

SMART SURFACES: interfaces têxteis eletrônicas para identificação de espaços

SEABRA, Lavínnia. (UFG)

Palavras-chaves: superfícies; inteligentes; interativas; interfaces; têxtil

Resumo

As superfícies dos objetos são elementos que recebem interferências humanas desde a antiguidade. Pensando em termos de design, essa interferência remonta à criação dos objetos reais das monarquias europeias do século XIV, no período pré-industrial, quando a produção era artesanal. A partir dessa fase, o foco mudou, e esse desenvolvimento passou a ser melhor estruturado, no intuito de fornecer artigos de alta qualidade. No final do século XX, com o surgimento do *high design* (Kotler, 2007), do *emotional design* (Norman, 2004) e do *design atitudinal* (Niemeyer, 2004), o foco passa para as necessidades do usuário em relação ao objeto. Ou seja, tenta-se compreender as especificidades externas para, assim, dar início ao desenvolvimento de ideias e sua materialização para o atendimento desse usuário. Nesse cenário, nota-se que as superfícies podem receber e serem projetadas de forma controlada, com previsibilidade de respostas às especificidades técnicas passando a ser um elemento em que, a partir de projetos interdisciplinares, podem ultrapassar suas funções básicas como o de harmonizar a relação entre sujeito e produto; e ir para, além disso, proporcionar funções específicas às necessidades de identificação de espaços e até mesmo de necessidades especiais de usuários, como por exemplo: pessoas surdas, ou cegas. Portanto, o objetivo desse artigo está, inicialmente, na apresentação do estudo de possibilidades técnicas e de desenvolvimento de superfícies inteligentes capazes de darem respostas rápidas e lúdicas aos usuários que interagirem onde elas estiverem instaladas. Esse projeto é extensão de outro trabalho em andamento, dentro de uma escola municipal da cidade de Goiânia. A proposta metodológica está estruturada dentro dos conceitos da macroergonomia, onde estão sendo identificadas as principais necessidades estruturais existentes nessa escola, para possível atendimento aos usuários com problemas de locomoção nesse espaço de convívio entre pessoas de diferentes aspectos físicos.

Abstract

The surfaces of the objects are elements that receive human interference since antiquity. Thinking in terms of design, the interference goes back to the creation of real objects of European monarchies of the fourteenth century, in the pre-industrial period, when production was handmade. From this stage, the focus has shifted, and this development has to be better structured in order to provide high quality articles. At the end of the twentieth century, with the emergence of high design (Kotler, 2007), the emotional design (Norman, 2004) and attitudinal design (Niemeyer, 2004), the focus switches to the user's needs in relation to the object. That is, try to understand the external characteristics to thus initiate the

development of ideas and their materialization to meet that user. In this scenario, it is noted that the surfaces can receive and be designed in a controlled manner, with predictable responses to the technical specificities going to be an element in that, from interdisciplinary projects can overcome its basic functions as to harmonize the relationship between subject and product; and go further to provide specific functions to the space identification needs and even the special needs of users, for example, dumb people or blind. Therefore, the focus of this article is initially in the presentation of the study of technical possibilities and the development of smart surfaces able to give quick and entertaining answers to users who interact where they are installed. Therefore, the focus of this article is initially in the presentation of the study of technical possibilities and the development of smart surfaces able to give quick and entertaining answers to users who interact where they are installed. The methodology is structured within the concepts of macroergonomics where are identified the main existing structural needs in this school for possible service users with mobility problems in this living space between people of different physical aspects.

Keywords: surfaces; intelligent; interactive; interfaces; textile

Introdução

Esse artigo é a apresentação de um projeto, ainda em fase de formulação, que parte do somatório dos apontamentos realizados ao longo do desenvolvimento da tese de doutorado intitulada Design de Superfície: processo poético mediado pelas redes sociais digitais, defendida no ano de 2014 unidos às observações particulares nos espaços de convivência de uma escola pública da cidade de Goiânia, durante o projeto de extensão Moda na Escola desenvolvido entre os anos de 2014-2015 tais como: o espaço da biblioteca, corredores, salas de aulas e banheiros.

