.

Na produção de fibras sintéticas é frequente a incorporação de diversos aditivos no processo produtivo para se conseguir melhorar determinadas características, conferir novas propriedades ou para embelezar o próprio artigo. Estes aditivos são incorporados nas soluções de fiação antes do processo de extrusão, tendo a nanotecnologia dado um enorme impulso a estes desenvolvimentos. As propriedades ficam intrinsecamente ligadas aos materiais produzidos, assegurando uma grande durabilidade.

Através da tecnologia de microencapsulação os aditivos são aplicados no interior da fibra (SÁNCHEZ, 2006), conforme exemplo na figura 1 da fibra de viscose Outlast.

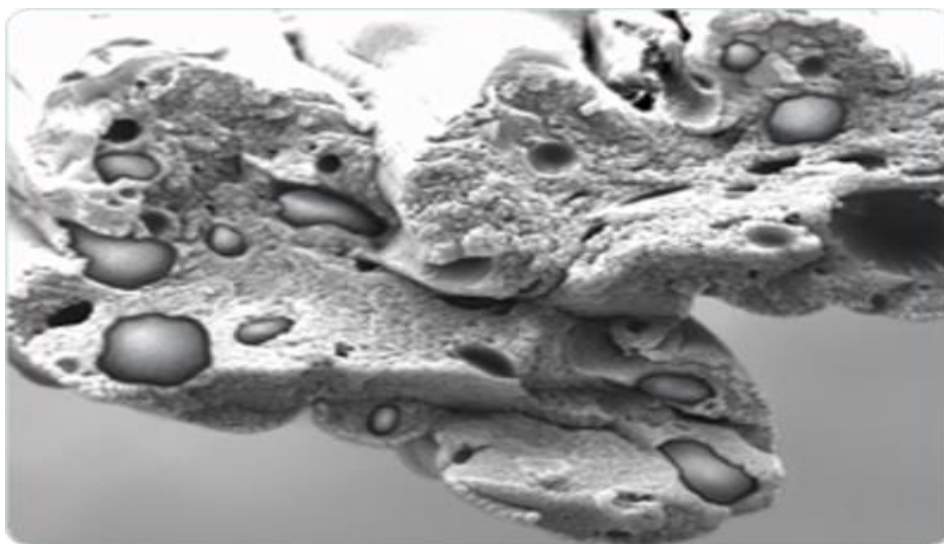


Figura 1: Viscose Outlast
Fonte: Outlast® Technology

A aditivação de fibras proporciona ao tecido idêntica eficiência em relação ao tratamento de microencapsulação no acabamento, no entanto possibilitando a construção de tecidos mais leves e confortáveis.

3.1.2. Microfibras

A microfibra é definida como uma fibra de densidade linear entre 1 e 0,3 dtex. As fibras ainda mais finas são denominadas super-microfibras, produzidas com densidade linear inferior a 0,3 dtex (PURANE, 2007).

As microfibras possuem propriedades que permitem varias aplicações, potencializando as propriedades de estruturas têxteis produzidas a partir destas fibras ou filamentos, sendo utilizadas em têxteis do vestuário e moda, em estruturas filtrantes de alto desempenho, tecidos “*sportswear*” (protetores contra vento e intempéries), materiais de limpeza, aplicações médicas e na construção civil.

A produção das microfibras de poliéster, poliamidas ou poliacrílicas, entre outras, pode empregar varias tecnologias para a extrusão de microfibra, mais sofisticadas que os processos convencionais, no entanto, há modificações nos processos convencionais de fiação por fusão, fiação humida e fiação a seco que também possibilitam o processo de fabricação das mesmas (PURANE, 2007).

A seguir destacam-se alguns destes métodos:

Método por dissolução - Fibras produzidas a partir de fibras bicomponentes com finuras normais. Após a aplicação em têxteis ocorre a dissolução de um dos componentes resultando em uma estrutura microfibra.

Método por divisão - Também obtidas a partir de fibras bicomponentes, os dois polímeros são divididos, originando dois filamentos de microfibra.

Método por extrusão direta - Este método de extrudir microfibras necessita condições especiais de polimerização, polímeros e estruturas adequadas. O método de extrusão direta para o poliéster obriga a que o polímero tenha orientação molecular com baixa densidade linear, e possuir menor viscosidade dinâmica permitindo a fiação de fibras mais finas.

