

## A sustentabilidade na indústria da moda e o ressurgimento dos corantes naturais: desafios e possibilidades no século XXI

*Sustainability in the fashion industry and the resurgence of natural dyes: challenges and possibilities in the 21st century*

Teresa Campos Viana de Souza<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1841-2276>

Rita A. C. Ribeiro<sup>2</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0748-854X>

Eliane Ayres<sup>3</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8734-0056>

Frederico Campos Viana<sup>4</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9372-8484>

[resumo] O presente artigo tem a intenção de abordar como a sustentabilidade e o cuidado com os resíduos industriais passaram a ser discutidos na moda. Considera-se que estar na moda é ter uma preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, além de fazer algo que contribua para mudar os rumos atuais do consumo e possibilite a interação entre o homem e a natureza de forma mais harmoniosa. Repensar os ciclos produtivos e as formas de exploração e de interface com a floresta e com o meio ambiente é justamente o paradigma dos próximos anos, e da chamada retomada verde. O tingimento de produtos do design têxtil com corantes naturais é uma expressão cultural única e não pode ser comparado somente em termos de eficiência em relação à utilização de corantes sintéticos e industriais. Uma desvantagem dos corantes naturais, independentemente de sua fonte vegetal, é a baixa concentração de corante nos extratos obtidos – já que acumular o extrato por meio de evaporação consome grande quantidade de energia. Um aspecto interessante dos corantes naturais que vem sendo abordado na literatura é a atividade antimicrobiana da matéria-prima empregada na extração dos corantes. No atual contexto, o caráter sustentável deixa de ser considerado apenas diferenciador e se torna essencial, levando à necessidade de utilização de materiais não nocivos ao meio ambiente, como os renováveis e, mais especificamente, de corantes naturais como matéria-prima para o design de produtos têxteis, constituindo parte importante do desenvolvimento sustentável.

[palavras-chave] **Moda. Sustentabilidade. Corantes naturais. Impacto ambiental. Desenvolvimento sustentável.**

---

<sup>1</sup> Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). E-mail: [tecacviana@gmail.com](mailto:tecacviana@gmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2156832699362822>.

<sup>2</sup> Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). E-mail: [rribeiroed@gmail.com](mailto:rribeiroed@gmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5074309517644166>.

<sup>3</sup> Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). E-mail: [eayres.pu@hotmail.com](mailto:eayres.pu@hotmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1370798140664840>.

<sup>4</sup> Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV – EAESP). E-mail: [fredcviana@gmail.com](mailto:fredcviana@gmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7461322304361202>.

[abstract] This article intends to address how ecological sustainability and the care with industrial waste started to be discussed in fashion. It is considered that to be in fashion is to have a concern for the environment, for sustainable development and to do something that contributes to change the current directions of consumption and enable the interaction between man and nature in a more harmonious way. Rethinking the productive cycles and the forms of exploitation and interface with the forest and the environment is precisely the paradigm of the coming years, and the so-called green recovery. The dyeing of textile design products with natural dyes is a unique cultural expression and cannot be compared only in terms of efficiency in relation to the use of synthetic and industrial dyes. A disadvantage of natural dyes, regardless of the plant source, is the low concentration of dye present in the extracts obtained. Concentrating the extract through evaporation consumes a large amount of energy. An interesting aspect of natural dyes that has been addressed in the literature is the antimicrobial activity of the raw material for its extraction. In the current context, the sustainable character is no longer considered only as a differentiator, but as something essential, leading to the need to use materials that are not harmful to the environment, such as renewable materials and, more specifically, the use of natural dyes as raw material for the design of textile products, constituting an important part in sustainable development.

[keywords] Fashion. Sustainability. Natural dyes. Environmental impact. Sustainable development.

Recebido em: 07-01-2021

Aprovado em: 12-03-2021

## Introdução

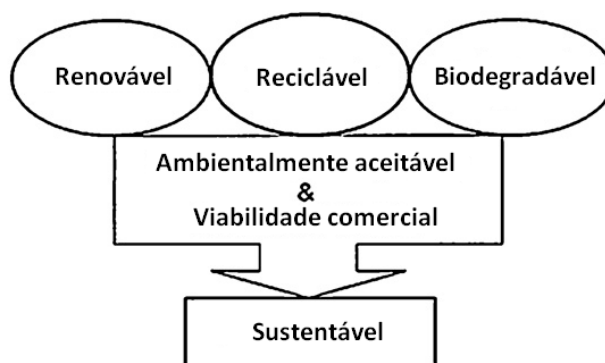
No mundo atual, no qual sustentabilidade e cuidado com os resíduos industriais surgem como conceitos, a preocupação passa a ser com a existência de uma indústria menos poluente, que gaste pouca quantidade de produtos químicos e energia, e com a utilização dos recursos naturais de forma racional e equilibrada e, principalmente, que eles sejam preservados. A divulgação de técnicas sobre reciclagem e reutilização de materiais e o uso correto de matérias-primas derivadas de fontes renováveis é de suma importância para mostrar como as vantagens da tecnologia moderna podem ser empregadas sem agredir a natureza.

## A evolução da sustentabilidade

Sustentabilidade, ecologia industrial, ecoeficiência e química verde estão norteando o desenvolvimento da próxima geração de materiais, produtos e processos. Cada vez mais, o desenvolvimento sustentável está se tornando prioridade das empresas e dos governos (KHALIL, 2012). Frequentemente, divulga-se os alarmes da crise climática, que colocam em risco a própria sobrevivência da humanidade.

Parece ser apenas uma questão de tempo para que sejamos forçados a olhar para os recursos renováveis como estratégia para satisfazer nossa necessidade de materiais de forma sustentável. O conceito de bioprodutos sustentáveis foi esquematizado por Khalil, Bhat e Yusra (2012) conforme ilustrado na figura 1.

FIGURA 1 – O CONCEITO DE BIOPRODUTOS SUSTENTÁVEIS



FONTE: Adaptado de Khalil; Bhat e Yusra (2012).

Em um mundo com recursos limitados e graves impactos ambientais, é necessário um estilo de vida mais sustentável. De acordo com Ljungberg (2007), a poluição é um problema bastante preocupante, pois, mesmo se todas as empresas conseguissem zerar suas emissões de gases poluentes, a vida humana na Terra ainda seria afetada significativamente pelas emissões ocorridas até agora. A não sustentabilidade é causada principalmente pela atual situação global. No entanto, não é possível restringir todos os impactos ambientais a zero. Elkington (2020) afirma que os esforços para a redução da poluição e dos impactos

já não são mais suficientes, é necessário um novo capitalismo, baseado na regeneração. No mundo todo, o ecossistema deve ser visto pela ótica da proteção, com o intuito de proteger as plantas e os animais. O ambiente precisa ser observado como parte do processo de desenvolvimento, e não pode ser explorado livremente, sem consequências. As repercussões do desenvolvimento devem ser vistas em uma perspectiva a longo prazo a fim de minimizar o impacto para gerações futuras.