Nesse cenário, esse trabalho apresenta inicialmente o levantamento teórico que dá embasamento para a estruturação da pesquisa sobre interfaces têxteis eletrônicas para identificação dos espaços, bem como, levanta alguns questionamentos para a obtenção dos resultados pretendidos.

Desse modo, a estrutura desse artigo considera primeiramente o entendimento sobre o termo deficiência e suas características; a importância do design como ferramenta projetual para o desenvolvimento de interfaces inteligentes para deficientes; a metodologia no contexto do design macroergonômico para o desenvolvimento da pesquisa e uma breve contextualização em termos técnicos sobre: o design de superfície e os *smart materials* que darão sustentação técnica aos protótipos que serão confeccionados para experimentação nos espaços coletivos da escola pública pesquisada

Deficiência: significado, tipos e a lei

O termo “deficiência” entendido na perspectiva dos direitos humanos atuais não abrange apenas pessoas que, literalmente, têm deficiências sensoriais, cognitivas, físico-motoras e múltiplas, pois hoje, de um modo geral, diz Coriat

(2002), estamos todos deficientes em maior ou menor grau pelo fato de habitarmos cidades cada dia mais ruidosas e contaminadas, onde grande parte dos espaços coletivos, sejam eles particulares ou públicos, possuem algum problema estrutural e que acaba não atendendo algumas especificidades básicas aos indivíduos, independentemente da sua condição física.

É importante destacar que, conforme classificação técnica, alguns tipos de deficiência demandam locais com infraestrutura mínima para melhor locomoção. E, segundo o Instituto Benjamin Constant, considera-se pessoa portadora de deficiência física (PPD) aquela que apresenta, em caráter permanente, perdas ou reduções de sua estrutura anatômica, fisiológica, psicológica ou mental, que geram incapacidade para certas atividades, dentro do padrão considerado normal para o ser humano. Assim, dentro dessa classificação, as deficiências podem ser congênitas ou adquiridas.

As deficiências físicas são: **Paraplegia**: perda total das funções motoras; **Paraparesia**: perda parcial das funções motoras dos membros inferiores; **Monoplegia**: perda parcial das funções motoras de um só (podendo ser superior ou inferior); **Monoparesia**: perda parcial das funções motoras de um só membro (podendo ser superior ou inferior); **Tetraplegia**: perda total das funções motoras dos membros superiores e inferiores; **Tetraparesia**: perda parcial das funções motoras dos membros superiores e inferiores; **Triplegia**: perda total das funções motoras em três membros; **Triparesia**: perda parcial das funções motoras em 3 membros; **Hemiplegia**: perda total das funções motoras de um hemisfério do corpo (direito ou esquerdo); **Hemiparesia**: perda parcial das funções motoras de um hemisfério do corpo (direito ou esquerdo); **Paralisia Cerebral** lesão de uma ou mais áreas do sistema nervoso central tendo como consequência, alterações psicomotoras, podendo ou não causar deficiência mental. **Deficiência Mental** refere-se a padrões intelectuais reduzidos, apresentando comprometimentos de nível leve, moderado, severo ou profundo, e inadequação de comportamento adaptativo, tanto menor quanto maior for o grau de comprometimento; **Deficiência Visual** a perda ou redução de capacidade visual em ambos os olhos em caráter definitivo, que não possa ser melhorada ou corrigida com o uso de lentes, tratamento clínico ou cirúrgico. **Deficiência Auditiva** inclui (perda de audição) leves, moderadas, severas e profundas e são assim classificadas: perda moderada, perda severa perda profunda; **Deficiências Múltiplas** Quando a pessoa apresenta conjuntamente duas ou mais deficiências¹.

Segundo dados do IBGE, conforme pesquisa no ano de 2015, 6,2% da população brasileira possui algum tipo de deficiência. Dentre os pesquisados, a mais expressiva e crescente é a deficiência visual, com 3,6% dos entrevistados. 1,3% da população possui algum tipo de deficiência física e quase metade do total pesquisado (46,8%) têm grau intenso ou muito intenso de limitações. E, outro dado curioso é que 1,1% da população pesquisada apresenta deficiência auditiva, sendo mais representativa em pessoas da cor branca, do que em negros².

