

RESÍDUOS TÊXTEIS: DESIGN DE NOVOS MATERIAIS COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

Textile Waste: Design of New Materials as a Sustainability Strategy

Sampaio, Cláudio Pereira de; Doutor; Universidade Estadual de Londrina; qddesign@hotmail.com¹

Martins, Suzana Barreto; Doutora; Universidade Estadual de Londrina; suzanabarreto@onda.com.br²

Silva, Fernando Antonio Carneiro Moreira da; Doutor; Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa; fms.fautl@gmail.com³

Almendra, Rita Assoreira; Doutora; Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa; rita.a.almendra@gmail.com⁴

Grupo de Pesquisa Design, Sustentabilidade e Inovação⁵

Resumo: Considerando a criação de novos materiais como estratégia para redução dos impactos ambientais dos resíduos têxteis, este artigo apresenta e discute abordagens de sustentabilidade de diferentes áreas do conhecimento, com a finalidade de subsidiar teórica e metodologicamente um modelo para a gestão de projetos de P&D em resíduos sólidos.

Palavras chave: Resíduos têxteis; novos materiais; sustentabilidade.

Abstract: Considering the development of new materials as a strategy for minimizing the environmental impacts of textile waste, this paper present and discuss some approaches for sustainability coming from different areas of knowledge, aiming to theoretically and methodologically support a model for managing R&D projects on solid waste.

Keywords: Textile waste; new materials; sustainability.

1 ...
2 ...
3 ...
4 ...

⁵ Caso o artigo seja resultado do trabalho de um grupo de pesquisa, o nome do grupo deve estar indicado abaixo dos nomes de autores e coautores e ser idêntico ao registrado no diretório dos grupos de pesquisa do Brasil/CNPq.

Introdução

Este trabalho tem como contexto a problemática dos resíduos têxteis, e de forma especial aqueles de origem sintética, cuja utilização pelas indústrias de vestuário tem se intensificado tanto no Brasil quanto no mundo. A partir da experiência adquirida ao longo de um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) interdisciplinar, no qual pesquisadores das áreas de design e química atuaram juntos para buscar novas possibilidades de destinação para os resíduos, propõe-se a criação de novos materiais como uma estratégia possível e viável de sustentabilidade, num processo de P&D orientado pelo design. Para tanto, buscou-se identificar como diferentes áreas do conhecimento relacionadas ao projeto poderiam contribuir, tanto em nível teórico quanto metodológico, para o delineamento de uma metodologia que possibilitasse a gestão do processo de P&D em resíduos, tendo a sustentabilidade como condição essencial.

Desta forma, os fundamentos teóricos e metodológicos deste artigo incluem abordagens de sustentabilidade advindas do design (Design para a Sustentabilidade – DfS, Design do Ciclo de Vida), da química (Química Verde) e da engenharia (Engenharia Verde, Ecologia Industrial, Produção mais Limpa). A metodologia de pesquisa para esta etapa baseou-se em extensa revisão e crítica de literatura, sobretudo em artigos científicos de *journals* e congressos, além de livros e documentos técnicos setoriais.

Setor de vestuário e os resíduos têxteis

Conforme SEBRAE (2016), o Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de fios, fibras, tecelagens e confecções; é o quinto maior produtor têxtil, tendo exportado em 2011 cerca de US\$ 1 bilhão. Apenas o segmento de vestuário brasileiro conta com mais de 365 mil empresas, que geram mais de 679 mil postos de trabalho, movimentando R\$ 9,3 bilhões em salários. Para o ano de 2014, a estimativa era de que o mercado brasileiro consumisse mais de R\$ 129 bilhões em roupas e acessórios (IBOPE, 2013). Conforme ABIT (2011) as indústrias têxteis e de vestuário, juntas, são significativas para a economia brasileira, pois geram cerca de 16% dos empregos industriais e 5,5% das

receitas (cerca de R\$ 60 bilhões), o que representa cerca de 3,5% do PIB brasileiro. A produção média de peças é de cerca de 9,8 bilhões de peças, o que coloca o Brasil como o 4º maior produtor mundial de vestuário. Somente nas regiões norte e sudeste do Paraná são mais de 400 micro, pequenas, médias e grandes empresas instaladas.