Para Elkington (1994), idealizador do conceito moderno de sustentabilidade, baseado no tripé planeta, lucro e pessoas, como pode ser visto na figura 2, é preciso agora ir além da ecoeficiência e da mitigação dos impactos.

FIGURA 2 – O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE



FONTE: Viana (2019).

O autor defende que chegamos ao ponto de emergência de um novo capitalismo, no qual os conceitos de regeneração e de recuperação devem ser prioridade. Ou seja, segundo Elkington (2020), é preciso agir não apenas nas cadeias produtivas, minimizando os impactos, mas também na regeneração do meio ambiente que foi impactado, provocando, consequentemente, o que, na década de 1990, chamou-se de impacto positivo, que até então era predominantemente teórico.

Apesar de Elkington (2020) propor um *recall* do seu conceito acerca do tripé da sustentabilidade, ressaltando que o equilíbrio entre as três dimensões (planeta, pessoas e lucro) somente existiu no universo teórico, a sua nova abordagem regenerativa continua incluindo as dimensões sociais. O eixo de impacto social tem ganhado cada vez mais espaço nas discussões sobre sustentabilidade.

Um fenômeno recente, observado na última década, são as empresas centradas no impacto social, alterando a ótica do equilíbrio do tripé. Se no passado elas tinham que sua responsabilidade social era apenas com o aumento de seus lucros (FRIEDMAN, 1970), na década de 1990, com a eclosão dos movimentos de contestação ao capitalismo, como o ambientalista,



as organizações passaram a tentar dividir seu foco entre as dimensões propostas por Elkington (1994), criando um tripé que, mesmo manco, ainda tinha mérito nas suas dimensões, contrapondo o modelo defendido por Friedman (1970).

No entanto, nos anos 2000, emergiu um novo conceito de negócio, invertido em sua origem e quanto a sua composição. Em vez de justificar o lucro com ações em outras áreas, as empresas de impacto social estão centralizadas nos segmentos ambiental e social e fazem do lucro apenas uma forma para viabilizar os seus impactos. Elas invertem a ótica do capitalismo antigo, ao contrário da teoria de Friedman (1970), visto que tais negócios buscam a viabilidade da responsabilidade social pelo lucro e por meio dele expandir o seu impacto na sociedade.

### A indústria da moda e a sustentabilidade

As indústrias têxtil e do vestuário são baseadas em ciclos rápidos de tendências de moda que visam produzir continuamente novas coleções para atender consumidores que, diante da conectividade e da carga de informações as quais têm acesso, modificam seus hábitos e padrões de consumo constantemente. O ciclo de vida dos produtos está encurtando e as empresas sentem a necessidade de substituir seus itens em um ritmo crescente.

O mundo contemporâneo tem atribuído valor aos produtos conhecidos como *verdes*, ou seja, aqueles que incorporam exigências e preocupações sustentáveis com o meio ambiente. Os itens deveriam abarcar as exigências do mercado, além de buscar traduzir essas preocupações no design dos objetos. Afinal, o uso atribuído ao produto pela população em geral leva sempre em consideração aspectos da vida cultural e da estética, bem como razões emocionais (NIINIMÄKI, 2011).

Manzini e Vezzoli (2008) ainda apontam a importância do papel do designer na escolha e na aplicação dos materiais no desenvolvimento dos produtos, muito embora se saiba que ele não está diretamente ligado à origem e ao fim desses materiais, quando terminar o seu ciclo de vida.

Desde o início do século XXI, vários estilistas têm feito uso do conceito de reutilização e reformulação na concepção de produtos de moda. No entanto, uma mentalidade sustentável ainda precisa emergir como um todo, pois não basta que tenhamos produtos sustentáveis, é necessário que toda a sociedade incorpore um estilo de vida que reveja modos de viver e de consumo, caso contrário a indústria continuará a projetar e a fabricar têxteis e vestuário em meios tradicionais.

Para Manzini e Vezzoli, isso quer dizer

que devemos considerar também as várias tecnologias de transformação e de beneficiamento dos materiais (alguns podem determinar emissões tóxicas e nocivas ao ambiente; outros, embora igualmente eficazes, podem não ser nocivos); devemos considerar também a etapa dos serviços de distribuição dos produtos, mesmo sendo ela a que causa dano ao ambiente; é necessário projetar os produtos de maneira a utilizar recursos (energia e materiais de consumo) reconhecidamente de menor impacto ambiental; e, por fim, orientar-nos pela melhor escolha dos materiais e dos aditivos empregados, buscando assim minimizar os perigos das emissões quando o produto se encontrar em sua fase de eliminação ou descarte final. (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p. 147)

Manzini (2008), por sua vez, tem apontado que as inovações sociais em geral referem-se a novas estratégias, conceitos e métodos para atender necessidades sociais dos mais diversos tipos (seus campos de atuação são os mais variados, como condição de trabalho, lazer, educação, saúde etc.). Nesse livro, o autor foca na contribuição que a inovação social poderá dar ao tema do design para a sustentabilidade, em termos de um design estratégico e, sobretudo, de um design de serviços.

Hoje em dia, a sustentabilidade deveria ser a meta objetivo de todas as possíveis pesquisas em design [...]. O Design para sustentabilidade é o design estratégico capaz de colocar em ato descontinuidades locais promissoras, contribuindo para efetivas mudanças sistêmicas. (MANZINI, 2008, p12.)

O autor cita, como forma de conduzir a sustentabilidade, a possibilidade de mudar a perspectiva, focando as soluções alternativas no processo a invés de focar nos produtos. Uma solução sustentável é o processo por meio do qual produtos, serviços e conhecimentos são estimulados em um sistema que objetiva facilitar ao usuário a obtenção de um resultado coerente com os critérios de sustentabilidade.

A indústria têxtil afeta diretamente grande parte da população mundial, pois o algodão dá sustento a cerca de 1 bilhão de pessoas em 80 países, conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). O que vestimos nos afeta muito mais do que imaginamos (LEE, 2009). Ainda, segundo Lee (2009), na segunda metade do século XX, dois tecidos dominaram o mundo: o algodão e o poliéster. Eles impactaram os armários da sociedade e ganharam relevância social, econômica e política. Os tecidos sintéticos levaram a alta-costura para as ruas. Com o seu surgimento, as redes de lojas compravam regularmente vestidos dos desfiles de Paris a fim de copiá-los para o mercado de massa. Esses tecidos fizeram com que os consumidores comesçassem a esperar mais variedade em padrão, textura e estampas.