¹ As Diversas Definições. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/?catid=83&itemid=396> Acesso em 23/03/2016.

² IBGE ; 6,2% da população brasileira têm algum tipo de deficiência.

Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em 23/03/2016

Considerando, portanto, esses aspectos, os dados do IBGE, bem como os aspectos como elevados ruídos e locais de baixos atributos, o projeto pretendido para concepção focará nos deficientes visuais; deficientes motores: paraparesia, monoplegia e monoparesia; e os deficientes auditivos. Ou seja, são possíveis usuários que frequentam ou poderão frequentar a escola - local em que foram iniciadas as observações sobre as possibilidades de melhorias nos espaços coletivos utilizados por diferentes indivíduos – alunos e professores.

Nessa sistemática, a pergunta estrutural do projeto é: como transformar esses espaços coletivos da escola em ambientes inteligentes capazes de darem respostas aos usuários com específicas deficiências? Seria possível desenvolver esses ambientes reutilizando materiais têxteis e não-têxteis³ através de técnicas artesanais de entrelaçamento de fios unidos às tecnologias de informação e materiais inteligentes (*smart materials*)?

Pressuposto para se pensar um novo cenário

Entende-se, de forma breve, que com os aspectos descritos e as questões colocadas acima, existe uma parcela significativa de pessoas que precisa de ajuda, bem como locais que demandam melhorias essenciais para melhor atendimento a esses usuários, como, por exemplo, no caso do projeto - uma escola – local que recebe diferentes alunos, com características específicas e necessidades que exigem algum tipo de estrutura básica para melhor condição de vida, conseqüentemente, melhor qualidade no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, com alicerce na área do Design de Superfície e a utilização de *smart materials*, é possível articular algumas possibilidades técnicas acessíveis para o desenvolvimento de alguns projetos que podem ser aplicados na tentativa de se criar algumas melhorias, tanto aos usuários com alguma deficiência, quanto nos espaços sem a estrutura mínima para recepção desses sujeitos. Poderiam ser citados como exemplo para essas realizações: tanto resíduos têxteis e não têxteis provenientes de uma quantidade expressiva nas sobras da indústria de confecção de vestuário, quanto dispositivos eletrônicos descartados e que poderiam ser reciclados e reutilizados no desenvolvimento de novos produtos.

Partindo, portanto, desse pressuposto, é possível repensar o ambiente escolar observado e que atualmente, não possui: piso de orientação para melhor locomoção do usuário tanto com deficiência visual quanto motora; corredores e salas de aula sem espaços suficientes para acomodação de deficientes físicos motores, bem como os banheiros sem orientação mínima para uso desses usuários.

E, conforme a nova lei brasileira para inclusão da pessoa com deficiência há a regulamentação até mesmo de um novo conceito para o termo, que abrange em maior proporção o número de pessoas com deficiência e que diz que é: “aquela pessoa com impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou

³ Segundo a definição normatizada da ABNT (2002), em conformidade com a NBR 13370, não-tecido “é uma estrutura plana, flexível e porosa constituída de véu ou manta de fibras ou filamentos orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidadas por processo mecânico (fricção) e ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) ou combinação destes”.

sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas” (LBI – Lei 13.146/15)⁴. Ou seja, existem demandas crescentes e locais que necessitam de avanços emergenciais para melhor acolhimento desse tipo de usuário.

E, nesse contexto, é possível desenvolver novas superfícies interativas eletrônicas com alguns materiais já existentes no mercado, sejam eles novos ou oriundos dos resíduos tanto da indústria de confecção quanto da indústria de informática. Segundo pesquisa realizada pela ONU (Organização das Nações Unidas) somente no ano de 2014, o mundo produziu cerca de 42 milhões de toneladas de lixo eletrônico, e o Brasil produziu 1,4 milhão de tonelada, mesmo possuindo marcos regulatórios de descarte e tratamento desse tipo de resíduo⁵.

