

Sustentabilidade na cadeia da moda e o design de biomateriais têxteis

Sustainability in the fashion chain and the design of textile biomaterials

Giovanna Eggers Renck, graduanda em moda, UNISINOS

gi_renck@hotmail.com

Debora Barauna, doutora em design, UNISINOS

dbarauna@unisinis.br

Resumo

É preciso usufruir da natureza com cuidado, de maneira sustentável. Todavia, o impacto que a humanidade causa ao meio ambiente é alarmante, como dados da Global Footprint Network evidenciam. A indústria têxtil e de vestuário é uma das atividades humanas que mais contribui para esse processo. Ao mesmo tempo, uma peça de roupa é um produto essencial aos modos de vida em sociedade e também de proteção ao corpo. Assim, como podemos conceber uma moda sustentável, considerando a sua evidente relação material? O objetivo deste artigo é expor a sustentabilidade que há na cadeia de produção têxtil, enfatizando o ponto inicial dessa cadeia, os materiais. Fontes bibliográficas, documentais, casos e conhecimento empírico narrados embasam o estudo em direção à promoção da sustentabilidade e inovação na moda pelo design de biomateriais têxteis.

Palavras-chave: Cadeia têxtil; Biotecidos; Design para a sustentabilidade; Design de Materiais; Experimentação.

Abstract

We need to enjoy nature with care, in a sustainable way. However, the impact we have had on it has been attenuated, as data from the Global Footprint Network shows. The textile and apparel industry is one of the most human activities that most contributes to this. At the same time, a piece of clothing is an essential product for the ways of life in society and also for protecting the body. Then, how could we have sustainable fashion considering a evident material relationship? The objective of this article is to expose the sustainability that exists in the textile production chain, emphasizing the starting point of the chain, the materials. Bibliographic and documentary sources, cases and empirical knowledge narrated embased the study in a direction for the promotion of sustainability and innovation in fashion through the design of textile biomaterials.

Keywords: *Textile chain; Biofabrics; Design for sustainability; Materials Design; Experimentation.*

1. Introdução

O humano é o único ser vivo que não se satisfaz completamente com suas necessidades biológicas básicas. Ele cria inovações, muda e transforma tudo ao seu redor, atribui significados e nomes em tudo que os seus sentidos lhe permitem conhecer, ele cria cultura. Como diz o filósofo Terry Eagleton (2003, p.11) em *The Idea of Culture (A Ideia de Cultura)* “cultura é um conceito que deriva da natureza”, pois tudo que é criado e manipulado foi retirado dela. O humano retira o natural do lugar, manipula e extrai da natureza tudo para o seu contentamento. Todavia, a humanidade já usufruiu tanto da natureza que a biocapacidade de produção do planeta Terra já é superada desde a década de 1970, sendo que esse cenário de devastação avança progressivamente (MEADOWS *et al.*, 1973; GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2020).

É nesse ponto que um dos conceitos mais tratados nos dias de hoje, a sustentabilidade, vem à tona. É por meio da sustentabilidade, como princípio, metodologia e prática, que se tenta atenuar os impactos causados ao meio ambiente. Este é um tema multidisciplinar, que está presente em qualquer âmbito do conhecimento e que demanda de ações transversais para agir em favor do meio ambiente e da sociedade.

Assim, ao trazer a importância desse conceito e a ciência do cenário de escassez dos recursos naturais para o contexto da moda, um setor evidentemente de produção material, a pergunta principal feita é: Como podemos conceber uma moda sustentável, diante da sua materialidade? Ainda, como é possível operar transversalmente sobre ela?

No plano da moda, a sustentabilidade vai muito além de apenas uma peça de roupa feita de um ‘tecido sustentável’, embora nem sempre seja isto o que dizem. Há de se entender o que está por trás deste tecido, há de se compreender a cadeia ITV (indústria têxtil e de vestuário). Esta aborda desde a cadeia de produção têxtil até o design inserido ao processo, a modelagem e confecção de peças, a distribuição, o varejo, a vida útil da roupa e o seu descarte. Afinal é essa a segunda manufatura mais poluente do mundo, perdendo apenas para a indústria petrolífera (FRIEDMAN, 2018). Assim, ao propor uma inovação têxtil para a sustentabilidade, é preciso pensar estrategicamente no seu design.