Técnica de super estiramento – Este processo é baseado no princípio de estiramento dos filamentos entre 10 e 75 vezes, diferente das condições convencionais que usam estiragens de 3 a 6 vezes. Este processo é realizado em condições especiais, incluindo tipo de aquecimento da fibra e controle de temperatura de molde a desfavorecer a orientação macromolecular.

3.1.3. Fibras bicomponentes

Fibras bicomponentes podem ser definidas como resultantes da extrusão de dois polímeros a partir de uma mesma fiação, com ambos os polímeros contidos no mesmo filamento. O principal objetivo de construir fibras de dois componentes é explorar recursos não existentes em um único polímero (HEGDE, 2004).

No processo de produção de fibras bicomponentes podem-se encontrar diferentes estruturas e tipos de associações, conforme observado na figura 2, onde se incluem os vários tipos de secção transversal de fibras bicomponentes:

FAMÍLIA	FIBRAS BICOMPONENTES VARIÁVEIS				
PELE E CORAÇÃO	50/50	20/80	ECENTRICO	TRILOBAL	CONDUTOR
LADO A LADO	50/50	20/80	VISCOSIDADE MISTA	ABA	TRILOBAL CONDUTOR
SECÇÃO TRILOBAL	TRILOBAL		CROSS/CRUZ		
MICROFIBRA	SEGMENTO DE TORTA	ILHA NO MAR	LISTRADO		
FIBRAS MISTURADAS	COLORIDO	DENIERS	SECÇÃO	BICOMPONENTE / MONOFILAMENTO	

Figura 2: Fibras bicomponentes
Fonte: Nonwoven Tools LLC

Pele e coração (*Core & Sheath*) - São fibras em que um componente está completamente rodeado por outro componente. As secções “pele coração” também originam microfibras, pois o componente externo é facilmente removido por dissolução e assim um tecido feito destas fibras, quando passado num solvente, origina um tecido microfibra.

Lado a lado (*Side by Side*) - As fibras bicomponentes “lado a lado” podem ser utilizadas para a fabricação de microfibras, seja por dissolução de um componente ou por divisão dos dois componentes. Estas também podem ser

utilizadas devido a diferença de encolhimento entre os dois polímeros, com diferentes níveis de relaxação da estrutura molecular, resultando num enrolamento em hélice quando solicitado por calor/vapor.

Secção trilobal (*Tipped*) – As fibras com secções transversais modificadas podem fornecer funcionalidades adicionais, tais como brilho único ou transporte de umidade. O aumento de funcionalidade é ainda maior se a fibra for bicomponente.

Microfibras (*Micro-Denier*) – Exemplifica-se com os processos denominados “*segmented pie*” (torta segmentada) e “*island in a sea*” (ilha no mar). Com o processo da torta segmentada geralmente são produzidas microfibras de poliamida e poliéster. A estrutura da torta apresenta dezesseis segmentos e quando na forma de manta de fibras, aplica-se jato de água ou ar com alta pressão objetivando separar e emaranhar as fibras resultando em ganho de resistência do substrato têxtil. A separação resulta em dezesseis filamentos com micro secção.

As fibras “ilhas no mar” são obtidas por uma matriz de um co-poliéster, álcool polivinílico ou outro polímero solúvel em água ou numa solução alcalina que envolve no seu interior milhares de filamentos de poliamida, poliéster ou polipropileno, formando fibrilas que originarão as supermicrofibras.

Fibras misturadas (*Mixed Fibers*) – Polimisturas são definidas como misturas homogêneas ou heterogêneas de vários polímeros com características ou natureza diferenciadas a fim de obter materiais para necessidades específicas, de acordo com as propriedades específicas de cada componente.

