



REFLEXÕES SOBRE *DESIGN* PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL: USO DA FIBRA DE BANANEIRA (*MUSA SP*) COMO RESÍDUO AGRÍCOLA RENOVÁVEL

REFLECTIONS ON DESIGN FOR SUSTAINABLE BEHAVIOR: THE USE OF BANANA FIBER (MUSA SP) AS A RENEWABLE AGRICULTURAL RESIDUE

Mariany Costa Carvalho^{1*}

Denilson Moreira Santos¹

Rosemary do Bom Conselho Sales²

* Autor para correspondência: mariany.carvalho@discente.ufma.br

Resumo: O *design* de produto encontra-se diante dos desafios contemporâneos relacionados à oferta de matéria-prima e aos aspectos sociais, culturais e econômicos que norteiam o consumo e as relações entre o ser humano e o ecossistema. Nesse contexto, destaca-se o uso de materiais naturais, em especial a fibra de bananeira, para desenvolver produtos alinhados à sustentabilidade. Este estudo, de caráter qualitativo, teve o intuito de conhecer a origem do resíduo da bananeira e suas possíveis aplicações em produtos. Recorreu-se à pesquisa bibliográfica por meio de um levantamento de trabalhos na temática do *design*, com foco no comportamento sustentável e aplicação em produtos. Observou-se, nos estudos, que o material contribui para o aperfeiçoamento de propriedades mecânicas de certos polímeros, formando compósitos com potencial de aplicação em diversos setores.

Palavras-chave: *design*; fibra de bananeira; sustentabilidade.

Abstract: Product design faces contemporary challenges related to the supply of raw materials and the social, cultural, and economic aspects that guide consumption and the relationship between human beings and the ecosystem. In this context, the use of natural materials is highlighted, especially banana fiber, to develop sustainable products. This qualitative study aimed at understanding the origin of the banana tree residue and its possible applications in products. The bibliographical research was used through a survey of works about design, focusing on the sustainable behavior and application in products. It was observed, in the studies, that the material contributes to the improvement of mechanical properties of certain polymers forming composites with potential application in several sectors.

Keywords: design; banana tree fiber; sustainability.

¹ Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís (MA), Brasil.

² Universidade do Estado de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte (MG), Brasil.

INTRODUÇÃO

Atualmente as reflexões sobre as práticas sociais, em um contexto marcado pela degradação do meio ambiente, geram a necessidade de articular a criação de produtos e serviços vinculados aos conceitos de sustentabilidade. Da exploração de recursos naturais para fabricação de novos produtos industrializados, e com vida útil cada vez menor, emerge a necessidade de se ater às questões de ordem ambiental, que, apesar de urgentes, encontram fortes empecilhos em uma dinâmica pouco sustentável.

Ao longo da história, o *design* abriga movimentos de influência no desenvolvimento de produtos para a sociedade. Na atualidade, esse campo também mantém diretrizes que se deslocam de uma ótica industrial homogeneizante para ideais que englobam responsabilidade social, bem como demandas de produção que conectam os artefatos às peculiaridades de cada localidade dentro de culturas e identidades distintas (ONO, 2004). Como alternativa, Manzini e Vezzoli (2008) trazem os conceitos de *ecodesign* e *life cycle design* (LCD), na tentativa de facilitar a transição para um contexto sustentável factível em um modelo econômico familiar à sociedade.

Ambos os conceitos conferem ao *design* uma preocupação ecológico-ambiental, segundo os pesquisadores, permitindo que se faça uma análise prática dos impactos ambientais de pré-produção, produção, distribuição, consumo e descarte/reciclagem de produtos. Nesse contexto, os materiais que compõem os artefatos e seus processos de beneficiamento tornam-se elementos centrais.

Conforme apontado por Ashby e Johnson (2011), as características dos materiais são significativas para o desenvolvimento de produtos, pois seus atributos indissociáveis são decorrentes dos aspectos visuais e táteis diretamente relacionados às matérias que os constituem, possibilitando associações e significados por parte dos seus usuários.

Os principais grupos de materiais conhecidos são metais, cerâmicas, polímeros e compósitos. Todos eles podem ser combinados e trabalhados em formatos e processos diferentes, destacando-se também as fibras, fabricadas na condição de polímeros, bastante empregadas em tecidos e materiais compósitos, cuja estruturação é complementada por fibras de vidro, carbono, aramida, entre outras.

Segundo Callister Jr. (2008), essas fibras possibilitam transformações mecânicas, térmicas e químicas de nível variável, ampliando a aplicação em diferentes produtos, todavia, por não possuírem propriedades biodegradáveis, representam uma ameaça ao meio ambiente. Além disso, o caráter multifásico delas dificulta o processo de reciclagem, pois não permite que seus componentes sejam separados para reprocessamento.