Propor o design de materiais para a sustentabilidade e inovação é pensar no design de materiais avançados, aqueles criados e manipulados para atendimento de fins específicos. No caso de projeto de materiais para a sustentabilidade na moda é necessário considerar questões técnicas e ambientais de manufatura (disponibilidade, tipo e variedade de recursos naturais; uso de matérias-primas e insumos; mão de obra qualificada; processos limpos e com condições salubres de trabalhos; geração de resíduos e efluentes). Porém, também é preciso pensar em outras questões, tais como: socioculturais (conhecimentos; valores; atitudes e hábitos sociais adquiridos ao longo do tempo e suas transformações), econômicas (modelo dominante; formas de trabalho e renda; produção e consumo; sazonalidade da moda - tendências), geográficas (clima; recursos ambientais; espaços urbanos ou rurais; pertencimento e territorialidade). Toda essa complexidade, exige um operar entre disciplinas, agindo na moda por uma integralidade e interação de saberes e é neste contexto que o papel do design destaca-se como um campo de conhecimento que atua transversalmente sobre áreas do saber. Assim, agir pelo design de materiais é trazer a questão material para o foco das relações.

Dessa maneira, este artigo visa colocar em pauta a sustentabilidade que há de ser levada em consideração na cadeia ITV, destacando avanços e problemáticas do setor, além

de provocar uma reflexão da possibilidade de inovação e sustentabilidade na moda pela experimentação em design de biomateriais têxteis, destacando o design como um campo do saber capaz de agir transversalmente nesse processo. Logo, este é um trabalho que se configura como um estudo de problematização, composto por levantamento bibliográfico, pesquisas documentais, exploração de casos e apropriação de conhecimento empírico, realizado antes de uma atividade de experimentação em design de biomateriais para a moda. Embora a prática de experimentação efetuada, em si, não seja o foco deste estudo, ela é trazida aqui como um elemento de discussão da relevância do agir transversal pelo design para a inovação e sustentabilidade na moda. Tanto que avanços da prática realizada já estão ocorrendo: a ideia experimental de um biomaterial têxtil foi proposta e premiada com um processo de pré-incubação em um instituto científico e tecnológico brasileiro para seu desenvolvimento. Na sequência então trata-se sobre a sustentabilidade na cadeia ITV e a possibilidade do design de biomateriais têxteis como um caminho estratégico em direção à inovação e à sustentabilidade na moda.

2. Sustentabilidade na moda

Diante do preocupante impacto negativo que a moda gera no meio ambiente, foram e estão sendo criados inúmeros novos materiais e processos para a promoção da sustentabilidade na ITV. As inovações, por sua vez, caminham desde a concepção de matérias-primas menos poluentes, intervenções no final do ciclo das roupas, a geração de bem estar, melhores condições de trabalho, remuneração adequada, ou seja, a sustentabilidade na moda deve se preocupar com a matéria produzida bem como com a forma que é produzida e as pessoas que a produzem. Logo, para que uma marca seja compreendida como sustentável, é necessário que todos esses pontos sejam previamente analisados e considerados no design de moda. Sendo que grande parte das modificações que estão ocorrendo no mercado se devem às exigências dos consumidores que passaram a cobrar valores éticos e sustentáveis de suas marcas, refletindo, por vez, na cadeia da ITV.

Quando se pensa na cadeia têxtil, existem diversos problemas produtivos que devem ser enfrentados, tais como os citados a seguir. O uso excessivo de pesticidas, produtos químicos e água nas plantações de algodão, é algo que prejudica o meio ambiente e afeta diretamente os plantadores de algodão, pois esses químicos são extremamente prejudiciais à saúde. Também têm as alterações genéticas em animais para que produzam mais lã, além de maus tratos aos animais para realizar a tosquia; altos gastos energéticos e de água; utilização de materiais não renováveis como polímeros para confecção de fibras sintéticas; a quantidade de químicos que a indústria de sintéticos usam e que, muitas vezes, são descartadas de forma incorreta na natureza; a poluição do ar que essa mesma indústria causa com o processo produtivo a base de petróleo. Sendo que, o petróleo é um recurso natural não renovável, podendo se esgotar a longo prazo, e conforme um relatório da Fundação Ellen MacArthur, aponta-se para o uso de “98 milhões de toneladas no total de recursos não renováveis por ano” no mundo, apenas na ITV (MORLET *et al*, 2018, p.20). Isto acaba por acarretar na obtenção de materiais têxteis adversos pela indústria têxtil e de vestuário. O algodão, por exemplo, é uma fibra natural renovável, e, por ter essa característica, assume-se um pensamento de que ela é uma fibra sustentável. No entanto, existem diversas questões que precisam ser consideradas, tais como: São usados químicos no plantio da fibra? Como é feita a irrigação? Os produtores são remunerados de uma forma justa? Como é feita a lavagem e o tratamento da fibra? Não é aceitável nos dias de