Entretanto, esses dois produtos, que tanto contribuíram para a popularização da moda, também estão intimamente ligados à degradação ambiental – o “poliéster não é biodegradável – portanto, tudo que jogamos nos lixões ao redor do globo vai permanecer conosco por mais 200 anos” (LEE, 2009). O cultivo do algodão no mundo depende de pesticidas altamente tóxicos e estão matando milhões de agricultores, sendo considerado um dos plantios mais poluentes.

Em relação aos pesticidas, é importante destacar que o seu uso crescente é um sintoma do desequilíbrio dos ecossistemas, porém, em decorrência do discurso sofista do desenvolvimento *versus* preservação, o sintoma foi considerado como causa, e assim disseminou-se o uso de pesticidas, como o DDT (diclorodifeniltricloroetano). Os efeitos deletérios e seus respectivos impactos do uso em larga escala do DDT, que originaram inclusive a palavra em português dedetização, foram relatados na seminal obra de Rachel Carson, a *Primavera Silenciosa*. Carson (1962) descreve que o uso em larga escala do pesticida, que

outrora salvou vidas na construção do Canal do Panamá, foi responsável por produzir uma primavera cada vez mais silenciosa, visto que, sem os mosquitos, toda a cadeia alimentar era impactada, resultando no desequilíbrio completo da fauna.

O desequilíbrio dos ecossistemas é sintomático de um modelo de desenvolvimento que não considera a circularidade do planeta e suas inter-relações e retroalimentações. Tais fenômenos, muito bem descritos por Lovelock (2009), reiteram a necessidade de se repensar a interação dos processos produtivos com o meio ambiente. Exemplos dos ciclos de retroalimentação descritos por Lovelock (2009) são os acontecimentos recentes, como a pandemia da covid-19 e os eventos de seca no Pantanal, a maior planície alagada do mundo que tem sofrido com os incêndios. A incongruência de seca nas planícies alagadas ocorre por causa da interferência no transporte de umidade da Floresta Amazônica para o Centro Oeste do país, consequência do desmatamento provocado na região, que, por sua vez, está relacionado à expansão da fronteira pecuária e da exploração madeireira ilegal.

Repensar os ciclos produtivos e as formas de exploração e de interface com a floresta e com o meio ambiente é justamente o paradigma dos próximos anos, e da chamada retomada verde.

A produção de novos artigos para o vestuário, de acordo com os princípios da sustentabilidade, é um grande desafio para o mundo da moda. Sabemos da gravidade dos problemas ambientais, os cientistas e os ambientalistas alertam a sociedade diariamente para esse problema. Precisamos incorporar atitudes como reciclar o lixo, evitar o desperdício de água e de energia, escolher com mais critério os produtos consumidos, usar combustíveis alternativos e reduzir o consumo, só assim poderemos minimizar parte dos problemas ambientais causados pelo homem.

Com as exigências da ISO 14000, a questão ambiental tem sido incorporada por algumas empresas têxteis brasileiras desde a década de 1990. O tratamento de efluentes e importantes alterações no processo produtivo foram estratégias encontradas para reduzir os impactos ambientais. Além disso, a implantação de projetos de educação ambiental e a intervenção social têm sido utilizados para minimizar e ampliar as repercussões das ações (SCHULTE; LOPES, 2008).

É interessante destacar o estudo conduzido por Alberton e Costa Jr. (2007) que identificou os ganhos financeiros referentes a implantação da ISO 14001 no ambiente corporativo, reafirmando a correlação proposta por Elkington (1994) acerca da sustentabilidade e do desempenho econômico.

No contexto da norma ISO 14001, destaca-se ainda que, em sua recente revisão, datada de 2018, passou a incluir também a perspectiva de ciclo de vida, levando às organizações a necessidade de avaliar e iniciar esforços na compreensão dos seus processos para além das suas instalações.

A preocupação com a preservação do meio ambiente já faz parte do mundo do design e da moda. O Brasil, desde 2017, apresenta uma semana de moda voltada exclusivamente para moda sustentável, a Brasil Fashion Eco Week. No website do evento está explícito como ele funciona e a sua importância. A primeira edição já atraiu mais de 3 mil pessoas.

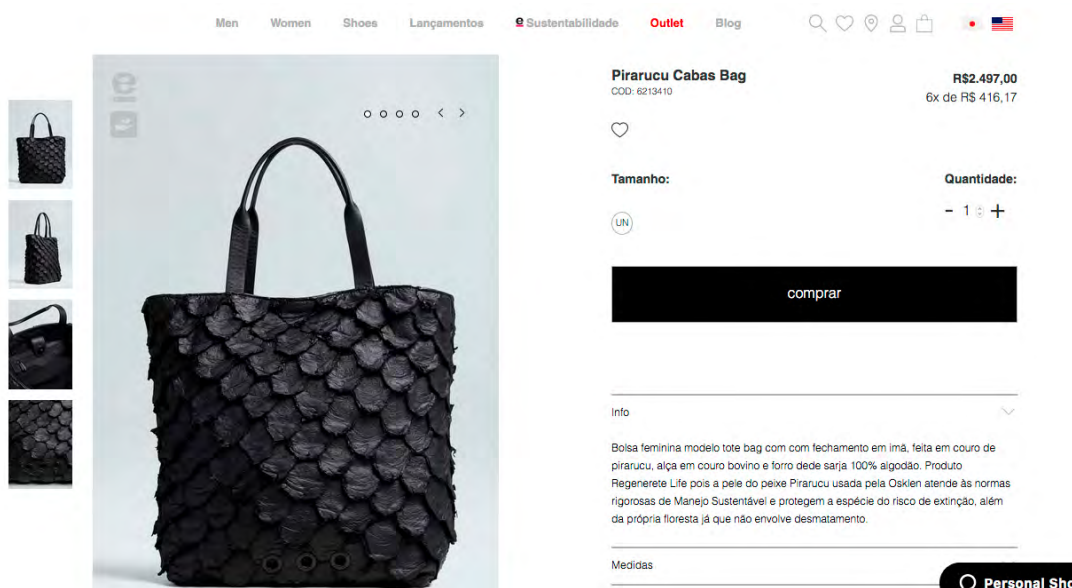


O Brasil Eco Fashion Week (BEFW) é um evento anual que promove as boas práticas de sustentabilidade no mercado e na indústria da moda brasileira, reunindo conteúdos, desfiles, mercados de venda, exposições e atividades de empreendedorismo. Também definido como uma semana de moda, o evento agrega cerca de 120 colaboradores, somados a dezenas de empresas envolvidas no patrocínio, apoio e concepção das edições. O BEFW se estabeleceu em São Paulo, recebendo empreendedores, profissionais, estudantes e consumidores de todas as regiões do Brasil, conectados ao propósito de utilizar a moda como uma rede positiva e ferramenta de transformação. (BRASIL ECO FASHION, 2020<sup>5</sup>)

No mercado brasileiro, é possível encontrar marcas que já trabalham com esse propósito, como a Osklen (figura 3), que desenvolve tecidos ecologicamente sustentáveis em seu projeto E-fabrics ([www.osklen.com.br](http://www.osklen.com.br)). Segundo o site da marca, o couro de pirarucu é fabricado a partir do descarte da pele do peixe pela indústria de alimentos. Além de diminuir o lançamento de resíduos na natureza ainda trabalho às comunidades locais.

