



Desenvolvimento de compósito de fibra têxtil desfibrada advindas de uniformes e resina poliuretana vegetal de mamona

Development of composite of defibered textile fiber from uniforms and castor polyurethane resin

Iris Fabrin Sototuka, Bacharel em Design, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

iris.sototuka@gmail.com

Cristiane Aun Bertoldi, Doutora, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

craun@usp.br

Resumo

Conhecendo os impactos ambientais gerados pela cadeia produtiva da indústria da moda, foram estudadas alternativas para a diminuição da geração destes resíduos têxteis descartados incorretamente no meio ambiente. O trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de um material utilizando fibras têxteis descartadas da indústria da moda, identificando e apresentando possibilidades de uso em projetos de design de produtos. Para entendimento do cenário da indústria têxtil atual, foram levantados dados por meio de pesquisas bibliográficas e pesquisas de campo com pequenos produtores e iniciativas que já trabalham com resíduos têxteis em sua produção. Foram analisadas as possibilidades de atuação e formas de ressignificar estes resíduos que seriam descartados de maneira incorreta no meio ambiente. A alternativa explorada foi o uso dessas fibras em um compósito com outro material que não agredisse o meio ambiente. Após pesquisas e conhecimento do material, optou-se por utilizar a resina vegetal de mamona combinada com o desfibrado têxtil para a criação do compósito. Foram feitas experimentações com a resina e o desfibrado têxtil, possibilitando o entendimento sobre esses materiais e seus aspectos como textura, maleabilidade e aparência. Chegando em resultados satisfatórios e de padronização da produção, foram explorados aspectos como a variação de espessura, criação de relevos e formas de acabamento no material, viabilizando suas possíveis aplicações futuras.

Palavras-chave: Resíduos têxteis; Resina poliuretana; Design de materiais; Fibra têxtil.

Abstract

With the environment impacts generated by the fashion industry's productive chain in mind, alternatives were studied in order to lower the textile's residues incorrectly discarded in the environment. This paper aims to show the process of the development of a material reusing textile fibre discarded by the fashion industry, identifying and presenting possibilities of its use in product design projects. For a better understanding of the current textile scenario industry, data were collected by bibliographic and field research with small producers and some initiatives that already work with textile residues in their production. After the interviews some possibilities of actions and ways of reframing the textile residues were analysed before being incorrectly discarded into the environment. The explored alternative was the use of these fibre in a composite with another material that didn't cause any damage to the environment. After researches and knowledge of the material, we opted to use vegetable oil-based castor resin combined with unfibred textile to create a new material. A number of experiments were made with the resin and unfibred textile, allowing the understanding of these materials and aspects such as its texture, malleability and appearance. Achieving both satisfactory results and production padronization, aspects like the thickness, the creation of reliefs and final touches of the material were explored, enabling its future applications.

Keywords: *Textile residues; Polyurethane resin; Material design; Surface design; Textile fibre.*



1. Introdução

Nas últimas décadas, o crescente avanço tecnológico das indústrias, acompanhado do incentivo ao consumo de bens materiais, vem sendo motivo para alertas ambientais quanto ao esgotamento de recursos naturais e o uso irresponsável de materiais sintéticos, ainda mais prejudiciais ao meio ambiente, que são descartados no mesmo ritmo. No livro “Materiais e Design”, Michael Ashby aponta dados preocupantes: a uma taxa global de crescimento de 3% ao ano, extrairemos, processaremos e descartaremos mais coisas nos próximos 25 anos do que em toda a história da civilização (ASHBY, 2011, p.12).

Uma das indústrias que tem crescido exponencialmente e que contribui para o aumento do uso desses recursos naturais é a indústria têxtil e da moda, que estão entre as mais poluentes do mundo. Em suas cadeias produtivas estão envolvidos muitos processos agressivos ao meio ambiente, desde o uso de agrotóxicos nas plantações, do tingimento das fibras com corantes e a consequente eliminação dos despejos industriais até o descarte incorreto de tecidos e fios em lixões a céu aberto. A destinação correta para o resíduo têxtil é o aterro sanitário, para que receba tratamento adequado e não libere elementos poluentes durante sua decomposição, mas na maioria das vezes são descartados antes mesmo de esgotarem as possibilidades de reuso e reciclagem, acabando em solos sem o devido preparo e a consequente contaminação destes por esses resíduos.

Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil) de 2012, o Brasil gera cerca de 170 mil toneladas de resíduos têxteis vindos da Indústria da moda anualmente e 90% desse material ainda é descartado de forma incorreta. Esses resíduos estão em sua maioria na forma de retalhos e aparas de confecção, mas ainda assim são materiais com valor comercial implícito e que podem ser reaproveitados para a criação de novos produtos e consequentemente ter seu ciclo de vida aumentado (*upcycling*), possivelmente gerando renda.

O presente trabalho tem como objetivo a colaboração para a diminuição do número de resíduos têxteis destinados de forma ambientalmente incorreta, trabalhando com os refugos da indústria têxtil e apresentando alternativas de reuso para esses materiais.

2. Desenvolvimento

2.1. Fundamentação

2.1.1. Pesquisa de Campo

A partir do levantamento de dados sobre a indústria da moda e da constatação sobre a enorme quantidade de descarte incorreto de seus resíduos, viu-se a necessidade de ir a campo para compreensão das ações praticadas em relação ao descarte ou reuso de sobras de materiais, assim como para conhecimento das possíveis oportunidades de trabalho.

Foram realizadas visitas em 2 ateliês de costura, 1 sapataria, 3 tapeçarias e em 2 lojas de vestidos de noiva na região central da cidade de São Paulo, seguidas de entrevista

com os proprietários e funcionários cujo objetivo era levantar informações sobre: o volume de consumo de tecidos; destinação dos resíduos têxteis, suas tipologias (retalhos ou fibras) e o interesse na coleta seletiva desses materiais.

Nos ateliês visitados, percebeu-se que os retalhos quando muito pequenos são, em geral, vistos como materiais sem valor comercial e por esse motivo são descartados em lixo comum, inviabilizando seu uso, ou são doados para familiares, ONG's e igrejas para trabalhos artesanais, na confecção de fuxicos, bichinhos de pelúcia, acessórios, etc.

A maioria dos proprietários entrevistados diziam aproveitar o máximo possível dos tecidos, mas quando muito pequenos eram descartados em lixo comum pois não tinham utilidade. Essa ação pode parecer inofensiva pensando em casos individuais, mas considerando o grande número de pequenos comerciantes soma-se uma quantidade considerável de material passível de ser reaproveitado.

Nos últimos anos vêm crescendo a conscientização sobre os resíduos sólidos gerados e provocando, mesmo que em números baixos, o surgimento de iniciativas e empresas têxteis e de vestuário que trabalham com moda de maneira mais consciente, repensando sua cadeia e incorporando práticas para minimizar o resíduo gerado nesse processo.

Foram realizadas entrevistas também com algumas dessas organizações e empresas que trabalham com material de refugo, foram elas a cooperativa Charlotte Arte em Costura e as empresas Ecosimple, Avah!, Puket e Retalhar. Procurou-se entender o que levou ao início desse trabalho e como funciona a dinâmica de manejo desses materiais.

Após as entrevistas com essas organizações e empresas, foram identificadas as principais ações que envolvem o reaproveitamento e reuso destes materiais, são elas: a transformação em outros produtos (reuso), em não tecidos (reciclagem), em fio para criação de novos tecidos (reciclagem) ou em outros materiais quando combinados com outro componente (*upcycling*).

Mesmo com algumas opções para destinação de resíduos têxteis, o número descartado incorretamente é muito alto por conta da difícil gestão desse material e pela falta de valorização e de investimento em formas de aproveitar esse resíduo. Cada tipo de fibra, seja ela natural, sintética ou artificial, tem características únicas de comprimento (longa ou curta), elasticidade e resistência e cada um desses fatores influencia no momento de sua fiação, no resultado final do tecido e conseqüentemente na dificuldade de separação das fibras por categorias para possíveis reaproveitamentos.