3.2. Pesquisas e técnicas de funcionalização de fibras e tecidos de alta tecnologia

3.2.1. Pesquisas biomiméticas

O termo biomimetismo tem sido definido como cópia, adaptação ou derivação da biologia, ou seja, a busca por imitação de estruturas da natureza. As pesquisas também devem incorporar o princípio de promoção da sustentabilidade com utilização e reutilização de materiais têxteis. Como exemplo pode-se citar projetos de navios e aviões de Leonardo da Vinci a partir de observações de peixes e aves

ou a criação do velcro por George de Mestral a partir de um passeio e contato com o carrapicho, o qual após sua análise, identificou as estruturas para a composição desta invenção (EADIE, 2011). Na sequência tem-se exemplos de utilização de pesquisa biomimética:

Asa de borboleta Morpho – Sistemas ópticos são encontrados em grande diversidade na natureza, capazes de produzir cores brilhantes, vivas e irradiantes, e sendo esta uma característica essencial para os têxteis, desde logo foi suscitada a hipótese de ser possível dar cor a um têxtil sem usar os tradicionais corantes. Exemplos de excelentes sistemas ópticos biológicos e pistas para suas potenciais aplicações em têxteis podem ser encontrados em estudos envolvendo a base anatômica de cristais fotônicos na natureza. Estes cristais são estruturas periódicas que possuem um *gap* que proíbe a propagação de uma determinada faixa de frequência da luz. Estas estruturas foram estudadas em asas de borboletas, que no caso de borboletas morpho, o azul metálico é produzido pelas características estruturais da asa, onde esta absorve luz não refletida e provoca um efeito brilhante nas cores refletidas, conforme apresentado na figura 3.



Figura 3: Borboleta morpho
Fonte: Estudando a Biologia

Pele de tubarão – Como exemplo de sistema de superfície funcional fazem-se estudos relacionados a estrutura da pele dos tubarões, vinculado ao seu movimento na água. Estes estudos objetivam desenvolver estruturas que proporcionem a

redução do arrasto de fricção em confecção de trajes de banho ou desenvolvimento de projetos de aeronaves ou embarcações. A pele do tubarão possui revestimento com escamas plácoides (dentículos dérmicos) que canalizam a água organizando o fluxo de água ao seu redor, reduzindo o atrito da água em sua pele e proporcionando maior agilidade, conforme apresentado na figura 4.

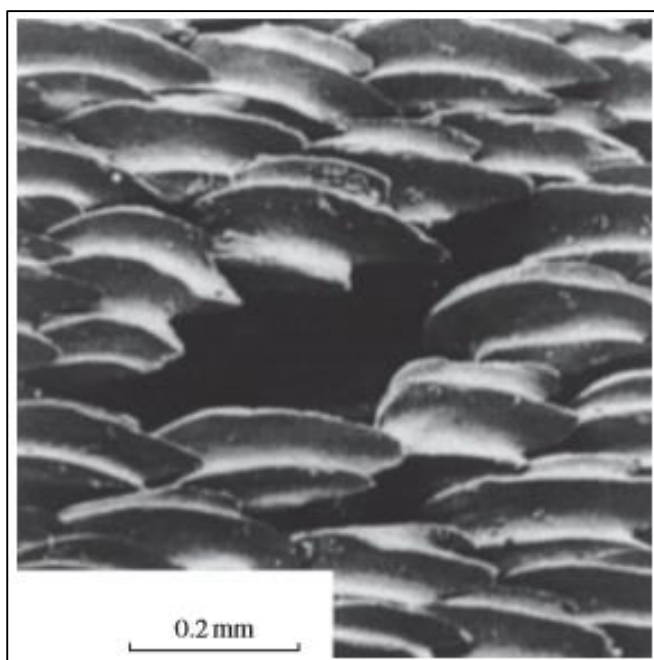


Figura 4: Pele de Tubarão
Fonte: Eadie, 2011

Flor de lotus – Outro exemplo de superfície funcional, refere-se a estruturas autolimpantes que neste caso, tem atraído considerável atenção científica para compreensão e imitação da estrutura de plantas com estas características. Em específico cita-se a flor de lotus o qual ao receber sobre sua folha hidrófoba uma gota de água a repele, criando um alto ângulo de contato fazendo-a rolar para fora, recolhendo a sujeira ao longo do caminho, em um mecanismo chamado de auto-limpeza, conforme apresentado na figura 5.