Nativo da Bacia Amazônica e destinado à alimentação, o **peixe Pirarucu** é uma das maiores espécies de água doce do mundo. Através do projeto e-fabrics — desenvolvido em parceria com o Instituto-e — foi possível a reutilização da sua pele, antes descartada no meio ambiente, gerando renda para as populações ribeirinhas e contribuindo para a preservação da Amazônia. (OSKLEN, 2021<sup>6</sup>)

FIGURA 3 – OSKLEN PIRACURU CABAS BAG



FONTE: Osklen. Disponível em: <https://www.osklen.com.br/produto/pirarucu-cabas-bag-preto-62134-10>. Acesso em: 9 out. 2020.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://brasilecofashion.com.br/o-evento/#sobre>. Acesso em: 9 out. 2020.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.osklen.com.br/efabrics>. Acesso em: 14 mar. 2021.

E também o tecido *ecovogt* (figura 4), 100% ecológico, que foi criado pelo estilista brasileiro Caio Von Vogt.

FIGURA 4 – VESTIDO NO TOM DE VERDE-ÁGUA CONFECCIONADO COM *ECOVOGT*



FONTE: Xillique. Disponível em: <http://xillique.blogspot.com.br/2009/06/ecovogt.html>. Acesso em: 15 jul. 2021

### As experiências sustentáveis na tecnologia de tecidos

O tecido é uma inovação na indústria mundial da moda que pode ser utilizado em qualquer tipo de roupa ou acessório (na confecção de camisetas, vestidos, calças, bolsas, cintos ou calçados). Ao contrário de outros produtos do mercado, o *ecovogt*, que é uma fibra de origem vegetal, se decompõe em dois anos, enquanto o algodão, também uma fibra de origem vegetal, demora 10 anos, e o poliéster leva um século. A marca norte-americana Patagônia, há algum tempo, já fazia uso do poliéster mais popular, o polietileno tereftalato (PET), matéria-prima das garrafas plásticas de bebidas. A Patagônia, primeira grife de roupas a utilizar as PETs recicladas para produzir uma lã de poliéster chamada *fleece*, foi responsável pela reciclagem de mais de 86 milhões de garrafas (SCHULTE; LOPES, 2008; LEE, 2009).

O respeito pelo meio ambiente, a utilização de fibras e tintas naturais e a reciclagem de roupas e objetos usados, são a base da moda ecológica, que pouco a pouco tem conquistado os consumidores e estilistas na Itália e em outros países. Na chamada “ecomoda”, também se confecciona roupa orgânica. Essas roupas são elaboradas com tecidos em cuja produção não são usados produtos químicos, nem fertilizantes, nem pesticidas. E, embora a moda de baixo impacto ambiental esteja mais desenvolvida em mercados como o inglês e o alemão, até gigantes do ramo, como Giorgio Armani, estão dispostos a aderir à tendência. (SCHULTE; LOPES, 2008, p.5)

Destaca-se também, no caso da Patagônia, a abrangência da sua estratégia corporativa de sustentabilidade, atravessando todas as esferas da organização, desde os produtos, passando pela ecoeficiência do processo produtivo, até o uso pós-consumo, simbolizado pelas cartas e manifestos veiculados pela empresa em seus guias institucionais e catálogos.

Outra experiência inovadora tem sido desenvolvida pelos associados da Cooperativa de Trabalho Artesanal e de Costura da Rocinha (Coopa-Roca), do Rio de Janeiro. O grupo cria produtos de vestuário a partir de materiais reciclados e sobras de tecidos doadas por empresas de confecção, utilizando técnicas artesanais como fuxico, patchwork, bordado, crochê e tricô, entre outras. Esses trabalhos têm recebido apoio de importantes estilistas brasileiros que os utilizam em desfiles de moda. Além de gerar renda e promover a inclusão social, contribuem para a construção de uma consciência ecológica tanto de quem produz quanto de quem consome.

Hoje em dia, a ideia de bem-estar das pessoas está relacionada a uma disponibilidade sempre maior de produtos e serviços. Considerando os limites do planeta, isso precisará mudar nos próximos anos e o problema comum dos profissionais do design será facilitar uma transformação que aconteça de forma menos drástica, criando condições para que isso ocorra não como uma necessidade, mas como uma escolha.

A inovação social é outro ponto que Schulte e Lopes (2008) reportam no texto. Mudanças no modo como os indivíduos ou as comunidades agem para resolver seus problemas devem criar oportunidades, nas quais a busca por soluções concretas acabem por reforçar o tecido social, gerando e colocando em prática ideias novas e mais sustentáveis de bem-estar.

### **Estratégias para a utilização de corantes sustentáveis**

O uso de tinturas e cores nos tecidos e utensílios pode ser verificado na história da humanidade desde 2600 a.C. O linho, o algodão, a lã e a seda já eram utilizados no Egito Antigo. A tonalidade das vestimentas era fator de diferenciação social. Com o passar dos anos, os europeus aperfeiçoaram os conhecimentos adquiridos com os povos asiáticos e passaram a oferecer uma maior diversidade de cores e tons para o tingimento das roupas e dos utensílios (PEZZOLO, 2007).

A descoberta das Américas trouxe diversas inovações à Europa, e uma das mais importantes foi a introdução de novas cores. Os mexicanos já haviam observado que um inseto sem asas, quando estava prenhe e se alimentava dos cactos, assumia uma tonalidade de cor escarlate. Entretanto, eram necessários 70 mil insetos mortos para produzir somente meio quilo do pó de cochonilha que seria utilizado no tingimento.