hoje pensar que por ser um material de origem natural renovável, ele é sustentável. Tem que se ter um entendimento sobre o que há por trás de um processo de produção de um têxtil. É preciso conhecer onde e como ocorre a extração da sua matéria-prima; quanto de insumos são gastos; como ele é sintetizado, transformado e distribuído. Às vezes, manufaturas de fibras sintéticas se preocupam e têm processos de produção mais limpos e salubres do que os de fibras naturais. Acaba que, também, muitas vezes não é fácil achar tais informações. Porém, hoje com maior facilidade de acesso a dados que a alguns anos atrás, é possível saber que há órgãos que regulam e certificam a cadeia ITV. Alguns exemplos destes são: Fairtrade International; Global Organic Textile Standard (GOTS); Global Recycle Standard; Oeko-Tex Standard; World Fair Trade Organization; Internationale Verband der Naturtextilwirtschaft (IVN); Better Cotton Initiative (BCI); Cradle to Cradle (C2C).

Todas essas informações foram embasadas por autores como Alison Gwilt (2015), Elena Salcedo (2014), Jenny Udale (2015) e Kate Fletcher e Lynda Grose (2011), que trazem publicações importantes sobre o mundo da moda sustentável e do design têxtil. Na sequência, esses autores também contribuíram para nortear a compreensão da cadeia de produção têxtil, envolvendo desde a matéria-prima até o design de uma peça, a modelagem, a manufatura, a distribuição, o varejo, o uso e o descarte. Além de tais autores, outros que se mostraram relevantes no decorrer do processo foram trazidos para a discussão. Bem como casos de organizações, movimentos sociais e modos conhecidos de operar pela sustentabilidade apoiaram a exposição sobre a cadeia ITV, seus problemas e formas já praticadas de atenuar os impactos negativos desse setor.

O primeiro componente a ser pensado por uma perspectiva sustentável na moda é o **material**. Fibra ou filamento, essas são as matérias-primas que mais recebem estudos e desenvolvimentos na área. As opções já são inúmeras dentro das fibras naturais, sintéticas e artificiais mais comuns, algumas já possuem processos produtivos limpos, mas não são todas. O algodão orgânico, reciclado e naturalmente colorido, o linho e o cânhamo são algumas das fibras naturais de origem vegetal que são consideradas sustentáveis, mas lembrando que é preciso saber como são produzidos esses materiais. Por isso que os órgãos reguladores têm tanta importância, são eles que vão conferir o selo de sustentabilidade ao fornecedor. Sempre que a marca for adquirir matérias-primas como essa, e que estejam sendo vendidas como sustentável, é preciso exigir os selos de aprovação, para ter o cuidado sobre o que está sendo comprado. A regra é a mesma para fibras sintéticas e artificiais: busque saber se o fornecedor tem certificado. O Relatório de Mercado de Fibras e Materiais Preferenciais (*Preferred Fiber and Materials Market Report - PFMR*) da Textile Exchange, de autoria de Opperskalski *et al.* (2020), orienta neste processo. Um exemplo encontrado no relatório é a empresa austríaca Lenzing, que produz fibras artificiais, como ecovero (viscose), lyocell e modal em ciclo de produção fechado. Referente às fibras sintéticas, existem várias empresas produtoras dessas, mas pelo *PFMR* destacam-se duas que fazem fios reciclados e têm selo de sustentabilidade. Como é o caso da Econyl, que produz um fio de nylon reciclado proveniente de lixos encontrados na natureza, grande parte proveniente de redes de pesca à deriva nos oceanos, e dos fios Amni Soul Eco, poliamida 6.6 biodegradável, e Amni Soul Cycle, poliamida biodegradável e reciclada, da marca Rodhia. Ambas as empresas possuem certificados internacionais para esses produtos. Logo, mesmo as fibras sintéticas, que por muitos são consideradas as fibras ‘vilãs’, se pode ter um material sustentável. Fibras sintéticas, muitas vezes, assumem características tecnológicas que contribuem para o design e vida útil da peça a ser

concebida e desenvolvida: não amassam, promovem a transpiração da pele, modelam com facilidade, permitem corte a laser para a sua modelagem, concedem proteção UV etc.

O **design e a modelagem de uma peça** de vestuário têm grande importância no viés sustentável da moda. A maior parte das vezes só é pensado em como será a aparência da peça, nem sempre se projeta considerando atributos técnicos, de uso e simbólicos que o processo de design de produto se ocupa, bem como ponderando um melhor aproveitamento que a modelagem terá no têxtil. Quando se corta uma peça, acaba por ter uma quebra muito grande de tecido, gerando retalhos em razão da má forma de aproveitamento do tecido proposto pela modelagem. Segundo Rissanen (2005) 15% dos tecidos utilizados pela indústria da moda, viram resíduos. Por isso surgiu a técnica de desperdício zero, também conhecida como *zero waste*, que consiste em modelagens sem quebras, nas quais não haverão retalhos, se aproveitará 100% do tecido; como é o caso da marca gaúcha Tsuru Alfaiataria, que tem nesse conceito um dos seus pilares. Outro ponto interessante de se pensar é o design para durabilidade: pensar em peças de roupas para durar, com tecidos de qualidade e atemporais, que não ficarão ‘fora de moda’ na estação seguinte.