As abordagens de cunho sustentável são executadas principalmente por meio de produtos e processos em materiais, a fim de que contribuam para o crescimento local sem oferecer riscos ao meio ambiente.

Nesse sentido, as fibras de origem vegetal apresentam-se como alternativa eficaz para composição de produtos que sejam menos agressivos ao meio ambiente e que tenham bom desempenho, pois estão entre os tipos de materiais renováveis provenientes de processos agrícolas com potencial de regeneração do ecossistema.

Esses materiais requerem um baixo custo de processamento, além de apresentarem boa resistência mecânica e propriedades térmicas e acústicas. No Brasil, estudos na área do *design* demonstram aplicações de fibras extraídas de plantas que são abundantes em diferentes regiões do país, destacando-se a piaçava (SILVA; OLIVEIRA, 2020), o buriti (SOUSA; PERPÉTUO, 2016), o coco (WEARN; MONTAGNA; PASSADOR, 2020), o jupati (SANTOS; JARDIM, 2019) e a bananeira (PINHEIRO, 2021).

O presente trabalho faz uma reflexão sobre *design* para o comportamento sustentável e a utilização de fibras naturais, especificamente a fibra de bananeira, para o desenvolvimento de produtos de baixo impacto ao ecossistema. Considerou-se a perspectiva do *design* alinhada à sustentabilidade para a seleção de matérias-primas e seus respectivos processos.

A pesquisa abrangeu a temática do *design* sustentável, as propriedades das fibras vegetais e suas aplicações em produtos. O foco neste estudo foi a fibra de bananeira, por ser um resíduo abundante, de fácil acesso e ecoeficiente na composição de produtos.

Neste trabalho, recorreu-se à pesquisa bibliográfica, conforme descrita por Gil (2002), em uma revisão sistemática da literatura, segundo protocolos descritos por Crossan e Apaydin (2010).

DESIGN PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL

No panorama histórico traçado do final do século XVIII até o início do século XXI, percebe-se a preocupação de ambientalistas em torno do crescimento populacional, da destruição de recursos naturais e das práticas de consumo. No início do século XX, tais temáticas começaram a alcançar também os representantes políticos de nações pelo mundo, desencadeando conferências globais a fim de definir diretrizes para preservação ambiental alinhadas ao crescimento econômico. A partir de então, o conceito de sustentabilidade, associado a ecoeficiência, passou a ser mais popular em todas as camadas da sociedade.

Mencionada como estratégia para a criação de produtos sustentáveis, a ecoeficiência foi cunhada no contexto industrial para guiar processos que gerassem menos poluição e utilizassem menos matéria-prima, sem perder a capacidade produtiva, ou mesmo aumentando-a.

Em certo ponto, a ecoeficiência passou a ser adotada como vantagem competitiva até mesmo por grandes empresas como DuPont e Monsanto (BRAUNGART; MCDONOUGH, 2002). Compreende-se, entretanto, que essa noção de sustentabilidade, apesar de proveitosa, não interfere no volume de produção de artefatos, apenas impactando o comportamento sustentável em alcance e período mais limitados que o desejado para uma transição genuína de pensamento. Isto posto, diversos conceitos foram elaborados para questionar a relação entre a fabricação de produtos e o consumo deles.

O professor Robin Roy, do Departamento de Design e Inovação da Open University (Reino Unido), ainda nos anos 2000 destacava o *ecodesign* como perspectiva emergente da preocupação com o equilíbrio entre a oferta de produtos e os efeitos sentidos no ecossistema. Enquanto abordagem, no *ecodesign* planejam-se produtos das etapas de pré-produção ao pós-consumo, ou seja, o ciclo de vida completo, almejando *performances* mais ecoeficientes (ROY, 2000).

O autor elenca ainda alguns métodos dessa perspectiva elaborados para auxiliar a prática ao longo dos processos produtivos, que se voltam para: escolha de matéria-prima renovável; diminuição de materiais na composição dos produtos; eliminação de processos poluentes; elaboração de embalagens, atividades logísticas, uso e manutenção dos produtos de baixo impacto ambiental; durabilidade dos produtos; e práticas de reaproveitamento e manejo após seu descarte.