A grande diversidade das atividades industriais deste setor gera durante os processos produtivos diferentes tipos de resíduos, os quais, embora não sejam de grande toxicidade, apresentam volume elevado, afetando outras variáveis ambientais, como as emissões de CO² e a exaustão de recursos naturais não renováveis. Contribui para o alto volume de resíduos o alto percentual de desperdício de matéria-prima no setor de vestuário, em torno de 12,5%, o que representa cerca de 1400 Kg de resíduos/ano por empresa, conforme dados do SEBRAE. A doação de resíduos é prática comum, mas que não resolve o problema devido à quantidade gerada, o que demanda soluções de caráter mais sistêmico, e é neste sentido que se propõe o desenvolvimento de novos materiais a partir destes resíduos como uma solução mais escalável industrialmente.

Resíduos têxteis: uma experiência de pesquisa brasileira

Durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa (OMITIDO PARA REVISÃO CEGA)⁶, foi possível compreender a problemática dos resíduos têxteis sintéticos e, em especial, daqueles produzidos durante o processo produtivo das indústrias de vestuário. A partir de uma pesquisa conduzida com a colaboração de uma empresa de confecções (OMITIDO PARA REVISÃO CEGA)⁷ verificou-se que o desperdício de matéria-prima, a falta de destinação adequada e a falta de valorização do resíduo, oriundo de um material de alta qualidade, estavam entre os principais problemas. Estes problemas eram acentuados pelo fato da

⁶ Projeto de pesquisa (OMITIDO PARA REVISÃO CEGA).
⁷ (OMITIDO PARA REVISÃO CEGA)

matéria-prima principal da empresa ser o *Supplex*, um tecido composto de PA66 e elastano, e que apresenta vários problemas ambientais.

Para o enfrentamento dos problemas encontrados foram propostas no projeto de pesquisa duas abordagens: uma de caráter preventivo, buscando evitar a geração de resíduos desde o planejamento das peças, por meio de um método chamado *zero waste*⁸. A segunda abordagem teve caráter corretivo, buscando utilizar os resíduos já gerados por meio da criação de novos produtos (MARTINS, SAMPAIO E PEREZ, 2012). Esta experiência permitiu à equipe de P&D perceber que as abordagens corretivas são também necessárias, embora com potencial menos efetivo de sustentabilidade do que as preventivas, pois não se vislumbra uma redução na quantidade de resíduos gerados, ao menos para os próximos anos.

Neste sentido, foi estabelecida no início de 2013 uma parceria com um grupo de pesquisa do Departamento de Química da (OMITIDO PARA REVISÃO CEGA), com o objetivo de desenvolver novas formas de reciclagem do resíduo têxtil sintético e, possivelmente, a criação de novos materiais para aplicações diversas. Esta parceria se mostrou particularmente produtiva, e os resultados iniciais indicaram que o *Supplex* é um material passível de reciclagem, e que esta pode ser feita de modo minimamente impactante em termos ambientais. Ao final do projeto foram obtidos três diferentes processos de reciclagem química dos resíduos têxteis de PA66, e um para reciclagem por processo termofísico. Tais resultados já foram suficientemente descritos em outros artigos (MARTINS et al, 2014; BAUMI et al, 2014; PEREZ, MARTINS e SAMPAIO, 2015), interessando para este artigo a identificação dos aspectos a serem considerados ao se desenvolver um novo material a partir da reciclagem de resíduos têxteis sintéticos, e para os quais o design pode contribuir, e que incluem:

- O desenvolvimento de novos materiais a partir dos resíduos têxteis sintéticos, e especialmente de tecidos compostos (e.g. PA66 + elastano) ainda é pouco explorado. As investigações encontradas apontaram para uma concentração nos impactos ambientais deste tipo de resíduo, e de

⁸ *Zero waste* é uma abordagem projetual que busca planejar o corte das peças objetivando o aproveitamento total da matéria-prima disponível, sem geração de resíduos.

possibilidades de fim de vida, com ênfase na reciclagem, mas pouco foi identificado sobre o uso para a criação de novos materiais;