Um dos aspectos interessantes e que despertou atenção nesses processos foi o resultado da reciclagem, onde diferentes cores de retalhos são misturadas e desfibradas para a criação de não tecidos, a mescla obtida do novo material apresenta uma cor acinzentada, totalmente dessaturada com traços de coloração dispersos no material. Perde-se a qualidade cromática, os vários matizes e a cor saturada que diferencia um de outro retalho.

Considerando que os tecidos tingidos têm a capacidade de manutenção de cor por muito tempo e entendendo que o processo de tingimento dos tecidos é altamente poluente, parece um desperdício não considerar a saturação de cor de um material previamente tingido. Viu-se então um potencial de aproveitamento e transformação enorme nesse material. Por esse motivo também notou-se a importância da separação por cor dos retalhos para o processo de reciclagem.

2.1.2. Definição de materiais

Após as entrevistas e o melhor entendimento sobre as possibilidades de manejo dos resíduos têxteis, buscou-se uma área de atuação com potencial de desenvolvimento para este trabalho. Foi feito um exercício para identificação de setores que produzem enorme volume de peças em determinada cor, para aproveitar esta característica cromática do material, pois como mencionado ao misturar tecidos de várias cores, obtém-se um material de coloração cinza, parda, com aspecto sujo. Os setores encontrados foram: confecções de vestidos de noivas e de uniformes.

Como resultado dessa busca, deparou-se com a empresa Retalhar, já entrevistada anteriormente, que realiza a gestão de resíduos de uniformes de grandes empresas. A Retalhar recebe os uniformes e fica responsável por garantir a destinação correta de descarte desses resíduos. Primeiramente, os logotipos, as marcas das empresas e os aviamentos são retirados dos uniformes que depois passam por uma higienização. A seguir, são enviados para o processo de reciclagem e transformados em diferentes tipos de não tecidos. Esses uniformes quase sempre são produzidos em tecidos com as cores predominantes das empresas e chegam para a Retalhar em grandes quantidades. Com a intenção de aproveitar o tingimento já existente nos uniformes, um teste de desfibramento foi feito com as vestimentas de somente uma empresa, e o resultado foi uma fibra com coloração forte.



Figura 1: Fibra têxtil desfibrada na coloração verde. Fonte: elaborado pela autora.



Figura 2: Fibra têxtil desfibrada na coloração laranja. Fonte: elaborado pela autora.

Notou-se nesse material um grande potencial de transformação para aproveitamento desses resíduos e da possibilidade de explorar sua coloração particular. O campo de uniformes de empresas particulares com o diferencial da coloração única de seu desfibrado têxtil, foi o nicho encontrado para atuação deste trabalho, com o intuito de aumentar seu valor agregado utilizando essa fibra para o desenvolvimento de um compósito e a possível aplicação desse material em projetos de design de produto.

2.1.3. Definições/ fundamentação de compósitos.

Segundo LIMA (2003), um compósito é o resultado da união de dois (ou mais) materiais distintos que, por consequência, resulta no somatório das diferentes propriedades, o que lhe confere desempenho superior ao que estes materiais, separadamente não conseguiriam atingir.

As fibras têxteis desfibradas escolhidas são advindas de uniformes de grandes empresas, não oferecendo opções de escolha da composição dessas fibras para o desenvolvimento do projeto. Por esse motivo, as chances desse desfibrado conter poliéster são muito altas, o que impossibilita um trabalho visando um material totalmente biodegradável. Ainda assim, o material contém valor agregado e está disponível para reutilização e aumento de seu ciclo de vida.

Definida a fibra como um dos materiais para o compósito, viu-se a necessidade de buscar um material com função de junção e ligação das fibras. Considerou-se utilizar uma resina poliuretana e após algumas pesquisas sobre resinas poliuretanas vegetais, foi identificada a de mamona, pois é um material orgânico renovável, já utilizado em alguns compósitos com fibras naturais por empresas, combinando a resina com fibras de coco, de pupunha e em conjunto com serragem de marcenaria.