Assim, o *ecodesign* conecta-se ao LCD debatido por Manzini e Vezzoli (2008), abordagem que expande o projeto de um produto para o projeto de um sistema-produto completo, de modo sistêmico, com o objetivo de avaliar cada etapa da produção para reduzir seus impactos ambientais. O LCD apresentado pelos autores compartilha de um conjunto de estratégias para o *ecodesign*, o que inclui a redução do uso de materiais e energia, prioriza recursos e processos ecocompatíveis, artefatos duráveis, valorização e reaplicação de materiais após o descarte e desmontagem para reaproveitamento dos componentes do produto.

Entre essas estratégias, a prioridade deve constar na minimização de recursos e no foco em materiais e processos de baixo impacto ambiental. Em determinados contextos, projetar objetos com maior durabilidade e estender a vida dos materiais que os compõem sobrepõe-se às primeiras estratégias apresentadas como mais importantes, muito embora sejam indesejadas pela indústria por seguirem na direção contrária de sua lógica produtiva (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p. 107).

De modo amplo, o *ecodesign* une preceitos dos campos da Ecologia e do Design ao representar um modelo para o desenvolvimento de práticas projetuais moderadas por requisitos ecológicos. Ao elaborarem essa definição, Manzini e Vezzoli (2008) expressam também a imprecisão do termo, em virtude da complexidade da atividade projetual no *design* e da abrangência da temática ambiental, por vezes levantando contradições entre teoria e prática, herdadas da própria incerteza sobre os termos que originam a expressão.

O *ecodesign*, sobretudo, ainda se submete ao modelo econômico convencional ao manter os padrões de produção e consumo intactos (ROY, 2000), o que retoma a reflexão apresentada por Manzini (2008) a respeito da transição de paradigmas para que o desenvolvimento econômico e o crescimento populacional não invalidem a regeneração e a preservação dos recursos da natureza. A seleção de materiais menos nocivos cumpre papel imprescindível no trajeto em busca da sustentabilidade, mas não garante efetividade se praticada de modo solitário.

Ambos os autores comentam a necessidade da adoção de práticas alternativas, como compartilhamento, aluguel ou assinatura de produtos e serviços, integrando um movimento de desmaterialização desses artefatos, o que eleva a sua ecoeficiência e a do seu sistema por completo (MANZINI; VEZZOLI, 2008, p. 53).

MATERIAIS E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Percebe-se que o uso dos materiais está atrelado às propriedades e aplicações deles, incrementadas constantemente pela tecnologia. Os materiais, cuja origem a princípio era apenas orgânica, passaram a ser modificados e, posteriormente, as descobertas, testes e sínteses possibilitaram utilizações em diferentes situações.

Partiu-se da madeira, ossos, pedras, entre outros, para metais, cerâmicas e demais materiais de composição avançada com propriedades distintas. Investigar e projetar a estruturação de materiais são tarefas da Ciência e da Engenharia dos Materiais, sendo essas áreas formas de acessar possibilidades para novos processos tecnológicos e construir dinâmicas alternativas para a existência humana, em uma sociedade complexa que demanda recursos igualmente intrincados (CALLISTER JR., 2008). Os esforços empregados pela Ciência e pela Engenharia dos Materiais desdobram-se em aplicações, sejam elas corriqueiras ou peculiares, por meio de atividades do *design* que visam materializar ideias.

No campo relativo à criação de artefatos, conhecer as propriedades dos materiais é a base para o desenvolvimento de soluções que considerem não somente as demandas econômicas, mas também as necessidades humanas e da esfera ambiental. Do ponto de vista dos trabalhos realizados pelos *designers* de produto, segundo as reflexões de Ashby e Johnson (2011), experimentar com materiais convencionais e novos tem influência também na criatividade dos profissionais e no visual do objeto:

Novos desenvolvimentos em materiais e processos são fontes de inspiração para *designers* de produto porque sugerem novas soluções visuais, táteis, esculturais e espaciais para o *design* de produto. Exemplos extraídos do passado recente são a capacidade de colorir e moldar polímeros para produzir peças brilhantes e translúcidas; [...] compósitos de fibra de carbono que permitem estruturas excepcionalmente delgadas e delicadas – e há muitos mais. Em cada um desses exemplos, produtos inovadores foram inspirados pela utilização criativa de materiais e processos. Portanto, os materiais desempenham dois papéis que se sobrepõem: o de proporcionar funcionalidade técnica e o de criar personalidade para o produto (ASHBY; JOHNSON, 2011, p. 4-5).

Produtos são, majoritariamente, compostos por mais de um material e substâncias complementares. Móveis, roupas, acessórios, carros e outros artefatos são fabricados em larga escala e estão em constante interação com o meio ambiente e o ser humano desde a Revolução Industrial, o que significa que esses inúmeros tipos de materiais e seus aditivos influenciam diretamente na saúde de pessoas e ecossistemas.