Atrelado ao design e à modelagem da peça está a **manufatura** dessa. Neste caso, a sustentabilidade, além de considerar questões fabris como a geração de efluentes, o uso excessivo de químicos e os altos gastos energéticos que acabam por prejudicar o ecossistema, deve se preocupar com as condições insalubres de trabalho em fábricas e fábricas. O movimento *Fashion Revolution* deriva dessa preocupação, ele visa a conscientização global referente às condições de trabalho. A mobilização começou após a queda do prédio ‘Rana Plaza’ em Bangladesh, no dia 24 de abril de 2013, que ocasionou a morte de 1.133 pessoas que estavam trabalhando no local, deixando outras 2.500 feridas (MISCIAGNA, 2020). Assim, todos os anos, no mês de abril surgem questionamentos sobre as condições de trabalho da indústria da moda, como o famoso jargão “quem fez as minhas roupas?”, a fim de incentivar os consumidores a se questionarem sobre as condições de trabalho de quem produz a peça que está adquirindo. Marcas internacionais conhecidas no mundo todo, como Zara e H&M, foram muito questionadas nesse quesito e perderam muitos clientes, motivo pelo qual atualmente buscam demonstrar que participam do movimento, como funciona sua produção. O *Fashion Revolution* tem um site universal, que apresenta uma subdivisão por país, para se ter um acesso mais amplo a informações sobre o movimento conforme a localidade. Como é o caso, por exemplo, dos relatórios anuais do Índice de Transparência da Moda no Brasil, documento disponível na plataforma digital da organização, que analisa o quanto as marcas brasileiras comunicam sobre as suas cadeias produtivas. Outro ponto a ser discutido é a margem de lucratividade que se coloca sobre uma peça de roupa, muitas marcas aplicam percentuais excessivos sobre o valor adquirido ou produzido, alegando valor de marca. Todavia com uma moda sustentável cara, o acesso de todos é dificultado, embora muitas vezes isso se justifique pelos altos investimentos científicos e tecnológicos, em outros casos alguma parte da cadeia pode estar sendo explorada. Os costureiros, por exemplo, nem sempre são valorizados e remunerados diante do seu valor. Uma economia justa também é sustentável.

No que concerne a **distribuição e varejo** verifica-se que essas também possuem pontos a melhorar. Mesmo empresas que promovem um desenvolvimento local, valorizando a territorialidade e a noção de pertencimento com o matéria-prima e mão-de-obra local, usam, muitas vezes, um sistema de varejo amplo para escalonar a sua produção. De modo geral, há muitos quilômetros e emissão de CO₂ envolvidos na confecção de uma peça; um simples exemplo disso é quando uma marca faz a sua

produção fora da sua fábrica, a peça passa por algumas pilotagens antes de ser aprovada, só nisso já se percorreram vários quilômetros para apenas esta uma aprovação. Conforme a cartilha de educação “O Que o Meu Jeans Fala Sobre a Indústria do Vestuário” do Fashion Revolution (2017), um único jeans, em média, emite 34 quilogramas de CO₂ para ser produzido, o que é semelhante ao dirigir um automóvel por 111 quilômetros. No tocante do varejo, lojas que se preocupam com a sustentabilidade trabalham com o uso eficiente de energia, evitam a utilização desnecessária de embalagens e, quando as usam, preocupam-se que as mesmas sejam recicláveis, bem como fomentam um ambiente sadio de trabalho para seus funcionários. A grande varejista Renner começou a implantar em 2020 nas suas lojas o abastecimento energético proveniente de painéis solares, e a marca de *beach wear* Levh que, dependendo da cidade faz suas entregas de bicicleta e a Aika Beachwear entrega seus produtos em ecobags reutilizáveis.

Ainda, é na correta **utilização de uma peça**, adquirida por uma compra consciente, aquela em que se questiona todos os processos anteriores, que a responsabilidade da moda sustentável passa a ser compartilhada com o consumidor. O uso correto de uma peça, exige do consumidor tomar conhecimento da etiqueta do produto, que deve oferecer orientações de uso que favoreçam o prolongamento da vida útil do produto. O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) é o órgão brasileiro que fiscaliza e normatiza o padrão das etiquetas têxteis, para que o consumidor tenha acesso às devidas orientações de uso e cuidado do vestuário. Para auxiliar nesse processo, a entidade fornece no seu site uma cartilha “Você Sabe Para Que Serve a Etiqueta”, em que explica todos os símbolos e as informações que compõem uma etiqueta têxtil.