Sobre os resíduos têxteis, o Brasil possui uma cadeia têxtil e de confecção expressiva⁶ e, mesmo com leis sobre descarte correto, ainda existe uma significativa produção desse material. Segundo a Abrelpe (2010), a destinação desse resíduo ainda segue caminhos não ecológicos, principalmente como a incineração (31,8%), o aterro (27,5%) e lixão (15,4%). E, a região sudeste contribui com 53,1% de todos os resíduos totais coletados no país, ainda segundo dados da Abrelpe. Nesse cenário, o projeto possui um conjunto de possibilidades instigantes e desafiadoras para desenvolvimento de produtos inovadores e que atendam demandas existentes e crescentes.

SMART MATERIALS: materiais do futuro

Materiais inteligentes são aqueles que possuem uma ou mais propriedades capazes de registrar uma mudança devido a um estímulo externo com origem como estresse mecânico, temperatura, vapor, ph, sinal elétrico, magnético, entre outros (Wen, 1992). E, com essas propriedades, já existe uma quantidade expressiva desses tipos de materiais, sendo alguns deles, já utilizados em nosso cotidiano (Baurley, 2004). Por exemplo: materiais compostos multifuncionais que absorvem vibrações por conta própria que reduzem poluição sonora; ou polímeros com memória de forma – é possível deformar completamente qualquer objeto e com aplicação do calor, este se reconstrói voltando à sua forma inicial⁷.

Ou seja, o desenvolvimento dos denominados *smart textiles*, termo oriundo da ideia de *smart materials*, combina estruturas entrelaçadas ou não, maleáveis ou não, elásticas ou não, com propriedades que proporcionam multifuncionalidade

⁴Entenda a nova Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em: <http://radios.ebc.com.br/amazonia-brasileira/edicao/2016-01/entenda-nova-lei-brasileira-de-inclusao-da-pessoa-com-deficiencia> Acesso 23/03/2016.

⁵Brasil Produziu 1,4 Milhão De Toneladas De Lixo Eletrônico Em 2014, Segundo ONU. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/3353-brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2014-segundo-onu.html>. Acesso 24/03/2016.

⁶ Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT), o mercado nacional é responsável por 97,5% do consumo da produção e 2,5% é destinado às exportações. São 9,4 bilhões de peças, incluindo cama, mesa e banho, produzidos ao ano e mais de 1,9 milhão de tonelada de algodão em pluma produzido (ABIT, 2012).

⁷ Materiais do Futuro. Disponível em: <http://materiaisdofuturo.blogspot.com.br/2011/10/materiais-inteligentes.html>. Acesso em 22/03/2016.

avançada para os usuários que os utilizam. Portanto, são materiais que rompem com o paradigma de que as superfícies têxteis precisam apenas proteger o corpo, ou decorar o ambiente.

Estamos diante de uma realidade que, em muitos casos, já faz parte do contexto diário de muitas empresas. Materiais que proporcionam benefícios como: diminuição no suor, mudança de coloração dos artigos têxteis com utilização de pigmentos fotocromáticos e termocromáticos; bem como, nanomateriais que proporcionam funções como repelentes a insetos; entre outras funções técnicas.

Nessa contextualização, ainda temos os artigos têxteis com dispositivos eletrônicos acoplados, os denominados *wearable textile*. E, é nessa perspectiva que o projeto será desenvolvido. E, um trabalho que serve de exemplo para direcionar o projeto, é o da designer e pesquisadora Joana Bersowska (2005, p.2) que tem um trabalho amplo no segmento dos têxteis eletrônicos definido como: “um têxtil eletrônico refere-se a um substrato têxtil que incorpora capacidades de sentir, comunicar, transmitir poder e a interconectar tecnologias a fim de permitir que sensores ou dispositivos de processamento de informação estejam ligados entre si com um tecido. Contudo, os têxteis eletrônicos só podem ser considerados como têxteis inteligentes se estes conquistam atributos inteligentes quando possuem a capacidade de sentir e de responder a estímulos do meio ambiente, podendo para isso, utilizar tecnologias eletrônicas.