Essa realidade é alertada por Braungart e McDonough (2002), que enfatizam a urgência por escolhas provenientes de análises críticas, estrategicamente guiadas para mudanças, sobre o tipo de herança que a civilização moderna almeja deixar como legado. Questiona-se, portanto, por qual razão as lógicas de consumo e produção que priorizam materiais não renováveis, ou mesmo tóxicos, encontram dificuldades para serem substituídas por hábitos e matérias-primas mais saudáveis e seguros.

Assim, para abordar a importância do desenvolvimento e da aplicação dos materiais sustentáveis, torna-se necessário compreender o papel que os bens materiais e as dinâmicas de consumo carregam na sociedade moderna.

MATERIAIS E PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

Estudos de Manzini e Vezzoli (2008) sobre composições sustentáveis para os materiais e suas produções ecoeficientes tratam dessas temáticas como práticas que atendem a mais de um campo, no entanto, na visão dos autores, o foco no aspecto econômico ainda é o principal guia das investigações direcionadas ao desenvolvimento sustentável. Isso porque os recursos ambientais também representam um custo de produção, o que influencia diretamente no modo de consumo dos produtos.

Ashby e Johnson (2011), ao relacionarem os materiais e o *design* de produto, delinearam, como fatores principais de influência nessa relação, o mercado, a ciência e tecnologia, a sustentabilidade, o meio ambiente, o clima econômico de investimento e a estética. Cada uma dessas forças age de modo mais ou menos impactante que a outra, por vezes até conflitante. Nos fatores sustentabilidade e meio ambiente, os autores destacam tais quesitos como balizadores para todo produto criado por meio do *design*.

Ainda segundo os autores, utilizar a sustentabilidade como norteador para a escolha de materiais significa adotar estratégias para reduzir o emprego de matérias-primas, aplicar materiais provenientes de fontes cultiváveis, reduzir o uso de energia em transporte e processamento e, principalmente, estender a vida útil dos objetos. Entretanto o respeito ao meio ambiente no contexto industrial ainda significa adaptar processos projetuais existentes sem buscar um ajuste de pensamento mais duradouro. Tais procedimentos correspondem a uma janela de tempo mais curta do que o desejado se o intuito está em alcançar resultados efetivos para gerações futuras.

Os recursos naturais, muitas vezes percebidos como abundantes e infinitos, são adquiridos a baixo custo e sofrem extração descontrolada em prol de um conceito de crescimento econômico pautado na exploração de insumos ambientais. Considerando que as⁸ matérias-primas enfrentam escassez, o desafio contemporâneo seria o controle do uso desses recursos por meio da gestão de resíduos e do aumento do custo dos produtos para administração da demanda crescente por artefatos (MANZINI; VEZZOLI, 2008).

As percepções de progresso econômico para o mercado, e de felicidade e realização para os indivíduos, foram explicitamente atreladas, respectivamente, à produção maior e mais ágil de produtos e a uma expressiva e constante aquisição de artefatos e serviços. Diante dos reflexos provenientes da poluição excessiva e da exagerada exploração dos recursos naturais e do ecossistema, o modelo mercadológico contemporâneo torna-se inadequado.

Busca-se, portanto, uma transição de paradigma para uma perspectiva estratégica que mantenha a qualidade de vida das pessoas, sem comprometer permanentemente o ecossistema. Contudo deve-se considerar possíveis efeitos negativos dessa transição, se realizada sem cautela. A alternativa de elaborar materiais ecoeficientes para a composição de produtos não se configura como resposta definitiva aos problemas ecológicos, uma vez que

inovações objetivando ecoeficiência podem desencadear o aumento do consumo, tornando esses mesmos sistemas de produção difíceis de manter (MANZINI, 2008, p. 44).

Assim, a questão ambiental impõe às sociedades a busca de novas formas de pensar e agir, individual e coletivamente, e de novos caminhos e modelos de produção de bens, para suprir necessidades humanas. O uso de resíduos de fibra naturais torna-se uma estratégia interessante do ponto de vista da sustentabilidade e das relações sociais. Isso implica um novo universo de valores no qual esses resíduos naturais têm um importante papel a desempenhar.