Os portugueses, ao descobrirem a África e durante a rota marítima ao redor desse continente, perceberam o uso de uma nova tonalidade da cor azul, extraída de folhas de várias espécies de anileiras, como, por exemplo, as do gênero *Indigofera ssp.* A planta, cultivada em Bengala, liberava a cor ao ser fermentada, que era usada como o corante índigo. A planta do índigo chegou à Europa acondicionada em navios holandeses e portugueses. Os europeus ficaram tão fascinados pela vivacidade dessa cor que o exército francês abandonou o uniforme castanho avermelhado e se vestiu de azul. Homens e mulheres passaram a desfilar como pavões, com chapéus, capas, túnicas e casacos azuis.

As cores foram importantíssimas para o reconhecimento do Brasil como local de especiarias, e uma árvore em especial chamou a atenção dos portugueses por causa de seu tronco avermelhado. Eles a levaram para Europa e descobriram que quando descascada e mergulhada em um barril de água produzia uma cor vermelha – essa árvore ficou conhecida como pau-brasil (BLAINEY, 2004).

Siqueira descreve o que os cronistas da época reportavam: “A tinta vermelha era excelente para tingir panos de lã e seda, e se fazer dela outras pinturas e curiosidades” (SIQUEIRA, 2009, p127.). Ainda segundo a autora, a preocupação com as florestas sempre esteve representada na legislação portuguesa. Explorar conservando foi o objetivo da política desenvolvida pela Coroa nos 11 artigos do regimento do pau-brasil. Uma posição de vanguarda quanto à preocupação com o desmatamento da floresta, embora a intenção fosse resguardar a matéria-prima para a exploração.

O uso de corantes naturais em tecidos declinou rapidamente após a descoberta dos corantes sintéticos pelo químico inglês Willian Perkin em 1856, até ser praticamente abandonado por volta de 1900 (MIRJALILI, 2011). Mesmo que o emprego dos corantes sintéticos tenha se intensificado no mundo contemporâneo, muitas pessoas continuaram a dedicar seus esforços no trabalho junto à terra, criando peças tecidas e tingidas à mão com produtos naturais. Algumas, inclusive, herdaram o conhecimento técnico do uso dos corantes dos povos das zonas rurais mais antigas do continente (FERREIRA, 1998). De acordo com Mirjalili, Nazarpoor e Karimi (2011), a fabricação de tecidos é uma das atividades que mais polui o meio ambiente.

Para processar uma tonelada de tecido são utilizadas cerca de 230 a 270 toneladas de água, gerando um efluente proporcional a essa quantidade. Segundo os autores, existem dois caminhos para limitar o impacto ambiental do processamento têxtil. O primeiro é construir grandes estações altamente efetivas de tratamento de efluentes; e o outro é fazer uso de produtos, entre eles os corantes, amigos do meio ambiente. Os corantes naturais derivados da flora e da fauna são mais seguros porque são atóxicos, não carcinogênicos e biodegradáveis. Como a tendência em todo mundo se direciona para a utilização de *commodities* ecologicamente amigáveis e biodegradáveis, a demanda por corantes naturais está aumentando dia a dia (ALI, 2009).

O tingimento de produtos do design têxtil com corantes naturais é uma expressão cultural única e não pode ser comparado somente em termos de eficiência em relação à utilização de corantes sintéticos e industriais. Apesar disso, existe uma demanda crescente para o desenvolvimento de técnicas adequadas para a extração mais eficiente e efetiva de substâncias ativas de vegetais e minerais que poderão tornar mais viável e sustentável

o retorno do uso em larga escala desses corantes (SIVAKUMAR, 2009). É preciso assegurar que a substituição dos corantes sintéticos por naturais não transformará simplesmente o tecido industrializado em artesanal, e sim dará origem a uma trama mais amiga do meio ambiente, com o mesmo padrão alcançado anteriormente com os corantes sintéticos (GUESMI, 2011).

Do ponto de vista de Leitner *et al* (2012), ao se pensar na reintrodução dos corantes naturais em escala industrial, vários parâmetros devem ser controlados para assegurar uma padronização que minimize os efeitos da variação do material vegetal. Além disso, o processo de tingimento com corante natural deve ser realizado nos equipamentos disponíveis nas indústrias têxteis modernas, sem a necessidade de grandes investimentos.

Considera-se que estar na moda é ter uma preocupação com o meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável e fazer algo que contribua para mudar os rumos atuais do consumo e possibilite a interação entre o homem e a natureza de forma mais harmoniosa. O uso de corantes fez e faz parte da cultura dos homens, sempre utilizado na alimentação, no corpo e nas roupas (PEZZOLO, 2007).

A predominância dos corantes sintéticos impediu o contínuo desenvolvimento e a adaptação do tingimento natural às necessidades das tecelagens modernas. Em decorrência disso, atualmente, existe uma lacuna considerável entre o conhecimento que se tem de processos eficientes para extração de corantes naturais e as demandas dos processos de tingimento comerciais. Na última década, investigações sobre a possibilidade do uso de corantes naturais em processos de tingimento têxtil foram realizadas por diversos grupos de pesquisa.

Geralmente, o corante é aplicado na forma de solução aquosa e pode precisar de um mordente para melhorar a sua fixação na fibra (solidez) (BECHTOLD, 2007) – o uso de mordentes prepara as fibras e as ajuda a absorver melhor o corante. É possível tingir sem essas substâncias, mas a utilização delas, geralmente, produzirá cores melhores, mais vívidas e permanentes. Os mordentes mais comuns são o alúmen, o sulfato de cobre, o dicromato de potássio, o sulfato ferroso e o tanino.

Para Bechtold *et al* (2003), a introdução de corantes naturais nos processos modernos de tingimento pode ser vista como uma etapa do desenvolvimento contínuo dos processos de tingimento e do acabamento têxtil, em direção ao aumento da sustentabilidade relacionado com o consumo de água, de produtos químicos e de energia, por exemplo.

Seguindo a tendência da chamada *química verde*, Komboonchoo e Bechtold (2009) basearam seus estudos no conceito de corantes híbridos. Para isso, modificaram quimicamente o corante índigo natural para obterem o índigo sulfonado e aplicá-lo em lã como corante ácido.