- O desenvolvimento de novos materiais a partir dos resíduos ainda é feito sob a ótica da química e da engenharia, e os aspectos ligados ao usuário ainda necessitam ser incluídos com mais profundidade. Os aspectos sensoriais, perceptivos, simbólicos e funcionais dos objetos compõem o domínio de estudo do design que pode, portanto, colaborar para esse desenvolvimento;
- A sustentabilidade ambiental ainda é subestimada nos estágios iniciais do desenvolvimento de novos materiais, e especialmente de materiais desenvolvidos a partir dos resíduos. Embora tenha sido identificada no projeto de pesquisa uma preocupação ambiental por meio das abordagens da Química Verde e Engenharia Verde, o pensamento ecológico ainda necessita ser aplicado efetivamente na prática. Deve-se considerar não apenas o material em si, mas todo o seu ciclo de vida, e o design pode colaborar para essa melhoria;
- A interdisciplinaridade no desenvolvimento de novos materiais ainda representa um grande desafio aos investigadores, notadamente nas universidades, pela dificuldade de se integrar os conhecimentos das diferentes áreas envolvidas. O design, pela sua característica interdisciplinar e integradora, pode servir como elemento agregador e gestor destes diversos conhecimentos.

O design e os novos materiais

O Diagnóstico (MDIC, 2014, p. 79) aponta a importância da transversalidade e multidisciplinaridade neste assunto, ao afirmar que

O desenvolvimento de novos materiais se manifesta como uma das disciplinas transversais de grande impacto e melhora a competitividade de muitos setores de atividade econômica, desde transporte à energia, passando por setores como saúde, têxtil (grifo nosso), calçado, embalagem, entre outros. Em uma concepção estratégica, os desafios apontam para a necessidade de colaboração entre pesquisadores e empresas para o desenvolvimento de aplicações industriais com esses

materiais, havendo a necessidade de equipes multidisciplinares (grifo nosso).

O documento (idem) evidencia também a importância do design no desenvolvimento de novos materiais, ao apontar que:

“Um dos atores-chave nesse processo é o designer, que deve ter a capacidade de reconhecer materiais emergentes para aplicação em soluções que atendam a diferentes demandas do mercado e satisfaçam os mais variados estilos de vida do consumidor”.

Porém, mais do que apenas reconhecer e aplicar materiais emergentes, o que se propõe neste trabalho é que o design atue também no próprio desenvolvimento dos materiais. Ainda segundo OPTI (2000, apud MDIC, 2014, p. 77) os materiais emergentes que podem ser incorporados pela área de design podem ser agrupados em quatro categorias: nanomateriais, compósitos, materiais inteligentes, tecnologias multimateriais, reciclados e, por fim, tratamentos térmicos, superficiais e revestimentos. Destes, interessam para este trabalho os reciclados, sobre os quais o MDIC (idem) comenta que

Atualmente, o mercado de reciclados é pouco desenvolvido. Os processos e os novos produtos finais necessitam alcançar benefícios em médio prazo. Para isso, a qualidade do material recuperado deve ser tal que permita aproveitar plenamente as oportunidades do mercado. O preço das matérias-primas, a qualidade imprevisível, a produção contínua insuficiente, o desequilíbrio entre a quantidade de resíduos e a demanda disponível de produtos fabricados a partir deles (grifo nosso) são fatores que impedem o desenvolvimento dessa indústria (OPTI apud MDIC, 2014, p. 78).

Este comentário evidencia, por um lado, a existência de um problema ambiental decorrente do desperdício de matéria-prima, e por outro, a existência de uma demanda reprimida por produtos feitos com materiais reciclados.

P&D e inovação em novos materiais

O tema deste artigo não se restringe apenas à descoberta de um novo processo ou material, o que o caracterizaria como uma invenção (inovação tecnológica), mas também à sua aplicação em produtos a partir de critérios diversos advindos do usuário, do meio ambiente, do sistema produtivo, da economia e outros (inovação de valor). De fato, atualmente muitos materiais

deixaram de serem elementos constituintes do produto para, em muitos casos, tornarem-se eles próprios o produto (MANZINI, 1993). Com isso, se, por exemplo, o material apresenta características ambientalmente favoráveis, isso se torna também um atributo do produto. Nessa lógica, assim como é o designer quem define os atributos dos produtos a partir das necessidades e expectativas dos usuários, é aceitável a ideia de que seja o designer o especificador de atributos também do material. Portanto, pode-se falar de uma atividade de “*material design*” tanto quanto de “*product design*”, aplicando ao primeiro conceitos e princípios do segundo. Dahlstrom (2006, p. 47) defende que o desenvolvimento de novos materiais seja também, cada vez mais, uma área de interesse do design. Para ele,