FIBRA DE BANANEIRA

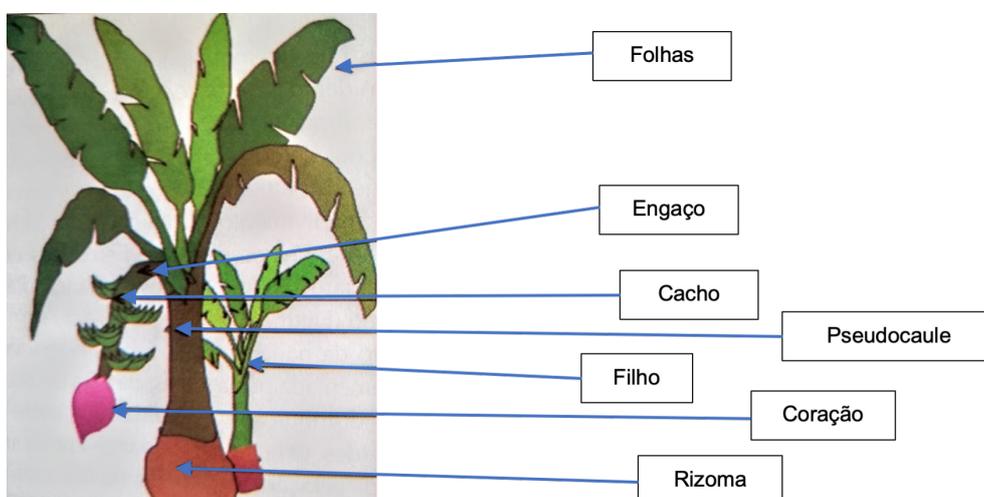
A banana é considerada uma das frutas de maior importância alimentar e econômica para muitos países. Comercializada praticamente durante o ano todo, seu plantio movimenta grande contingente de mão de obra e insumos, além de possibilitar um rápido retorno econômico. Em relação aos países produtores, o Brasil está entre os primeiros da lista liderada pela Índia e pela China.

Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2022), as exportações mundiais da fruta chegaram a cerca de 21 milhões de toneladas em 2019, completando o histórico de crescimento anual da produção do fruto. No entanto essa produção sofreu impacto recentemente por conta de fatores significativos, entre eles a pandemia de covid-19, causando queda de 1,5 milhão de toneladas nas exportações globais do ano de 2021, de acordo com o relatório preliminar da FAO (2022).

No Brasil, dada a adaptabilidade da bananeira a diferentes climas, a bananicultura está distribuída por todo o país, em menor ou maior escala. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou uma produção de mais de 6,6 milhões de toneladas de cachos, resultando num valor superior a 8,6 milhões de reais em 2020. Entre os estados que mais produzem estão São Paulo, Bahia e Minas Gerais, somando uma produção de mais de 3,5 milhões de reais, e as cidades Cajati (SP), Jaíba (MG) e Bom Jesus da Lapa (BA) são as principais produtoras dos respectivos estados (IBGE, 2020).

A bananeira é formada por diferentes componentes, sendo eles o rizoma (ou caule), as folhas, o cacho, a inflorescência, o sistema radicular e o pseudocaule, conforme mostrado na figura 1. O pseudocaule recebe esse nome pois, apesar de estar acima do solo, não é o caule verdadeiro da planta. O rizoma e o caule real são os componentes que dão origem ao pseudocaule, formado por bainhas foliares.

Figura 1 – Morfologia da bananeira



Fonte: Adaptado de Donato, Borém e Rodrigues (2021, p. 24)

No ciclo de crescimento, as bananeiras agrupam-se e cada planta é nomeada por ordem cronológica de nascimento, sendo planta-mãe, planta-filha e planta-neta. A formação do cacho cessa o desenvolvimento da bananeira, portanto não ocorrem novas formações de frutos na planta-mãe, apenas nas demais plantas do agrupamento, de acordo com o avanço de seu crescimento. Dessa forma, logo após a colheita do cacho, realiza-se o corte do pseudocaule da planta-mãe. Donato, Borém e Rodrigues (2021) explicam que na literatura não existe consenso a respeito do momento ou altura ideais para o corte do pseudocaule da bananeira, visto que fatores como estrutura genética, clima e localização da plantação influenciam nos resultados dessa ação.

O pseudocaule da bananeira, ilustrado na figura 2, interessa a este estudo uma vez que dessa parte da planta são extraídas as fibras utilizadas para fins diversos, como a aplicação em produtos artesanais e o reforço de compósitos. A necessidade do corte do pseudocaule da bananeira configura esse material como resíduo de origem natural e renovável, sendo matéria-prima para novos produtos, o que justifica seu uso para desenvolver artefatos orientados pela sustentabilidade. Rodrigues *et al.* (2010) demonstram que na colheita de um bananal no norte de Minas Gerais os resíduos culturais formados por rizoma, pseudocaule e folhas podem chegar a cerca de 241 kg, que, somados a vários ciclos e mais hectares de plantação, alcançam toneladas de matéria orgânica depositada no solo. A escolha por matérias-primas dessa natureza alinha-se, assim, às estratégias de LCD desenvolvidas por Manzini e Vezzoli (2008) e apresentadas anteriormente.