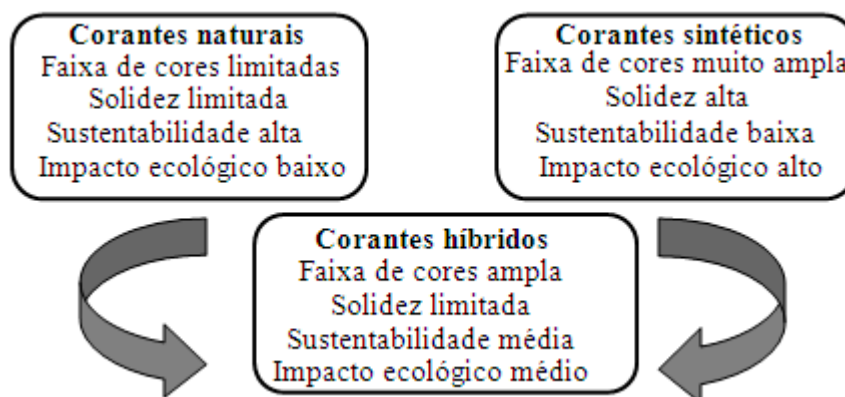
De acordo com os autores, para se obter um corante híbrido pode-se seguir duas estratégias. Na primeira delas, os corantes naturais são modificados por meio de reações químicas e aplicados em combinação com outros corantes naturais. Na segunda estratégia, corantes naturais são combinados com corantes sintéticos derivados de recursos não sustentáveis.

Nesse trabalho foi mostrado como o tingimento híbrido é capaz de reduzir o número de etapas e os custos dos processos de tingimento e de outros procedimentos de engenharia envolvidos, incluindo o tratamento de água. Além disso, os autores enfatizaram que os consumidores são receptivos ao conceito de corantes híbridos porque sua relação com recursos sustentáveis fica bastante clara.

A figura 5 ilustra as características dos corantes híbridos comparativamente aos corantes naturais e sintéticos.



FIGURA 5 – AS TRÊS CATEGORIAS DE CORANTES



FONTE: Adaptado de Komboonchoo, 2009.

Durante o processamento de têxteis/couro, a ineficiência do tingimento resulta em uma grande quantidade de corante sendo diretamente perdida na água de lavagem e que acaba por encontrar o caminho para o meio ambiente (SIVAKUMAR, 2009).

Uma desvantagem dos corantes naturais, independentemente de qual seja a fonte vegetal, é a baixa concentração de corante presente nos extratos obtidos (concentrar o extrato pela evaporação consome uma grande quantidade de energia e as técnicas de concentração que utilizam membranas demandam um investimento de capital considerável). Assim, para o tingimento com corantes naturais é recomendado o uso direto do extrato. Para isso, é necessário o preparo do extrato no próprio local onde será realizado o tingimento, acarretando alguns problemas de manuseio. Nesse caso, grandes quantidades do material vegetal terão que ser processadas no local e o descarte dos resíduos extraídos precisará ser gerenciado. Além disso, será necessário possuir equipamento adequado para extração.

Segundo Ali, Hussain e Nawaz (2011), a formação de lagos de corante sólido pode ser uma estratégia promissora para superar esses inconvenientes. Sais de alumínio podem ser usados para precipitar lagos de corante que poderiam ser usados como corantes concentrados.

### Características incorporadas aos tecidos tingidos com corantes naturais

A cor do tecido, assim como suas características (porosidade, peso e espessura), além da composição química, tem um papel fundamental na atenuação da radiação solar ultravioleta e, conseqüentemente, na proteção da pele humana. Tecidos tingidos protegem mais do que os não tingidos e o nível de proteção é maior conforme o aumento da concentração de corante (GRIFONI, 2011). Segundo os autores, em geral, cores claras refletem a radiação solar de maneira mais eficiente do que as escuras, porém parte da radiação penetra mais facilmente no tecido graças ao espalhamento múltiplo. Os estudiosos ressaltam ainda que a maioria das pesquisas que envolvem proteção contra raios ultravioletas está relacionada com corantes sintéticos.

Em decorrência desse fato, um dos objetivos da pesquisa de Grifoni *et al* (2011) foi investigar as propriedades de proteção contra os raios ultravioletas de tecidos naturais

produzidos com diferentes fibras vegetais (algodão, linho, cânhamo e rami), tingidos com alguns dos corantes naturais mais comuns, entre eles a rúbia, o lírio-dos-tintureiros e a cochonilha. Este último é o corante carmim extraído de um pequeno inseto já citado anteriormente (figura 6).

FIGURA 6 - COCHONILHA (*DACTYLOPIUS COCCUS* L.)



FONTE: Wikipedia. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Cochonilha.jpg>. Acesso em: 26 out. 2020.

Segundo os autores, são poucos os corantes naturais que tingem tecidos naturais com eficiência, sem auxílio de mordentes. Um tingimento mais ecológico pode ser alcançado com a substituição de mordentes metálicos por naturais, tais como os taninos vegetais ou o ácido tânico, embora a toxicidade ambiental do alúmen de potássio ou do sulfato de alumínio seja quase nula.

Entre os resultados encontrados, verificou-se que em tecidos drapeados, fabricados com fibras vegetais, espessos e densos com fator de cobertura maior do que 94% (FC > 94%), a proteção contra os raios ultravioletas geralmente é boa, mesmo quando os tecidos não estão tingidos. Além disso, o uso de mordentes à base de taninos elevava o nível de proteção para muito bom ou mesmo excelente, e o tingimento não acrescenta proteção extra. Os tecidos mais leves, geralmente usados em vestuário, exibiram alta proteção contra os raios ultravioleta quando estavam apenas tingidos (sem mordente), desde que tivessem FC acima de 94%.

Materiais têxteis são conhecidos por serem suscetíveis ao ataque microbiano. Isso acontece porque os tecidos oferecem grande área superficial e absorvem umidade, provocando, assim, as condições adequadas para o crescimento e a multiplicação microbiana. Nos últimos anos, tem havido uma tendência crescente para o desenvolvimento de tecidos que sejam imunes ao ataque microbiano (DASTJERDI, 2010).

Um aspecto interessante dos corantes naturais que vem sendo abordado na literatura é a atividade antimicrobiana da matéria-prima para extração de corantes naturais. Prusty, Truptidas e Nayak (2010), por exemplo, realizaram investigações para determinar a atividade antibacteriana de quatro corantes naturais usando cinco diferentes concentrações da solução de cada corante. No estudo foi utilizado tecido de seda tingido naturalmente para o desenvolvimento de vestuário de proteção contra infecções comuns.

Os recursos naturais dos quais foram extraídos os corantes em estudo são partes de plantas facilmente encontradas em regiões tropicais e subtropicais (figura 7). Os tecidos de seda tingidos com corantes naturais derivados de tais matérias-primas apresentaram solidez razoavelmente boa.

FIGURA 7 – (A) MORINDA CITRIFOLIA, NORMALMENTE CONHECIDA POR NONI;  
(B) AMENDOEIRA-DA-PRAIA; (C) TECTONA GRANDIS (TECA); (D) JAQUEIRA



FONTE: Ali, Hussain e Nawaz (2011)

Os corantes retratados apresentaram resultados promissores na obstrução do crescimento de bactérias patogênicas e fungos, mesmo após os tecidos terem sido submetidos a cinco ciclos de lavagem.