A pesquisa com dispositivos eletrônicos e têxteis remonta aos anos de 1980, e já, no fim dos anos de 1990, muitas experiências já ocorriam, como o desenvolvimento de artigos têxteis com fibra ótica acoplada para monitoramento de soldados (LIND et al., 1997). Hoje, já existem muitos exemplos comerciais, principalmente na área da saúde, como por exemplo: materiais fibrosos condutores de energia. Desse modo, a aplicação dos *smart textiles* permite combinar estruturas têxteis tradicionais, como: malha, tecido plano e não tecidos, obtendo produtos multifuncionais avançados (Tao, 2001, Van Langenhove and Hertleer, 2004).

De certo modo, o cenário para a produção e pesquisa na área de desenvolvimento de novos materiais inteligentes que forneçam respostas ao usuário é crescente e muito instigante. Seja fabricando outros componentes ou reutilizando os resíduos têxteis e o próprio “lixo eletrônico” para confecção de novas superfícies que possam proporcionar espaços mais inteligentes aos usuários com algum tipo de deficiência, tende a ser um desafio potencial, expressivo e, mais uma alternativa inteligente para desenvolvimento de produtos voltados para esse tipo de usuário.

DESIGN DE SUPERFÍCIE: uma área criativa e projetual

Essa é uma área de desenvolvimento projetual cujo maior aspecto está no desenvolvimento de estruturas capazes de darem uma função estética a espaços ou objetos de diferentes tamanhos, composições materiais, formas ou funções. O design de superfície é uma área com crescimento expressivo no Brasil, principalmente no que tange o desenvolvimento de estruturas tridimensionais capazes de proporcionarem outras funções aos espaços. Em sendo uma área

dividida em: design de papelaria; design têxtil; design de estamaria e design de cerâmica, conforme nos explica Rutschilling (2002); o design de superfície é uma área de potencial criativo expressivo que tem sido pesquisada intensamente, com geração de alternativas sofisticadas e inteligentes tanto à própria superfície quanto ao espaço.

Para esse projeto, o foco está no desenvolvimento de superfícies capazes de proporcionarem diferentes formas de interação entre o usuário – superfície – e o próprio ambiente, pois o espaço – ambiente coletivo escola pesquisado - receberá modificações que deverão responder a estímulos externos provocados. Nesse sentido, lembrando Le Corbusier (1994), a superfície é um elemento que define e, ao mesmo tempo, delimita uma área, podendo dividi-la em camadas internas e externas. Nesse sentido, no âmbito do design, essa superfície/interface estabelece uma ligação entre diferentes corpos, permitindo a criação de um sistema de ações e respostas, lembrando Dantas (2005). Aspecto que pode provocar mudanças observáveis de imediato.

Nesse contexto, entende-se, portanto que é fundamental reconhecer as percepções para que se possa desenvolver um projeto de superfície que corresponda às funções que serão estabelecidas. Portanto, experimentar, mas ao mesmo tempo, definir atributos que possam ser trabalhados e experimentados junto a usuários, no caso desse projeto, de deficientes físicos - é um desafio no que tange o desenvolvimento projetual e metodológico, uma vez que deve-se levar em consideração a interação entre usuário – superfície e as funções do espaço que receberá esse material.

Considerações finais

Definir, portanto, os caminhos de um projeto não é uma tarefa fácil, principalmente no que tange a auxiliar demandas específicas crescentes, como é o caso das necessidades dos usuários deficientes e espaços projetados e construídos com baixos atributos técnicos e estruturais essenciais para melhor qualidade de vida.

Pensar o desenvolvimento de produtos a partir de reaproveitamento de materiais têxteis e dispositivos eletrônicos para o auxílio de usuários com deficiência visual, motora física e auditiva é um desafio multifacetado que demanda especificidades técnicas, tecnológicas e criativas que culminam em um projeto de caráter interdisciplinar, pois serão essenciais conhecimentos multifacetados oriundos de disciplinas e universos distintos.

Para tanto, pautado numa abordagem metodológica de caráter macroergonômico, onde os problemas são detectados na medida em que os usuários também sinalizam suas necessidades, é essencial, pois assim, é possível alcançar resultados mais favoráveis aos objetivos pretendidos que permeiam: o conhecer esse usuário e suas especificidades; o compreender como os ambientes cotidianos podem ser melhorados a partir do trabalho e pesquisa projetuais advindos da área do design de superfície; o saber reutilizar, de forma criativa, os resíduos tanto têxteis quanto eletrônicos para o desenvolvimento de produtos

aplicáveis; entre outros pontos que podem fazer parte de um trabalho exponencial e serão coletados na medida em que o trabalho for se concretizando.