Figura 2 – Pseudocaule da bananeira



Fonte: Primária

USOS E PROPRIEDADES DA FIBRA DE BANANEIRA

A fibra extraída do pseudocaule da bananeira possui elevado potencial de aplicação em artefatos, de acordo com as tecnologias empregadas para seu processamento. Pinheiro (2021) destaca o uso desse material em painéis e compósitos, na indústria de papel, na construção civil, na proteção e recuperação de áreas degradadas do solo e na indústria têxtil. Em áreas próximas a bananais, a grande quantidade de resíduos gerada pela colheita costuma ser aproveitada em trabalhos artesanais, pois a matéria-prima é abundante e possibilita geração de renda complementar para comunidades locais, conforme aponta Santos (2005, p. 59).

Borges (2011) registra que, em geral, fibras vegetais são utilizadas com mais ênfase para artesanato no Norte e Nordeste do Brasil, sendo os estados do Piauí e Maranhão os que apresentam oferta mais diversificada dessa matéria-prima. Na capital maranhense, grupos de

artesanato como OCA Maranhão, ONG Arte Mojó e Madesol empregam diferentes técnicas para trabalhar a fibra de bananeira e produzir cestos, papel para artigos de papelaria, baús, tiaras, bolsas, jogos americanos, entre outros produtos.

Ainda na esfera do trabalho artesanal, na Região Sudeste, especificamente no estado de Minas Gerais, partes distintas do pseudocaule da bananeira, como a casca, a renda e a fibra, são trabalhadas por artesãos individuais ou por grupos como a Cooperativa Gente de Fibra, o Grupo Rendingha e o Grupo Fibra e Arte. Os artesãos aplicam esses resíduos de bananeira integralmente em trançado ou combinados a outros elementos, tais como massa de papel *Kraft*, madeira e materiais reciclados para formar pratos, acessórios decorativos, esteiras, luminárias, caixas, telas e demais objetos de uso doméstico (SEBRAE/MG, 2010).

A revisão sistemática de literatura apresentada por Crossan e Apaydin (2010), utilizada nesta pesquisa, identificou artigos, teses e dissertações nas plataformas SciElo, Blucher Proceedings e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), publicados no Brasil entre 2014 e 2022. Tal levantamento identificou 53 investigações, das quais oito foram selecionadas, após a leitura inicial dos resumos, nas áreas de Design, Engenharia de Materiais, Engenharia Química, Ciências Ambientais e Ciência de Alimentos. Dos oito trabalhos selecionados, seis não apresentaram conteúdo relacionado a produtos feitos de fibra de bananeira, portanto também se analisaram neste artigo informações sobre as propriedades do material e seu potencial de utilização em artefatos, considerando os critérios orientados pela sustentabilidade e para o comportamento sustentável.

Na maioria das pesquisas, a fibra de bananeira foi testada como componente alternativo em compósitos com o intuito de aperfeiçoar as propriedades de polímeros. A maior parte dos pesquisadores justifica o emprego da fibra de bananeira por seu baixo custo e apelo ambiental, uma vez que essa matéria-prima é renovável e proveniente de resíduos agrícolas. Becker, Kleinschmidt e Balzer (2014) estudaram a fibra junto do policloreto de vinila (PVC); Nery, Santos e José (2018) avaliaram o Poli-3-hidroxi-butirato; Gonçalves (2014) adicionou a fibra de bananeira a uma blenda de Politereftalato de etileno e polietileno de alta densidade; Jacometti (2015) e Silva (2018) dedicaram-se às experimentações com amido. Essas pesquisas incluíram testes para avaliação de propriedades mecânicas, térmicas, morfológicas e químicas.

Gonçalves *et al.* (2014) e Pinheiro (2021) realizaram testes apenas com a fibra de bananeira *Musa velutina* e *Musa sp*, respectivamente, sem componentes adicionais. Nessas pesquisas, o objetivo dos autores concentrou-se na caracterização da fibra e análise dos processos químicos de beneficiamento para exploração de possibilidades no campo dos tecidos e materiais. Sette e Morgenstern (2018) também estudam a fibra de bananeira para produtos têxteis feitos artesanalmente, entretanto o viés das investigações de tais pesquisadoras envolve igualmente aspectos sociais, mercadológicos e ambientais da produção artesanal, relevantes pelas problemáticas inseridas no *design* para o comportamento sustentável tratadas no tópico correspondente deste estudo.