Esta resina também foi identificada na tese de doutorado de Silva, 2003, em experimentações de compósitos com a fibra do sisal, demonstrando sua adequação e versatilidade e servindo de parâmetro para o início dos testes para desenvolvimento do compósito. A resina vegetal poliuretana de mamona é bicomponente e comercializada pela empresa Imperveg, a proporção dos componentes da resina sugerida pelo fabricante é de

1:1,5 (A:B). A resina tem as seguintes características segundo seu fabricante: fluída, coloração âmbar após a cura, apresenta perda de massa somente após 210°C, não libera elementos tóxicos, sua secagem ao toque é de 40 a 180 minutos, tensão de ruptura à tração: 15 Mpa, resistência à compressão: 28 MPa, alongamento de ruptura: +/- 8% e dureza Shore D: 65.

2.2. Aplicação e resultados

Os presentes testes para o trabalho de pesquisa foram realizados no LAME - Laboratório de Modelos e Ensaios da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Os testes foram realizados com fibras têxteis desfibradas doadas pela empresa Retalhar provenientes de descarte de uniformes nas cores verde e laranja e com resina bicomponente poliuretana de mamona da empresa Imperveg. A prensa utilizada nos ensaios é uma prensa hidráulica de 1 cilindro (220mm de diâmetro) da marca Omeco.

Apesar de existirem referências sobre o uso do material, não haviam detalhamentos quanto ao preparo das amostras: material do molde, necessidade de desmoldantes, força para prensagem. Os ensaios preliminares foram feitos por tentativa e erro e para entendimento do comportamento dos materiais.

Inicialmente foram experimentados moldes de gesso e madeira com diferentes dimensões utilizando goma laca, vaselina e polipropileno como desmoldante. O método para o desenvolvimento dessas amostras foi o seguinte: Pesagem da fibra, pesagem da resina, disposição da fibra no molde, mistura dos componentes da resina, deposição da resina no molde sobre a fibra, prensagem e desmolde.



Figura 3: Placa resultante da primeira fase de experimentações nas dimensões 600x450mm. Fonte: elaborado pela autora.



Esses ensaios preliminares exploraram diferentes proporções dos materiais possibilitaram o entendimento de algumas características dos materiais, como a coloração amarelada da resina, as proporções mais adequadas de cada componente, seus possíveis desmoldantes, a expansibilidade da resina, características visuais e a possibilidade de criação de padrões gráficos dos materiais após esses processos.

Os resultados iniciais não foram considerados satisfatórios para se chegar à aplicação em projetos de design, pois as amostras não apresentaram um padrão de distribuição uniforme das fibras na resina e conseqüentemente há variações na performance do material, inviabilizando essa aplicação.

A partir desse ponto, foi necessário recorrer a um especialista na área de engenharia de materiais com conhecimento prévio sobre a resina e sobre seu comportamento em compósitos. A consulta foi feita ao Designer e Engenheiro de materiais Bruno Temer, que desenvolveu sua dissertação de mestrado “Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras de palmeira de pupunha (*Bactris Gasipaes*)”, na qual trabalhou a fibra da pupunha junto com a resina da mamona, adquirindo experiência no manuseio desse material e na produção dessas chapas. Algumas de suas recomendações referem-se à maneira de melhorar o material para tornar o resultado mais homogêneo e possibilitar sua aplicação em projetos. Um dos pontos importantes para a modificação de parâmetros de conformação de amostras foi o aumento da força aplicada na prensagem e cura do material. Outra sugestão foi a diminuição da proporção da quantidade de resina para a quantidade de fibra têxtil. O método como a resina é aplicada na fibra também foi alterado. Sugeriu-se misturar a fibra na resina antes de ser distribuída no molde, para promover maior uniformidade da placa.