Figura 5: Efeito Lotus
Fonte: Wikipedia

3.2.2. Microencapsulação

A microencapsulação é a técnica que permite isolar os compostos ativos através de membrana biopolimérica, de forma esférica. O polímero utilizado pode ser natural ou sintético. As microcápsulas proporcionam uma área de aplicação relativamente grande, o que permite uma liberação uniforme e adequada dos princípios ativos, que se liberam por ruptura da membrana, por difusão lenta e progressiva através da membrana, por dissolução lenta da membrana de polímero, por fricção ou biodegradação (SÁNCHEZ, 2006). Na figura 6 podemos ver o exemplo de microcápsulas e o processo de liberação do princípio ativo pelo rompimento da membrana polimérica.



Figura 6: Processo de liberação do princípio ativo pelo rompimento da membrana polimérica em microcápsulas
Fonte: Sánchez, 2006

As microcápsulas podem ser aplicadas nos têxteis, seja no processos de extrusão das fibras ou aplicados nos têxteis por processos de foulardagem, pulverização ou esgotamento. Os conteúdos ativos podem ser retardantes de chamas, desodorizantes, perfumes, amaciantes, antioxidantes e protetores UV. No caso de extrusão de fibras, as microcápsulas são aditivadas na fibra, assim devem possuir tamanho suficientemente pequeno para passarem nos orifícios das fieiras. No processo de acabamento as microcápsulas devem ser aplicadas através de uma solução, sem alterar seu comportamento ou cor, utilizando um agente fixador (acrílico ou poliuretano) com a missão de fixar a microcápsula no têxtil, de forma a não serem eliminadas na lavagem (SÁNCHEZ, 2006).

3.2.3. Nano Funcionalização

A aplicação de nanotecnologia ou nanomateriais em têxteis é uma opção inovadora que permite aos materiais produzidos se tornarem multifuncionais, opções estas alvo de intensa pesquisa científica. Os nanocompósitos poliméricos com partículas orgânicas ou inorgânicas, de diferentes dimensões, com diferentes comportamentos químicos e diferentes nanoacabamentos funcionais possíveis, como anti-microbiano, proteção UV, retardamento de chama, entre outros, possibilitam um número adicional de funcionalidades presentes, valorizando a produção de estruturas complexas de fibras, fios, tecidos, malhas, não tecidos ou compósitos (VENTURA, 2011).

Destacam-se alguns recursos para a aplicação de nanofuncionalização no acabamento, sendo muito importante que seja garantida a fixação do acabamento aos substratos têxteis, dado que se torna muito difícil que o nanomaterial se fixe diretamente e por isso se recorra a meios de promoção das ligações como as tecnologias de radiação plasmática ou o uso de nanocompósitos.

A aplicação através de processos de acabamento convencionais nos quais se incluem os materiais mais inovadores à base de agentes micro/nano é desejável pela sua facilidade, mas obriga à preparação das superfícies têxteis por tecnologias de radiação como a plasmática, para modificação superficial e criação de pontos de ligação, ainda com a possibilidade adicional de modificação química dos agentes nano, dando portanto melhores condições à fixação nas fibras têxteis.

A inclusão dos agentes nano em nanocompositos para revestimentos dos têxteis obriga à dispersão homogênea de nanopartículas em matrizes poliméricas, como Ag, TiO₂, ZnO, ou nano compostos inorgânicos como a sílica em camadas (Al₂(OH)₂/Si₄O₁₀).nH₂, garantindo a formação de filmes contínuos nos substratos têxteis e a sua ligação de uma forma durável.

3.2.4. **Materiais indutores de atividade (PCM, SMM, SMP e SMA)**

Materiais indutores de atividade sofrem alterações estruturais de uma fase inicial para uma fase final ou vice-versa de acordo com estímulos externos, apresentando-se alguns exemplos de materiais já com múltiplas aplicações em produtos têxteis.

Os PCM (*phase change materials*) são materiais que têm a capacidade para mudar de fase, entre líquida e sólida, conforme a temperatura de exposição, armazenando ou liberando energia em forma de calor latente, e assim criando fluxos térmicos. É possível obter substratos têxteis funcionais com propriedades térmicas, podendo funcionar como reguladores da temperatura corporal, como exemplo da fibra Outlast.