Por fim, o **descarte das peças** têxteis em como lixo doméstico é incorreto, assim as peças não poderão ser desfibradas e conseqüentemente transformadas em fio novamente para se tecer uma nova peça. Deve-se descartar em um ambiente correto, lugares em que as peças possam ser recolhidas para novo beneficiamento. Muitas marcas de moda, como a Renner e a Melissa, têm pontos de recolhimento de peças descartadas em suas lojas. A Melissa por exemplo, tem um novo lançamento que é uma sandália reciclada, que é feita a partir dos sapatos que são descartados nos pontos de recolha das lojas. Outro método eficaz é o *upcycling*, que consiste em reutilizar uma peça para recriar outra, aumentando assim a vida útil da matéria. Segundo Gwilt (2015, p.146) “o *upcycling* permite que você aumente o aproveitamento e o valor de um material, prolongando sua vida”. Uma marca gaúcha referência em *upcycling* é a Insecta Shoes, ela produz sapatos a partir de tecidos de reuso, reciclados e de borracha reciclada. A marca sueca H&M apresentou no mês de outubro de 2020 sua mais nova criação: uma máquina de reciclagem de roupas que, aproximadamente, em cinco horas desfibra uma roupa e a tece novamente, formando uma nova peça de roupa (ESTEVÃO, 2020).

Até aqui abordou-se um conjunto de questões que envolve pensar a sustentabilidade na moda. Embora esse processo ocorra, de maneira geral, ainda linearmente, muitas marcas têm se aproximado do conceito de economia circular. Sendo este um tipo de economia em que toda a cadeia de produção de um produto acontece por ciclos fechados de aproveitamento de recursos, um ciclo técnico e outro biológico (MCDONOUGH e BRAUNGART, 2013). Outra ideia de nova economia que tem estado junto aos avanços sustentáveis da moda é a economia criativa. Esta acontece pela criatividade humana e se fortalece nas relações que se dão entre design, cultura, diversidade, tecnologia e sustentabilidade. Em Barauna *et al.* (2021) é possível compreender o conceito dessas novas economias, entre outras, com a evolução da cultura de design para sustentabilidade e como

um codesign, que envolve a colaboração e incide na cocriação. Em particular, a economia criativa se destaca no universo da moda, pela sua perspectiva de origem de fomentar uma indústria criativa voltada à inovação e à sustentabilidade. Na verdade, compreende-se essas duas direções como uma só, não há sustentabilidade sem inovação e nem inovação que se sustente sem considerar uma relação de questões ambientais, sociais e econômicas. Neste complexo surge o design como um campo transversal de conhecimento, capaz de orientar esse processo e contribuir para a concepção de uma moda sustentável.

Neste contexto, no tópico seguinte, é abordado o design de materiais avançados pela lógica sustentável de conceber bio-novos-materiais para moda. Também é apresentado práticas inspiracionais de experimentação em design de biomateriais têxteis, que foram capazes de orientar a concepção de uma proposta de inovação na moda, atualmente em desenvolvimento, junto a um Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) brasileiro para avanço e modelagem de negócio de impacto socioambiental.

3. Design de biomateriais têxteis

Barauna e Razeza (2018) em um estudo sobre direções em PD&I (pesquisa, desenvolvimento e inovação) de materiais avançados encontraram a concepção de biomateriais como um caminho para a sustentabilidade no século XXI, bem como as biotecnologias e a biomimética (concepção inspirada na natureza). Na verdade há uma relação muito próxima entre essas biodisciplinas. Segundo Bell (2011) os biomateriais são uma forte tendência dentro desse universo de alta tecnologia e concepções avançadas em materiais, e são esses que cada vez mais vem sendo apresentados no mercado. Alguns exemplos de biomateriais já produzidos e comercializados em escala comercial são da empresa italiana Orange Fiber, que produz têxteis a partir do bagaço da casca da laranja, e a SCafé, que produz tecidos e malhas provenientes da borra do café, normalmente, descartada após o café ser preparado (OPPERSKALSKI *et al.*, 2020).