Historicamente, novos materiais e técnicas têm um efeito direto na evolução da área; a utilização de conhecimentos e tecnologias características de outras áreas é um dos aspectos clássicos da interdisciplinaridade do design. No futuro, o design passará a fazer parte de uma equipe de pesquisa que tentará alargar suas fronteiras, na busca de novos caminhos que auxiliem as empresas a servir melhor seu usuário final, com ergonomia e sustentabilidade, adaptando materiais existentes ao desenvolvimento de novos produtos.

Outro aspecto importante é a possibilidade de descentralização cada vez maior no desenvolvimento de materiais, pois como afirma Manzini (2003, p. 10),

Estes novos materiais não são necessariamente fruto de grandes laboratórios de investigação. Podem surgir de qualquer ponto do sistema de design e de produção, sistema no qual a nova cultura dos materiais se funde com a capacidade criativa.

Esse novo contexto do desenvolvimento de materiais, marcado pela complexidade e relevância dos aspectos tecnológicos, informacionais e simbólicos, aponta para um desafio cada vez mais interdisciplinar, ou seja, a colaboração entre as diferentes áreas do conhecimento passa a ter importância crucial.

Relação entre química, material e produto

Segundo Anastas e Zimmermann (2003, p. 95), a relação entre produtos químicos, materiais e produtos finais pode ser estudada numa lógica de

dependência, na qual estes elementos compõem as três camadas de matéria física na economia atual (Figura 1).

Figura 1: Camadas de matéria física na economia atual.



Fonte: Própria, com base em Anastas e Zimermann (2003).

Cada um destes elementos tem um potencial diferente de mudança na economia material, e apresenta um nível de complexidade próprio, segundo Anastas e Zimermann (idem). Assim, as oportunidades de mudanças mais profundas são aquelas advindas de intervenções no nível cultural e dos sistemas, as quais exigem, no entanto, alta complexidade. Por outro lado, as mudanças no nível químico e dos materiais tendem a apresentar menor complexidade, mas também menos oportunidades de mudança significativa. Entre estes extremos estão os produtos, que por um lado são influenciados pelas mudanças no nível químico e dos materiais, e por outro sofrem influência dos diversos sistemas e culturas existentes. Além disso, a intervenção pode ocorrer em mais dois níveis superiores: os processos e os sistemas.

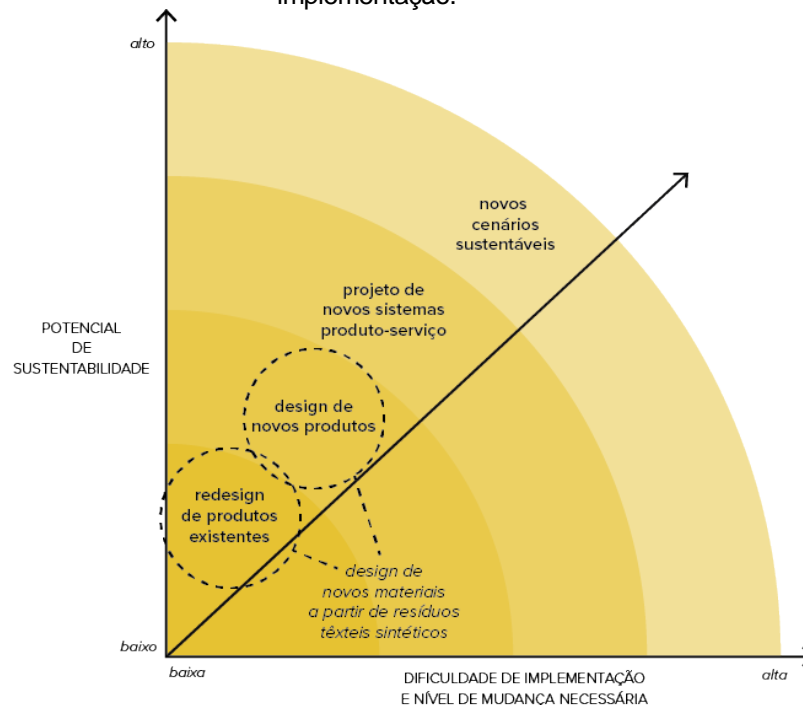
O design para a sustentabilidade (DfS) como possibilidade de abordagem para os novos materiais