Os SMM (*shape memory materials*) são materiais que podem assumir diferentes configurações estruturais, mudando reversivelmente, geralmente devido a ação de calor. Quando ativados se expandem e proporcionam maior isolamento, conferindo maior versatilidade em proteção contra variações extremas de calor e frio. Na prática os SMM têm a forma de uma mola, lisa para temperaturas abaixo do ponto de ativação e distende-se para temperaturas superiores. Constituídos por SMA (*shape materials alloys*), ou seja, ligas metálicas de níquel-titânio ou ligas de cobre-zinco, sensíveis cuja estrutura interna cristalina muda de fase com a temperatura, ou por SMP (*shape materials Polymers*), usado em forma de filmes incorporado entre camadas de compostos, que expande ou retrai conforme temperatura externa (SÁNCHEZ, 2006).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas e desenvolvimento de novas fibras, estruturas e compósitos, assim como a funcionalização de materiais através da aplicação de aditivos,

produtos ou substâncias por processos de micro e nano tecnologia, proporcionam novas alternativas na aplicação dos materiais têxteis e conseqüentemente promovem uma nova realidade ao segmento, sendo esta, muito além da visão simplista de produtos destinados apenas a moda e vestuário.

Neste trabalho foi possível observar diversas aplicações de funcionalizações de têxteis desde a concepção de fibras, tecidos, malhas e confeccionados, contribuindo de forma considerável para este desenvolvimento e possibilitando a descoberta de novas aplicações de substratos têxteis em diversos outros segmentos.

REFERÊNCIAS

COSTA, A.C.R.; MONTEIRO FILHA, D.C.; GUIDOLIN, S. M.. **Inovação nos setores de baixa e média tecnologia**. Inovação, BNDES Setorial 33, 2011, p. 379-420.

EADIE, L.; GHOSH, T.K.. **Biomimicry in textiles**: past, present and potencial. An overview Journal of The Royal Society Interface, v. 8, n° 59, 2011, p. 761 – 775.

ESTUDANDO A BIOLOGIA. **Borboleta Morpho**. Disponível em <https://estudandoabiologia.files.wordpress.com/2013/01/floresta-18-cc3b3pia.jpg>. Acesso em 30 de agosto de 2015.

GACÉN, J.; GACÉN, I.. **Fibras de alta tecnologia**. Universidade Politécnic de Catalunya -Espanha. Tradução: A. S.PACHECO. ABQCT - Química Têxtil, n° 71, 2003.

GULRAJANI, M.L.; GUPTA, D.. **Emerging Techniques for Functional Finishing of Textiles**. Indian Journal of Fibre & Textile Research, vol. 36, 2011, p. 388-397.

HEGDE, R.R.; DAHIYA, A.; KAMATH, M.G.. **Bicomponents fibers**. Material Science & Engennering 554, 2004. <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/index.html>

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M.. **Planejamento e Execução de Pesquisas; Amostragens e Técnica de Pesquisas**; Elaboração, Análises e Interpretação de Dados. Editora Atlas, 6º Ed. São Paulo, 2006.

NONWOVEN TOOLS LLC. **Fibras Bicomponentes**. Disponível em <http://www.nonwoventools.com/wp-content/uploads/2013/01/Bicotable2-01-source.gif>. Acesso em 30 de agosto de 2015.

OUTLAST® TECHNOLOGY. **Viscose Outlast**. Disponível em <http://www.outlast.com/en/applications/>. Acesso em 30 de agosto de 2015.

PURANE, S.V.; PANIGRAHI, N.R.. **Microfibre, Microfilaments e Their Applications**. Autex Research Journal, Vol. 7, n° 3, 2007, p. 148 a 158. <http://www.autexrj.org/n03-2007/0240.pdf>

SÁNCHEZ, J.C.. **Têxteis inteligentes**. Universidade Politécnica de Catalunha – Espanha. Tradução: A. S.PACHECO. ABQCT - Química Têxtil, nº 82, 2006, p. 58 a 77.

VENTURA, S.; CARNEIRO PACHECO, N.M.R.A.; SOUTO, A.P.; GOWRI, S.. **Acabamento de têxteis multifuncionais com nanocompósitos poliméricos**. Nova Têxtil, 97/98 (1º) 8-13, 2011. <http://hdl.handle.net/1822/15664>

WIKIPÉDIA, **A enciclopédia livre**. Efeito de lótus. Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_de_l%C3%B3tus . Acesso em 30 de agosto de 2015.