Pelos exemplos antes dados, bem como pelo relatório da Biofabricate e Fashion for Good sobre as inovações em biomateriais na indústria, escrito por Lee *et al.* (2020) é possível entender que biomaterial é o termo usado para denominar materiais que tem uma associação biológica não específica, ou seja, são materiais que provêm de alguma fonte biológica, podendo ser, por exemplo: plantas, restos de alimentos, frutas, organismos naturais etc.. Para se ter uma compreensão mais aprofundada sobre esses materiais é importante adentrar no seu universo, tomando conhecimento de alguns conceitos-chave. Materiais de base biológica (*biobased*) são provenientes de biomassa, podendo ser vegetal ou animal e apresentando tratamento físico, químico ou biológico, como, por exemplo, as fibras naturais, as artificiais, os polímeros naturais e os couros animais (LEE *et al.*, 2020). A cartilha da Biofabricate e Fashion for Good orienta que os materiais produzidos por organismos vivos como bactérias, leveduras e micélios ganham o nome de biofabricados (*biofabricated materials*) e que estes podem ser produzidos, mas não, necessariamente, são por ingredientes biofabricados (*biofabricated ingredients*). Esses são ingredientes, também, produzidos por células vivas e microorganismos que precisam de processamento químico ou mecânico para o seu estruturamento. Ainda a cartilha destaca os materiais biossintéticos (*biosynthetic*) que são materiais de polímeros sintéticos compostos de insumos de origem biológica como a biomassa e/ou o processo que seja realizado por um organismo vivo; e os

materiais biomontados (*bioassembled*) que são formados diretamente por organismos vivos, os couros de micélio e de celulose bacteriana são exemplos desses (Lee *et al.*, 2020). A Figura 1 ilustra como essas definições se integram e interagem.

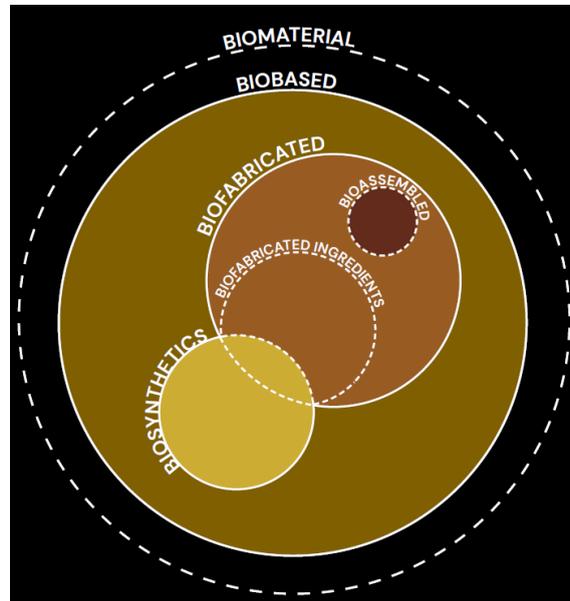


Figura 1: Relação de conceitos voltados à concepção de biomateriais. Fonte: Lee *et al.* (2020).

Muitos dos biomateriais concebidos e produzidos hoje são biomateriais com aspecto de couro. Eles são uma alternativa de derivados naturais à substituição do couro animal e sintético. Desserto é um biomaterial com aspecto de couro, vegano feito a partir de cactos; o Fuit leather é outro biomaterial com aspecto de couro feito a partir de mangas já sem condições de consumo que seriam descartadas; o Mylo da Bolt Threads é também um biomaterial com aspecto de couro feito de micélio e celulose bacteriana - produzido através da fermentação da cultura de bactérias - desenvolvido pela pesquisadora Suzzane Lee, da escola Central Saint Marin's College of Art and Design. Esses são alguns exemplos indicados em Lee *et al.* (2020) que já estão disponíveis no mercado.

Como biomateriais utilizam, em grande percentual, matéria-prima biológica, é possível que sejam feitos de forma caseira. O resultado final pode não vir a ser como os que estão no mercado, pois esses necessitam de tecnologia, ambiente controlado e equipamentos mais avançados, porém a grande maior parte deles começa assim, de forma experimental, apropriando-se de equipamentos e ambientes caseiros e improvisados. Isto foi exatamente o que aconteceu com os experimentos inspiracionais criados e citados de modo ilustrativo neste estudo (Figura 2).



Figura 2: Experimentação em design de biomateriais para a moda. Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Para esses experimentos, uma busca *online* resultou na definição dos seguintes ingredientes: glicerina, gelatina, ágar, água, vinagre, diferentes tipos de amidos, alginato de sódio, cloreto de cálcio, óleo, manga, entre outros. As referências principais que contribuíram para isso foram de Juliette Pépin (2014) com o *Research Book Bioplastic*, de Mariam Ribul (2014) em o *Recipes for Material Activism* e Margaret Dunne (2018) com o *Bioplastic Cook Book*, além de materiais disponibilizados pelo curso Fabricademy. O resultado foi a construção de 12 experimentos. Com exceção das amostras feitas a partir de alginato de sódio, todas as outras foram secas ao sol e feitas em pouco tempo no fogão, com isso o gasto energético que elas demandaram foi baixo. Cada uma apresenta um aspecto, textura e maleabilidade diferente, em razão principalmente da quantidade de glicerina colocada, algo que pode ser facilmente alterado. A amostra 6, por exemplo, foi feita de amido e tem essa coloração em razão da água utilizada ter sido previamente banhada em repolho roxo, que já estava em degradação.