De acordo com o relato dos autores, os testes antimicrobianos demonstraram que os tecidos tingidos apresentam um alto potencial para aplicação em roupas de proteção contra infecções comuns, com a perspectiva de utilização em clínicas e hotéis.

O trabalho de Ali, Hussain e Nawaz (2011) também abordou a atividade antimicrobiana da matéria-prima empregada na extração de corantes naturais. Nesse estudo, foi usada a pera-espinhosa vermelha (*Opuntia Lasiacantha* Pfeiffer), uma planta da família das cactáceas, típica de regiões áridas e semiáridas (figura 8). A pera-espinhosa vermelha é fonte de betalaína, o mesmo pigmento que confere a cor vermelha arroxeadada à beterraba.

FIGURA 8 – PERA-ESPINHOSA VERMELHA.



Nos experimentos comparativos realizados com a lã tingida e a não tingida, foi observado que, à medida que a concentração de corante era elevada, a zona de inibição de micro-organismos também aumentava. Tal comportamento foi evidente para todos os micro-organismos testados.

Ibrahim et al (2010) investigaram tingimentos naturais com multifuncionalidade, isto é, proteção contra os raios UV e atividade antibacteriana. Para isso, pesquisaram as condições ideais para o tingimento variando os parâmetros, tais como utilização de mordentes, características do substrato (tecidos), tipo e concentração do extrato corante. A tabela 1 mostra a origem dos corantes naturais utilizados e a tabela 2 apresenta os resultados da atuação dos corantes na proteção contra os raios UV, ressaltando o papel do uso do mordente natural não na fixação do corante, mas na proteção contra os raios UV.

TABELA 1 – DETALHES DOS CORANTES NATURAIS USADOS

Vegetal	Parte usada	Cor
Ruiva	Raízes	Vermelho
Açafrão-da-terra	Rizomas	Amarelo
Cebola	Cascas	Marrom
Hena	Folhas	Laranja

FONTE: Ibrahim et al (2010)

TABELA 2 – EFEITO DOS DIFERENTES CORANTES NATURAIS NA PROTEÇÃO CONTRA OS RAIOS UV

Vegetal	Sem mordente natural	Com mordente natural
Ruiva	Ruim	Excelente
Açafrão-da-terra	Ruim	Excelente
Cebola	Muito bom	Excelente
Hena	Muito bom	Excelente

FONTE: Ibrahim et al (2010)



Apenas para ilustrar o extenso trabalho dos autores, a figura 9 mostra o resultado da cor dos fios de algodão tingidos com corante de casca de cebola.

FIGURA 9 – FIOS DE ALGODÃO TINGIDOS COM CORANTE DE CASCA DE CEBOLA



FONTE: Blog Tingimento Natural.

Disponível em: <http://tingimentonatural.blogspot.com/search/label/cebola>. Acesso em: 25 out. 2020.

Prabhu e Teli (2011) usaram o extrato obtido do revestimento da semente de tamarindo como mordente natural no tingimento de tecidos de algodão, lã e seda com corantes naturais derivados de açafreão-da-terra e casca de romã. O revestimento da semente desse fruto contém 40% de matéria solúvel em água que é constituída de uma mistura de taninos.

O tanino é um produto vegetal adstringente encontrado em várias partes das plantas, tais como casca, madeira, fruto, vagens, folhas, raízes e galhos. Os taninos são definidos como compostos polifenólicos solúveis em água de ocorrência natural, possuem alta massa molar ( $500-3000 \text{ g mol}^{-1}$ ) e grupos hidroxila fenólicos que possibilitam formar ligações cruzadas entre proteínas e outras macromoléculas.

Segundo os autores, por conter compostos fenólicos, é possível produzir tecidos com boa atividade antibacteriana usando somente o extrato do revestimento da semente de tamarindo como mordente. A única limitação é que os tecidos assim tratados não mantêm as propriedades incorporadas por mais de cinco lavagens. Com o auxílio do mordente sulfato de cobre, a permanência da atividade antibacteriana do algodão, da lã e da seda foi aumentada para até 20 lavagens.

Para os pesquisadores, a durabilidade à lavagem é uma questão importante a ser considerada em qualquer tratamento funcional. Para materiais descartáveis, a propriedade funcional pode ser temporária. Para todas as outras aplicações, ela deve ser razoavelmente resistente à lavagem.



## Considerações finais

No atual contexto, o caráter sustentável deixa de ser considerado apenas diferenciador e se torna algo essencial, levando à necessidade de utilização de materiais não nocivos ao meio ambiente, como os renováveis, mais especificamente de corantes naturais como matéria-prima para o design de produtos têxteis, constituindo parte importante do desenvolvimento sustentável.

Segundo Thomas Lovejoy, em artigo publicado na revista *Veja*, em 20 de junho de 2012,

evidentemente, o tempo está se esgotando para que consigamos evitar deixar como herança para as próximas gerações um planeta degradado. Não se trata apenas de olhar para o futuro longínquo. Muitas pessoas nascidas nesta década estarão vivas até o fim do século para vivenciar as consequências do sucesso ou do fracasso dos nossos esforços. Quanto mais esperarmos, mais duras e menos numerosas serão as escolhas [...].

[...] Quatro bilhões de anos de evolução produziram uma diversidade impressionante de plantas, animais e organismos lindos, intrincados e fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Não devemos virar nossas costas para ele, mas sim celebrá-lo e protegê-lo com toda a inventividade que possuímos. (VEJA, 2012, p. 134)

*Materiais verdes*, no caso os corantes naturais, são a promessa do futuro. Considerando as muitas realizações promissoras em laboratório, existem vários desafios a serem vencidos antes que os corantes naturais possam ser produzidos na mesma escala que os sintéticos.

Com a crescente preocupação ambiental quanto à utilização de corantes sintéticos, os naturais parecem ser o substituto mais adequado para o futuro do tingimento. Eles não são uma inovação, mas o renascimento de uma tradição rica e prudente. Hoje, a demanda mundial de corantes naturais está em cerca de 10 mil toneladas, aproximadamente 1% dos corantes sintéticos consumidos em todo o mundo. Acredita-se que essa solicitação deva crescer rapidamente em um futuro próximo.

Destaca-se ainda que a emergência da pandemia impulsionou a necessidade de remodelarmos não apenas a ecoeficiência das nossas indústrias, mas também a forma com que o próprio capitalismo enxerga e interage com o meio ambiente.