Observa-se que, entre os produtos químicos, materiais e produtos, os produtos são os que apresentam maior potencial de mudança, e o seu desenvolvimento é, precisamente, o campo de domínio do design. Além disso, é a configuração de produtos que determina a aplicação de materiais, e estes, dos

produtos químicos, numa relação de dependência hierárquica. Considerando esta dependência, se o designer puder intervir no desenvolvimento dos materiais já considerando suas possibilidades de aplicação em produtos, o potencial de mudança na economia material, por meio do design, se amplia.

A relação entre os níveis de oportunidade e complexidade na cultura material proposta por Anastas e Zimmermann (idem) encontra paralelo com o modelo de níveis de potencial sustentável do design proposto por Manzini e Vezzoli (2002). Segundo estes, o redesign de produtos existentes e o design de novos produtos (com os quais o design de novos materiais se alinha) são as formas de atuação do design com menor dificuldade de implementação, por exigirem um nível de mudança cultural menor. Além disso, embora seu potencial em termos sustentáveis possa ser mais limitado (Figura 2), estes níveis são importantes para viabilizar o projeto de novos sistemas.

Figura 2: Níveis de intervenção do design para a sustentabilidade e dificuldade de implementação.



Fonte: Própria, com base em Manzini e Vezzoli (2002).

O Design Verde

A ênfase em produtos, tanto sob a forma de redesign quanto de novo design, constitui a primeira e mais próxima forma de abordagem dos problemas ambientais decorrentes da produção industrial por parte do Design. Lewis e Gertsakis (2001) apontam que o Design para o meio-ambiente (DfE), ou Design Verde, acompanhado do uso responsável da Análise do Ciclo de vida, compõem uma das mais poderosas ferramentas para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Segundo Lewis e Gertsakis (idem), o processo de planejamento é o momento de maior potencial de ação para a redução de impacto ambiental, tanto na geração de resíduos e emissões, quanto no consumo de matérias-primas, de energia e água.

O Design do Ciclo de Vida

De forma geral, o Ecodesign utiliza uma abordagem sistêmica que pode ser conduzida por meio de uma estratégia chamada *life cycle design*, ou LCD (MANZINI e VEZZOLI, 2002, p. 64), ou Design do ciclo de vida, que considera cinco grandes etapas: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. Para cada uma destas etapas, é possível a aplicação de estratégias específicas de redução de impacto (estratégias de LCD), sendo a maioria delas aplicável a mais de uma etapa: minimização de recursos, escolha de recursos de baixo impacto, extensão da vida dos materiais, otimização da vida dos materiais e facilidade de desmontagem.

Considerando a proposição de que o desenvolvimento de novos materiais a partir de resíduos seja integrado ao redesign de produtos existentes e design de novos produtos, e que em muitos casos os materiais se tornam os próprios produtos, propõe-se então que a abordagem de *life cycle design* (LCD) aplicada a produtos também seja aplicada a materiais. Nesta lógica, os materiais, assim como os produtos, passam por um ciclo de vida com etapas de pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte, e a este ciclo podem ser aplicadas estratégias de minimização no uso de recursos, escolha de recursos de baixo impacto, otimização e extensão da vida dos materiais, e facilidade de desmontagem no fim de vida. Além destas estratégias de LCD, o

desenvolvimento de novos materiais a partir de resíduos deve considerar aspectos ambientais vindo de outras áreas, em especial da Química e da Engenharia de Materiais, e que serão vistos a seguir.

Contribuição da química: Química Verde

Anastas et al. (1998, 2000) define a Química Verde como o desenvolvimento de produtos químicos e processos que reduzem ou eliminam o uso e a geração de substâncias nocivas durante a manufatura, desenvolvimento e aplicação da química. Trata-se de uma abordagem que pode ser operacionalizada a partir de doze princípios (ANASTAS e WARNER, 1998, p. 30), que têm como objetivos principais: prevenir resíduos e acidentes, evitar ou minimizar a toxicidade, utilizar energia de modo mais eficiente e utilizar recursos renováveis.