Embora os resultados obtidos tenham sido inspiradores, não foi objetivo deste artigo se aprofundar nesses experimentos, devido também ao formato reduzido do instrumento e a possibilidade de inovação via um ICT brasileiro. Todavia considerou-se pertinente destacar que esta não é uma realidade distante, mas uma alternativa possível. A ideia de presença desse tipo de material no mercado da moda vem crescendo exponencialmente. Um exemplo disso é a *startup* de biotecnologia Biotecam (2019), situada em um laboratório dentro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, eles produzem um biomaterial com aspecto de couro a partir do *scooby*, uma cultura de bactérias e leveduras proveniente da kombucha. A *startup* ainda não tem o material disponível para comercialização, porém, já está trabalhando na viabilização da produção em larga escala.

Por fim, nota-se uma relação muito próxima dos biomateriais com a natureza. Esta inova a 3.8 bilhões de anos, seus ciclos são circulares e o que é descartado dentro dela acaba retornando e contribuindo de alguma forma para o seu ecossistema. Pode-se dizer que o lixo, nas relações humanas, é um erro de projeto, é um erro de design. Então, por que não buscar na natureza e no próprio design inspiração para a concepção de processos e materiais mais sustentáveis?

4. Conclusão

Conforme discutido ao longo do trabalho, foi compreendido, sobretudo, que é com processos de sintetização mais limpos; atenuação do uso de químicos; ‘bio’ concepções entre materiais e tecnologias; novos modelos econômicos (circulares e criativos); programas de redução e reciclagem de resíduos; uso da natureza com princípios de minimização de danos; e cultura de design para a sustentabilidade, que uma agenda para a moda sustentável deve avançar no mundo, preocupando-se com a materialidade do ato de se vestir.

É sabido que, embora a cadeia ITV cause diversos impactos negativos ao meio ambiente, seu produto, o vestuário, é indispensável aos seres humanos. A moda, além de estar relacionada com os modos de vida em sociedade, fornece uma camada protetora ao corpo. Porém, é inegável que essa é uma disciplina material, logo esforços de PD&I precisam se concentrar na concepção e no desenvolvimento estratégico de bons biomateriais têxteis. Olson (2001) já alertava para a necessidade de o design de um novo mundo material e apontava para o design de materiais como um caminho transversal para isso.

Enfim, conclui-se que para pensar a sustentabilidade na moda e inovar, é preciso ir muito além do processo criativo do vestuário. Deve-se levar em consideração toda a cadeia de produção têxtil até o fim da vida útil de uma peça, bem como buscar operar estrategicamente pelo design de materiais avançados. O design de materiais avançados permite utilizar a criatividade e aliar-se à experimentação para recombinar materiais já existentes, levando ao encontro de novos biomateriais têxteis e à inovação.

Referências

BARAUNA, D.; RAZERA, D. L. Sustentabilidade, desenvolvimento e inovação no século 21: demandas para o design de materiais avançados. **Design, Artefatos e Sistema Sustentável ([designcontexto]: Ensaios sobre Design, Cultura e Tecnologia)**. ARRUDA, A. J. V. ; FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I. (organizadores). São Paulo: Blucher, p. 61-74, 2018.

BARAUNA, D.; STAFFORD, F. N.; FARINA, M. Z; ALEIXO, A. C. O. Covid-19 and the emergency of new economies for the design of a new world. **Strategic Design Research Journal**. v.14, n. 01, Janeiro-abril 2021.

BENYUS, J. M. **Biomimética**: inovação inspirada pela natureza. 6. ed. São Paulo: Cultrix, 1997.

BELL, B. Material intelligence: an overview of new materials for manufacturers. **PFInnovation**, Canadá, 2011.



BIOTECAM. **Biotecam no G1** – Biotecido TEXTICEL. Março de 2019. Disponível em <<http://biotecam.com.br/2019/03/27/biotecam-no-g1-biotecido-texticel/>> Acesso em 09 de fevereiro de 2021.

BRAUNGART, M MCDONOUGH, W. **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. São Paulo: G. Gili, 2013.

DUNNE, M. **Bioplastic cook book**. Fab Lab Barcelona: FabTextiles, Julho, 2018. Disponível em <https://issuu.com/nat_arc/docs/bioplastic_cook_book_3> Acesso em 08 de fevereiro de 2021.