A pandemia escancarou como o modelo exploratório dos recursos pode trazer consequências graves à sobrevivência da humanidade, e como os modelos atuais, sejam produtivos ou de sustentabilidade, são insuficientes. A urgência em repensar os processos à luz das pressões existentes, decorrentes da crise climática ou para a prevenção de eventos extremos, entre os quais a pandemia, acaba de ganhar um assento, é fundamental no que se pretende para o novo normal.

É nesse contexto que o design precisa atuar de forma a responder esses anseios e ajudar na construção dessa retomada, com a reintrodução de técnicas como a dos corantes naturais e a dos tecidos reciclados, entre outras.

## Referências

ALBERTON, Anete.; DA COSTA JR, Newton. C. A. Meio ambiente e desempenho econômico-financeiro: benefícios dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs) e o impacto da ISO 14001 nas empresas brasileiras. **RAC-Eletrônica**, v. 1, n. 2, p. 153-171, 2007.

ALI, Shaukat; HUSSAIN, Tanveer; NAWAZ, Rakhshanda. Optimization of alkaline extraction of natural dye from Henna leaves and its dyeing on cotton by exhaust method. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, p. 61-66, 2009.

BECHTOLD, Thomas. TURCANU, A. GANGLBERGER, B. GEISLER, B. Natural dyes in modern textile dyehouses — how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future? **Jornal of Cleaner Production**, Austria, v. 11, p. 499-599, 2003.

BECHTOLD, Thomas; MAHMUD-ALI, Amalid; MUSSAK, Rita. Natural dyes for textile dyeing: a comparison of methods to assess the quality of Canadian golden rod plant material. **Dyes and Pigments**, v. 75, p. 287-293, 2007.

BLAINEY, Geoffrey. Uma breve história do mundo. São Paulo: Ed. Fundamento, 2004, 270 p.

CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Ed. Gaia, 1967.

DASTJERDI, Roya; MONTAZER, Majid. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: focus on anti-microbial properties. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 79, p. 5-18, 2010.

ELKINGTON, John. **Green swans**. New York: Fast Company Press, 2020.

ELKINGTON, John. Towards The Sustainable Corporation: Win-Win-Win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, p 90-100, 1994.

FERREIRA, Eber Lopes. **Corantes naturais da flora brasileira**: guia prático de tingimento com plantas. Curitiba: Optagraf Editora e Gráfica LTDA, 1998.

FRIEDMAN, Milton. The social responsibility of business is to increase its profits. **The New York Times Magazine**. Section SM, p 17., sept. 1970.

GRIFONI, Daniele; BACCI, Laura; ZIPOLI, Gaetano; ALBANESE, Lorenzo; SABATINI, Francesco. The role of natural dyes in the UV protection of fabrics made of vegetable fibres, **Dyes and Pigments**. v. 91, p. 279-285, 2011.

GUESMI, Ahlem.; BEN HAMADI, Naoufel; LADHARI, Néji; SAKLI, Faouzi. Dyeing properties and colour fastness of wool dyed with indicaxanthin natural dye. **Industrial Crops and Products**, v. 37, p. 493-499, 2011. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.07.026.

IBRAHIM, Nabil. A.; EL-GAMAL Amr. R.; GOUDA, Mohamed.; MAHROUS, Fatma. A new approach for natural dyeing and functional finishing of cotton cellulose; **Carbohydrate Polymers**, v. 82, p. 1205-1211, 2010.

KHALIL, Abdul. H. P. S.; BHAT, Aamir. H.; YUSRA, Ireana A. F. Green composites from sustainable cellulose nanofibrils: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, p. 963-979, 2012.

KOMBOONCHOO, Sunsanee; BECHTOLD, Thomas. Natural dyeing of wool and hair with indigo carmine (C.I. Natural Blue 2), a renewable resource based blue dye. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, p. 1487-1493, 2009.

LEE, Matilda. **Eco Chic**: o guia de moda ética para a consumidora consciente. São Paulo: Ed. Larousse do Brasil, 2009.

LEITNER, Peter.; FITZ-BINDER, Christa.; MAHMUD-ALI, Amalid.; BECHTOLD, Thomas. Production of a concentrated natural dye from Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis*) extracts. **Dyes and Pigments**, v. 93, p.1416-1421, 2012.

LJUNGBERG, Lennart Y. Materials selection and design for development of sustainable products. **Materials and Design**, Sweden, v. 28, p. 466-479, 2007.

LOVEJOY, Thomas. O imperador visionário. **Revista Veja**, São Paulo, p. 134, 20 jun. 2012. Disponível em: <https://moaciralencarjunior.wordpress.com/2012/06/18/o-imperador-visionario-por-thomas-lovejoy/> Acesso em: 15 jul.2021

LOVELOCK, James. **Gaia**: alerta final. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2009. ISBN: 978-8-5-980786-1-8.

MANZINI, Ézio. **Design para inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: Ed. E-papers, 2008.

MANZINI, Ézio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2008.

MIRJALILI, Mohammad; NAZARPOOR, Khosro; KARIMI, Loghman. Eco-friendly dyeing of wool using natural dye from weld as co-partner with synthetic dye. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 1045-1051, 2011.

NIINIMÄKI, Kirsi; HASSI, Lotta. Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 1876-1883, 2011.

OLIVEIRA, Fábio. R.; FRANÇA, Sergio. L. B.; RANGEL, Luís. A. D. Princípios da economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. **Interações**, v. 20, n. 4, p. 1179-1193, 2019.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Ed. Senac São Paulo, 2007.

PRABHU, Kutuva. H.; TELI, Mandgesh. D. Eco-dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 18, p. 864-872, 2011.

PRUSTY, A. K.; TRUPTIDAS, A.; NAYAK, N. B. das. Colourimetric analysis and antimicrobial study of natural dyes and dyed silk. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 1750-1756, 2010.

SCHULTE, Neide Kolher; LOPES, Luciana. Sustentabilidade ambiental: um desafio para a moda. **Moda Palavra e-periodico**, Florianópolis, n. 2, ano 1, p. 30-42, ago./dez. 2008.

SIQUEIRA, Maria Isabel de. Conservação ou preservação das riquezas naturais na América portuguesa: o regimento do pau-brasil. **Rev. IHGB**, Rio de Janeiro, n. 442, ano 170, p. 125-140, jan./mar. 2009.

SIVAKUMAR, Venkatasubramanian; LAKSHMI Anna J.; VIJAYEESWARRI, J.; SWAMINATHAN, Gopalaraman. Ultrasound assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 16, p. 782-789, 2009.

VIANA, Frederico. C. **Transformando empresas em negócios sustentáveis**. Belo Horizonte: Refúgio, 2019.