Para iniciar essa segunda fase de experimentações foi desenvolvido internamente um molde macho/fêmea em madeira. As dimensões das amostras foram estabelecidas de 200x200x6mm, para garantir a confecção de placas mais uniformes, passíveis de serem avaliadas. A espessura escolhida foi baseada em padrões de produção já existentes no mercado, como por exemplo as chapas de MDF, possibilitando se aproveitar peças para acabamento já existentes. O molde foi forrado com películas de plástico polipropileno e prensado a uma pressão aplicada de 400kgf/cm².

Após ensaios preliminares para definição de parâmetros foram estabelecidas algumas constantes em relação ao desenvolvimento e preparo das amostras para que em seguida fossem trabalhados os aspectos visuais. O preparo do material para prensagem foi estabelecido da seguinte forma: Pesagem do componente A e do B (66,6%; 96g de A e 144g de B); Pesagem da fibra (33,3%; 120g) ; Misturas dos componentes A e B da resina; Adição da fibra e mistura para homogeneização; Disposição da mistura no molde; Prensagem e Desenforme. O tempo de prensagem de 3 horas também foi estabelecido como uma constante.

Tomados essas constantes iniciais foram experimentadas algumas variantes como a espessura da placa de 1mm, a coloração das fibras e a criação de relevos nas placas.



Figura 4: Placa de 6mm com fibras de coloração verde. Fonte: elaborado pela autora.

As placas confeccionadas com espessura de 1mm mantiveram a constante de proporção de fibra(33,3%) e resina(66,7%), com 50g de fibra e 100g de resina, adicionando uma placa de polipropileno de 200x200x5mm de espessura entre o molde e a mistura a ser prensada. O resultado visual das placas de 1mm foi muito semelhante às de 6mm porém mais maleáveis, permitindo explorar essa característica em futuras aplicações.

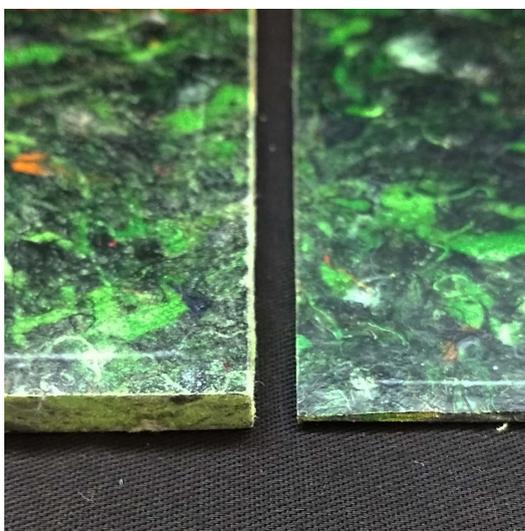


Figura 5: Placas com espessura de 6 e 1mm. Fonte: elaborado pela autora.

As fibras de coloração laranja se comportaram de maneira semelhante às verdes em contato com a resina, cada uma com características visuais e personalidades muito interessantes. Feitos esses testes, expandiram-se as opções de aplicação e possíveis composições visuais.



Figura 6: Placa prensada com fibras de coloração laranja. Fonte: elaborado pela autora.

Para a geração de relevos na superfície do material, foi necessário adicionar uma placa de polipropileno usinada no molde para que a placa reproduzisse o relevo e fosse desmoldada facilmente. Para isso, utilizou-se uma chapa de PP de 5mm de espessura, usinada com o relevo desejado.

O desenho do relevo foi feito em software 3D e usinada na fresadora CNC de 3 eixos. A prensagem para a geração de relevos na superfície criou resultados muito interessantes. O compósito reproduziu fielmente os relevos, abrindo uma enorme gama de possibilidades de criação na superfície do material.



Figura 7: Placa prensada com relevos. Fonte: elaborado pela autora.

Testadas as possibilidades com essas variantes e entendendo melhor o comportamento dos materiais em conjunto, foram testadas algumas possibilidades de acabamento para possíveis aplicações futuras em projetos de design de produto.