EAGLETON, T. **A ideia de cultura**. 1. ed. Lisboa: Actividades Editoriais, LDA. 2003.

ESTEVAO, I. M. Loja da H&M é a primeira a apresentar máquina que recicla roupas usadas. **Colunas e Blogs: Metrópoles**. Outubro, 2020. Disponível em <<https://www.metropoles.com/colunas-blogs/ilca-maria-estevao/loja-da-hm-e-a-primeira-a-apresentar-maquina-que-recicla-roupas-usadas>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

FASHION REVOLUTION. **O Que o Meu Jeans Fala Sobre a Indústria do Vestuário**. Fashion Revolution, 2017. Disponível em <<https://www.google.com/url?q=https://www.fashionrevolution.org/wp-content/uploads/2017/02/What-My-Jeans-Say-About-the-Garment-Industry.pdf&sa=D&source=editors&ust=1617821665460000&usq=AOvVaw2gYLU33GLszh95vUnl3-s0>>. Acesso em 06 de 08 de abril de 2021.

FREITAS, T. L.; ARRUDA, A. J. V. Novas estratégias da biomimética: as analogias no biodesign e na bioarquitetura. **MIX Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 73-82, 2018.

FRIEDMAN, V. The Biggest Fake News in Fashion: Untangling the origins of a myth repeated so often that no one thought to question it. **The New York Times**. Dezembro, 2018. Disponível em <[The Biggest Fake News in Fashion](#)> Acesso em: 04 de fevereiro de 2021.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Calculating Earth Overshoot Day 2020: estimates points august 22nd. **Global Footprint Network**, p.1-10, junho, 2020. Disponível em: <<https://www.overshootday.org/content/uploads/2020/06/Earth-Overshoot-Day-2020-Calculation-Research-Report.pdf>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2021.

GWILT, A. **Moda sustentável: um guia prático**. 1. ed. São Paulo: Gustavo Gilli, 2015.

FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda e Sustentabilidade: design para a mudança**. São Paulo: Senac, 2011.

LEE, S.; CONGDON, A.; PARKER, G.; BORST, C. **Understanding “Bio” Material Innovations: a primer for the fashion industry**. Biofabricate e Fashion for Good. Dezembro, 2020. Disponível em <<https://www.biofabricate.co/>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2021.



MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente*. São Paulo: G. Gili, 2013.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. **Limites do crescimento**, SP: Editora Perspectiva AS, 1973.

MISCIAGNA, M. **Revolução da Moda vai ser online**. Abril, 2020. Disponível em <<https://www.vogue.pt/fashion-revolution-week-online>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

MORLET, Andrew; OPSOMER, Rob; HERMANN, Sven; BALMOND, Laura; GILLET, Camille; FUCHS, Lukas. **A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future**. 2018. Ellen MacArthur Report. Disponível em:<<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-rede-signing-fashions-future>>. Acesso em: 07 de abr. de 2021.

OLSON, G. B. Beyond Discovery: Design for a New Material World. **Calphad**, v.25, n.2, p.175-190, 2001.

OPPERSKALSKI, S.; SIEW, S.; TAN, E.; TRUSCOTT, L. Preferred Fiber & Material: Market Report 2020. **Textile Exchange**. Dezembro, 2020. Disponível em <<https://store.textileexchange.org/product/2020-preferred-fiber-materials-report/>> Acesso em: 06 de fevereiro de 2021.

PÉPIN, J. **Research Book Bioplastic: experiments on bio-plasticity**. 14 de maio de 2014. Disponível em <<https://issuu.com/juliettepepin/docs/bookletbioplastic>>. Acesso em 08 de fevereiro de 2021.

RIBUL, M. **Recipes for Material Activism: part 1**. Embodied energy series. Abril, 2014. Disponível em <https://issuu.com/miriamribul/docs/miriam_ribul_recipes_for_material_a>. Acesso em 08 de fevereiro de 2021.

RISSANEN, T. **De 15% a 0**: Investigar a criação de moda sem a criação de resíduos de tecido. Universidade de Tecnologia de Sydney: Sydney, 2005. Disponível em <https://scholar.google.com/citations?user=qdw7NYAAAAJ&hl=en#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Den%26user%3D_qdw7NYAAAAJ%26citation_for_view%3D_qdw7NYAAAAJ%3AUeHWp8X0CEIC%26tzm%3D180>. Acesso em 06 de abril de 2021.

SALCEDO, E. **Moda ética para um futuro sustentável**. 1. ed. Tradução de Dennis Fracalossi. Barcelona: Gustavo Gili. 2014.

UDALE, J.. **Tecidos e Moda: explorando a integração entre o design têxtil e o design de moda**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.