No que tange pensar a produção de superfícies inteligentes – elementos que possam revestir as paredes dos ambientes cotidianos de uma escola pública - é tentar estabelecer e proporcionar a melhoria de um espaço que traga mais qualidade de vida aos usuários frequentadores desses recintos gerando assim, uma significativa melhora na aprendizagem e convívio entre esses interatores.

De maneira, experimental inicialmente, esse projeto possui como premissa a tentativa de solucionar algumas das diversas dificuldades encontradas em espaços escolares públicos que recebem ou podem receber algum tipo de aluno com deficiência.

Viável economicamente, esse projeto pode ser uma alternativa futura para mais uma forma inteligente de reutilização de materiais têxteis e eletrônico – crescentes em nosso país e no mundo. Proporcionando tanto melhorias estruturais nos espaços quanto viabilizando alternativas simples para melhor locomoção dos usuários deficientes, como por exemplo: facilidades técnicas de reconhecimento de símbolos para banheiros e salas de aula, esse projeto pode ser uma proposta viável a ser aplicada em diferentes outros lugares.

Referências bibliográficas

ABIT. Cartilha Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira: cenário, desafios, perspectivas, demandas. ABIT (org.); Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.abit.org.br/cont/cartilha-industria-textil> Acesso em 24/03/2016.

ABRELPE. A sociedade não pode mais sofrer com remendos ambientais. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/noticias> Acesso em 24/03/2016

BAURLEY, S. Interactive and experiential design in smart textile products and applications. In: *Personal Ubiquitous Comput*, Londres, v. 8, n. 3, p. 274-281, 2004.

BERSOWSKA; Joana. Electronic Textiles: Wearable Computers, Reactive Fashion, and Soft Computation. In: *Textile*, Volume 3, Issue 1, pp. 2–19 Reprints available directly from the Publishers. United Kingdom, 2005.

Disponível em: <http://www.xslabs.net/papers/textile05-berzowska.pdf> Acesso em 24/03/2016.

CORIAT, A. S.; (2002) *Lo Urbano Y Lo Humano: Habiato Y Discapacidad* (Libreria Técnica CP67 S. A., Buenos Aires, Argentina). p.32.

DANTAS, D. . Design orientado para o futuro, centrado no indivíduo e na análise de

tendências: reorganizando conceitos para o design da sociedade pós-industrial.

In: Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 3., 2005, Rio de Janeiro.

Anais do 3o. Congresso Internacional de Pesquisa em Design. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 1 CD-ROM.

LE CORBUSIER. *Por uma arquitetura*. São Paulo: Perspectiva, 1994.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*; tradução de Carlos Irineu da Costa. – São Paulo, Editora 34, 1999.

LIND, E. J. et al. A sensate liner for personnel monitoring applications. IN: *International Symposium On Wearable Computers*, 1, 1997, Boston. Proceedings... Digest of Papers: IEEE, 1997. p. 98-105.

RÜTHSCHILLING, Evelise Anicet. *Design de superfície: prática e aprendizagem mediada*

pela tecnologia digital. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SILVA, Marco. Que é Interatividade. In *Boletim Técnico do Senac*. Rio de Janeiro, v.24, n.2 maio/ago, 1998.

_____. Um convite à interatividade e à complexidade: novas perspectivas comunicacionais para a sala de aula. In: GONÇALVES, Maria Alice Rezende (org.). *Educação e cultura: pensando em cidadania*. Rio de Janeiro : Quartet, 1999. p. 135-167.

TAO, X. *Smart fibres, fabrics, and clothing*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001.

VAN LANGENHOVE, L.; HERTLEER, C. Smart clothing: a new life. *International Journal of Clothing Science and Technology*, v. 16, n. 1/2, p. 63-72, 2004.

WEN, Y. K. *Intelligent structures 2: monitoring and control*. [S.I.]: Elsevier Applied Science, 1992.