Para acabamentos de corte foram testados serra circular e serra de fita e para usinagem o material sofreu remoção do cavaco por tupa e fresa de máquina CNC de 3 eixos. Todos os casos foram bem sucedidos, o material se mostrou semelhante à um MDF quanto à facilidade de corte e usinagem.

Como procedimentos de melhoria foram experimentados componentes naturais aplicados com estopa à superfície, são eles: cera de abelha, resina de mamona (bicomponente), óleo de mamona e verniz de mamona (bicomponente). A melhor solução encontrada foi a impermeabilização com cera de abelha e finalizada com óleo de rícino para dar brilho ao material.

3. Considerações finais

O trabalho desenvolvido teve como objetivo inicial a abordagem de resíduos têxteis e otimização da destinação correta desse material, minimizando impactos ambientais causados por seu descarte incorreto.

O conhecimento do cenário atual em relação ao manejo desses resíduos tanto por parte dos consumidores quanto dos produtores e seu entendimento como resíduo sólido e formas de manejo adequado sugeridos por lei foram de extrema importância para o direcionamento do campo de atuação da pesquisa. O tempo e os recursos disponíveis para a realização do trabalho também foram levados em conta no momento de decisão entre as alternativas de projeto.

O material criado a partir do reaproveitamento de fibras desfiadas advindas de uniforme de empresas particulares em conjunto com a resina vegetal de mamona, se mostrou muito promissor no uso em design, por suas qualidades táteis e visuais, o composto apresentou uma superfície rígida e opaca com toque quente. Quanto às características visuais se mostrou um material com muita personalidade, com cores bem vivas e texturas irregulares na superfície, possibilitando grande variedade na criação de padrões compostos pelas fibras de diferentes tonalidades.

O desmoldante mais adequado foi o polipropileno, que propiciou o destacamento da peça e garantiu a reprodução das superfícies planas ou com relevos. Quanto aos acabamentos testados nas amostras, os resultados alcançados se mostraram suficientes para a finalização das peças, que podem receber também fácil furação.



A coloração viva e saturada das fibras mostrou-se fundamental para o resultado satisfatório das peças, sem as quais não haveria um diferencial comercial e de uso para o compósito, dependendo apenas da disponibilidade do material para reciclagem.

Para a continuidade deste trabalho, vê-se a necessidade de realização de testes mecânicos para a geração de resultados mais concretos quanto às suas características técnicas. Também considera-se importante a separação de cores de resíduo têxtil para a obtenção a extensa paleta cromática. A realização de testes com peças em maiores dimensões e com mais variações de relevo também se mostram necessárias para real entendimento do comportamento do material em maiores proporções.

Referências

- ASHBY, M. e Johnson, K. Materials and design: the art and science of material selection in product design, 2011.
- BRAUNGART, M. e McDOUNOUGH, W. Cradle to cradle: Remaking the Way We Make Things. Barcelona, 2014.
- CNLT – SENAI. Produção mais limpa em confecções. Porto Alegre: Senai, 2007.
- FERRARI, G. Não Geração de resíduos da indústria têxtil no distrito do Brás. 2014.
Disponível em: <
<http://www.portalresiduossolidos.com/nao-geracao-de-residuos-da-industria-textil-no-distrito-do-bras/> . Acesso em 16 jun. 2018.
- MENDES, Francisca Dantas. Cradle to cradle na manufatura do vestuário de moda: o design como ferramenta de gestão de geração de descarte de resíduos têxteis. São Paulo, 2017.
- PARISI, S., Rognoli, V., Sonneveld, M.H. Material Tinkering. An inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education, The design journal, 20.
- PEZOLLO, Dinah Bueno. Tecidos: história, tramas tipos e usos. São Paulo, 2012.
- SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos . Design, resíduo e dignidade. São Paulo, 2014.
- TEMER, B., Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras de palmeira de pupunha (Bactris Gasipaes). 2010. 91f. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2010.
- SILVA, Rosana Vilarim da. Compósito de resina poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais. São Carlos, 2003, Tese de Doutorado.