Contribuição da engenharia: Engenharia Verde e Produção + Limpa

Engenharia Verde é uma abordagem sob a ótica da Química e Engenharia de Materiais que está diretamente ligada à Produção + Limpa (item seguinte). Conforme Anastas e Zimmerman (2003), refere-se ao desenvolvimento e comercialização de processos industriais que sejam economicamente viáveis e reduzam os riscos para a saúde humana e o meio ambiente.

O objetivo de indústrias ecoeficientes é “fazer mais com menos”. Isso implica em produzir maior quantidade de produtos e serviços com menos energia e matéria-prima, gerando menos resíduos e poluição. Desta forma, a eco eficiência está mais ligada ao uso eficiente das reservas naturais. A postura ecoeficiente resulta em uma estratégia contínua e integrada, chamada de Produção Mais Limpa (*cleaner production*) (Gianetti e Almeida, idem). A Produção Mais Limpa abrange, além das questões ambientais na produção, a preocupação econômica. Desta forma, a melhoria da lucratividade e da competitividade está intimamente ligada à questão da eficiência. A antecipação

e prevenção de impactos fazem parte desta abordagem, de forma proativa. Para isso, a Produção Mais Limpa dispõe de algumas ferramentas, dentre elas:

- Análise do Ciclo de vida - ACV: permite a avaliação quantitativa das entradas e saídas do sistema, e a detecção de pontos críticos antes, durante e depois da produção de um produto ou serviço. Pode ser feita com o uso de ferramentas informatizadas (ex.: Simapro, Umberto);
- Indicadores ambientais: permitem a medição quantitativa de eficiência de processos. São usados, por exemplo, para alimentar as ACVs com dados mais confiáveis (ex.: Ecoindicator);
- Rótulos ambientais: selos fornecidos por entidades credenciadas, atestando a qualidade ambiental dos produtos (ex.: FSC);
- PMA - Projeto para o meio ambiente (DfE – Design for Environment): projeto de produtos considerando requisitos ambientais desde a concepção, também conhecido como ecodesign.

A partir da lista anterior pode-se perceber que, sob a ótica da engenharia, o Design é considerado como uma das várias ferramentas da Produção Mais Limpa para evitar e reduzir impactos ambientais. No entanto, o Design apresenta um potencial de atuação para a sustentabilidade que vai além da configuração de produtos industriais ambientalmente mais limpos, podendo também ter papel ativo no planejamento de sistemas produtivos, processos e serviços, e mesmo na mudança de comportamento quanto ao consumo.

Relação entre as abordagens

Anastas e Zimmerman (2003) identificaram três princípios de sustentabilidade ambiental aplicáveis em comum às áreas da Química, Engenharia e Design, no que se refere a produtos, e que são:

- Aplicar o pensamento de ciclo de vida;
- Agir de modo preventivo (e.g. agir considerando dados relativos a riscos inerentes, mesmo que não se tenha ainda dados completos); tratar com elevada cautela produtos químicos e materiais com dados incompletos, até que os dados estejam disponíveis;

- Considerar riscos aos usuários, tanto químicos quanto físicos, bem como riscos ambientais.

O Quadro 1 apresenta os principais aspectos ambientais incluídos ao se avaliar os impactos em cada um dos três níveis de matéria física: químico, material e produto. Este quadro oferece subsídios valiosos que nortearam o modelo metodológico que será apresentado a seguir.

Quadro 1: Aspectos ambientais relativos aos níveis da matéria física

Tipo de matéria física	ASPECTO AMBIENTAL INCLUÍDO NA AVALIAÇÃO							
	Riscos químicos inerentes	Riscos ambientais do uso	Riscos ambientais da extração, processamento e produção	Riscos ambientais do descarte	Reciclabilidade e degradabilidade	Design para a desmontagem	Redução no uso de materiais e componentes	Não uso de substâncias nocivas
Químico	X	X						
Material	X	X	X	X	X			
Produto	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Própria, elaborado com base em Anastas e Zimmerman (2003).

Considerações finais

Conforme visto neste artigo, propõe-se o Design como elemento norteador do processo de P&D em novos materiais a partir de resíduos pelo seu caráter integrador, que busca conciliar as demandas econômicas e tecnológicas do mercado com as demandas relativas aos usuários das inovações, e ainda, as demandas ambientais de conservação e preservação dos recursos naturais.