Os trabalhos analisados apresentaram diferentes abordagens em pesquisas e aplicações da fibra de bananeira. As principais observações sobre o conteúdo das investigações foram organizadas no quadro 1.

Quadro 1 – Pesquisas identificadas utilizando a fibra de bananeira

Tipo	Título	Autores/ano	Observações
Artigo	Compósitos de PVC rígido e fibras de bananeira: efeito do tratamento da fibra	Becker, Kleinschmidt e Balzer (2014)	Estudos comparativos entre PVC e compósitos com fibra tratada e sem tratamento mostraram diferenças nas propriedades mecânicas e na absorção de água dos materiais. Não houve mudança significativa nas propriedades térmicas. O tipo de tratamento da fibra pode influenciar na resistência ao impacto e à tração.
Artigo	Desenvolvimento e caracterização de biocompósitos de polihidroxibutirato e fibra de bananeira	Nery, Santos e José (2018)	Estudos comparativos entre amostras de PHB acrescido de 5% e 10% de fibras de bananeira mostraram aumento da estabilidade térmica. O compósito PHB + 5% de fibra apresentou maior resistência a tração, flexão e impacto que os demais. Destaca-se a importância da homogeneização dos materiais, pois a interação das fibras com a matriz influencia as propriedades mecânicas do material. Tratamentos químicos na fibra aumentaram a adesão à matriz do compósito.
Artigo	Caracterização mecânica de fibra de bananeira roxa (<i>Musa velutina</i>)	Gonçalves <i>et al.</i> (2014)	Estudou-se a fibra de bananeira roxa natural com tratamento alcalino para retirada das impurezas da fibra. Tal processo auxiliou na sua adesão a outros materiais e aumentou a flexibilidade e resistência à tração nesse material.
Artigo	Produção artesanal com fibras naturais e abordagem social: perspectivas sustentáveis	Sette e Morgenstern (2018)	O estudo mostrou apontamentos sobre o uso das fibras em artefatos diversos e fios têxteis, com possibilidade de inserção dos produtos em mercados internacionais por meio de parcerias institucionais.
Dissertação	Fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis	Pinheiro (2021)	O estudo caracterizou a fibra de bananeira para desenvolver fios têxteis para produtos de moda e processos de tingimento. Foram apresentadas conexões entre o <i>design</i> e o trabalho artesanal, bem como exemplos da aplicação de tecidos com fibra de bananeira em produtos de moda.
Dissertação	Desenvolvimento de compósitos a base de blenda de PET reciclado/PEAD reforçados com fibra de bananeira	Gonçalves (2014)	Foram analisadas as características dos materiais separadamente (PET, PEAD, blenda de PET/PEAD e fibra de bananeira), com posteriores estudos do compósito de PET/PEAD reforçado com fibra de bananeira. Os estudos justificaram a aplicação da fibra vegetal como reforço, demonstrando aperfeiçoamento da resistência à tração e flexão no compósito estudado. A resistência a impacto, no entanto, mostrou-se inferior quando comparada ao polímero sem adição da fibra de bananeira. A autora aponta possibilidades de aplicações do material na indústria.

Continua...

Continuação do quadro 1

Tipo	Título	Autores/ano	Observações
Dissertação	Polpa de fibra de bananeira para produção de polímeros de bioplástico	Silva (2018)	As quatro amostras receberam diferentes quantidades de amido e fibra de bananeira. As amostras com maior quantidade de fibra apresentaram maior resistência e menor biodegradação.
Tese	Utilização de resíduo fibroso do pseudocaule de bananeira na produção de bandejas biodegradáveis de amido de mandioca por processo de termoformagem	Jacometti (2015)	Pesquisou-se a homogeneização de amido e fibra de bananeira em um compósito para a produção de bandejas feitas com este material. A pesquisa também incluiu uma produção de teste das bandejas. A adição da fibra reduziu a resistência mecânica das amostras. Sugere-se que as bandejas resultantes dos testes de produção sejam utilizadas para conter produtos secos devido à alta absorção de líquido do compósito. No estudo também se propõe a realização de investigações posteriores em tratamentos químicos/físicos para a redução do aspecto hidrofílico do compósito.

Fonte: Primária

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme corrobora a literatura levantada neste artigo, há interesse contínuo e crescente em matérias-primas naturais, renováveis e atóxicas para o desenvolvimento de produtos, tanto em Design quanto em Engenharia de Materiais. Vale destacar que o interesse em testar e validar o uso de matérias-primas alternativas necessita dos esforços de outros setores, seja industrial, comercial, social ou político, a fim de possibilitar o aperfeiçoamento das pesquisas e a aplicação desses materiais em produtos, necessidades que Pinheiro (2021) também enfatiza.