Neste contexto, o Design assume importância pois passa a ser responsável também por definir os requisitos e atributos dos materiais, ou seja, ganha cada vez mais importância o papel do “designer de materiais”, responsável por manipular as propriedades sensoriais e técnicas dos materiais a fim de explorar as características intangíveis dos mesmos. Com isso, o designer passa a desempenhar um papel determinante tanto na definição dos aspectos funcionais e estético-simbólicos dos materiais quanto no tipo e

quantidade de impacto ambiental deles decorrentes, o que no fundo representa uma escolha não apenas técnica e estética, mas também de caráter ético.

Em relação aos materiais, foram identificadas contribuições relevantes de áreas distintas, mas que podem atuar de forma conjunta num modelo de P&D, em especial a Química (por meio da Química Verde), a Engenharia (principalmente com a Produção Mais Limpa e a Engenharia Verde) e o próprio Design (por meio do Design para a Sustentabilidade, e particularmente do Design do Ciclo de Vida). Estas contribuições deverão ser incorporadas em um modelo de processo de P&D em resíduos têxteis orientado pelo design, que será objeto de outro artigo.

Referências

ANASTAS, P. T., WARNER, J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**, Oxford University Press: New York, 1998, p.30. By permission of Oxford University Press, 1998. Disponível em: <<http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/about/principles/12-principles-of-green-chemistry.html>> Acesso em 13 Dez. 2013.

ANASTAS, P.T., ZIMMERMAN, J.B. **Design through the Twelve Principles of Green Engineering**, Environmental Science and Technology, 37, 5, 94A-101A, 2003. Disponível em: <<http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/about/principles/12-principles-of-green-engineering.html>> Acesso em 13 Dez. 2013.

ANASTAS, P.T., ZIMMERMAN, J.B. **Designing Safer Alternatives: Chemicals, Materials and Products Final Report**. Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts Lowell, 2000. Disponível em: <http://www.chemicalspolicy.org/downloads/alternativesassessmentfinalreport_000.pdf> Acesso em 13 Dez. 2013.

BAUMI, J.; BERTOSSE, C. M.; MARTINS, S. B.; SAMPAIO, C. P.; GUEDES, C. L. B. **Novos Materiais a partir de Retraços Têxteis e Glicerina da Produção de Biodiesel**. In: 37º Reunião da Sociedade Brasileira de Química,

2014, Natal/RN. Novos Materiais a partir de Retraços Têxteis e Glicerina da Produção de Biodiesel, 2014.

DAHLSTROM, B. **Industrial Designer**. Santa Monica: Ram Publications & Distribution, 2003.

LEWIS, H., GERTSAKIS, J. **Design + environment: A global guide to designing greener goods**. London: Greenleaf, 2001.

MANZINI, E., (1993). **A Matéria da Invenção**. Coleção "Design, Tecnologia e Gestão". Centro Português de Design, 1993. (Título original: La materia dell'invenzione, Milão: Arcadia, Projeto Cultura Montedison, 1986).

MANZINI, E., VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. São Paulo: Edusp, 2002.

MARTINS, S.B., SAMPAIO, C.P., BRASIL, M.A., PEREZ, I.U., VEIGA, E. R. **Design and Sustainability: Innovation in Textile Recycling Processes for Development of New Products**. Proceedings of the 2nd International Fashion and Design Congress – CIMODE, Milão: Instituto Politécnico de Milão, 2014.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Diagnóstico do Design Brasileiro**. Documento elaborado pela Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil) e Centro Brasil Design. Brasília: Governo Federal, 2014.

PEREZ, I.U., MARTINS, S.B., SAMPAIO, C.P. **Pesquisa científica em moda e sustentabilidade sob a perspectiva do design: relato de experiência**. In: Colóquio de Moda, 11, 2015, Curitiba. Anais...Curitiba: Edição Internacional, 2015 pp.1-10. Apres. Eixo Sustentabilidade. ISSN 1982-0941. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/anais/11-Coloquio-de-Moda_2015/COMUNICACAO-ORAL/CO-EIXO8-SUSTENTABILIDADE/CO-8-PESQUISA-CIENTIFICA-EM-MODA-E-SUSTENTABILIDADE.pdf>. Acesso em 10 dez. 2016.