Nos trabalhos acessados, a aplicação de materiais como a fibra de bananeira em compósitos é respaldada pela sustentabilidade em seu viés econômico. A redução da quantidade de polímeros como matriz e a substituição de materiais sintéticos por fibras naturais como reforço são dadas em função do baixo custo das matérias-primas naturais. Tratando-se da fibra de bananeira, os custos com esse material são reduzidos pela origem proveniente de resíduos agrícolas gerados em grande quantidade, sem possuir outra destinação específica a não ser adubação e proteção contra pragas no próprio bananal.

Sobre tal ponto, Manzini e Vezzoli (2008) alertam para o equilíbrio entre as variáveis econômica e ambiental, o qual exige mudança de paradigma econômico para prevenir a escassez de recursos ocasionada por altas demandas de produção e consumo de bens. Portanto, é necessário empregar esforços também no ajuste da atual dinâmica de produção, compra e venda de produtos. Compreende-se que a efetividade da aplicação de matérias-primas renováveis em produtos será comprometida se custos reduzidos conduzirem a extrações desenfreadas.

O estudo e a utilização de materiais provenientes de recursos renováveis apresentam-se como estratégia positiva que se soma ao caminho de transição para comportamentos e práticas verdadeiramente sustentáveis. Espera-se que o presente levantamento contribua com reflexões críticas em favor do comportamento sustentável, especialmente no campo do *design*, para o desenvolvimento de novos artefatos, mediante as perspectivas obtidas por meio das investigações focadas no emprego da fibra de bananeira em compósitos e produtos de uso cotidiano.

REFERÊNCIAS

- ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e design**: a arte e ciência da seleção de materiais no projeto do produto. Elsevier Brasil, 2011.
- BECKER, D.; KLEINSCHMIDT, A. C.; BALZER, P. S. Compósitos de PVC rígido e fibras de bananeira: efeito do tratamento da fibra. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 257-265, 2014. ISSN 1517-7076.
- BORGES, A. **Design + Artesanato**: o caminho brasileiro. São Paulo: Editora Terceiro Nome, 2011.
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to cradle**: remaking the way we make things. North Point Press, 2002. ISBN 0-86547-587-3.
- CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. Tradução de Sérgio Murilo Stamile Soares. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2008.
- CROSSAN, M.; APAYDIN, M. A multi-dimensional framework of organizational innovation: a systematic review of the literature. **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 6, p. 1154-1191, 2010. DOI 10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x.
- DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M. G. V. (ed.). **Banana**: do plantio à colheita. Belo Horizonte: Epamig, 2021.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Banana market review** – Preliminary results 2021. Roma: FAO, 2022.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONÇALVES, A. P. B. **Desenvolvimento de compósitos a base de blenda de PET reciclado/PEAD reforçados com fibra de bananeira**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- GONÇALVES, A. P. B. *et al.* Caracterização mecânica de fibra de bananeira roxa (*Musa velutina*). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 21., Cuiabá, 2014. p. 2829-2836.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de banana**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- JACOMETTI, G. A. **Utilização de resíduo fibroso do pseudocaule de bananeira na produção de bandejas biodegradáveis de amido de mandioca por processo de termoformagem**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- MANZINI, E. **Design para inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Tradução de Astrid de Carvalho. 1. ed. 2. reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- NERY, T. B. R.; SANTOS, Z. I. G.; JOSÉ, N. M. Desenvolvimento e caracterização de biocompósitos de polihidroxibutirato e fibra de bananeira. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, 2018. ISSN 1517-7076.
- ONO, M. M. *Design*, cultura e identidade no contexto da globalização. **Revista Design em Foco**, v. 1, n. 1, p. 53-66, jul./dez. 2004. ISSN 1807-3778.

PINHEIRO, L. F. **Fibra de bananeira (*Musa sp.*):** processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis. 2021. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

RODRIGUES, M. G. V. *et al.* Distribuição da biomassa e minerais em “família” de bananeira “prata-anã” adubada com zinco via broto desbastado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 599-611, jun. 2010.

ROY, R. Sustainable product-service systems. **Futures**, v. 32, n. 3-4, p. 289-299, abr. 2000. DOI 10.1016/S0016-3287(99)00098-1.

SANTOS, K. M. P. **A atividade artesanal com fibra de bananeira em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira (SP).** 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SANTOS, A. P. B.; JARDIM, N. R. T. Biocompósito de resíduo de jupati aplicado a produtos artesanais. **Blücher Design Proceedings**, São Paulo: Blücher, v. 6, n. 3, p. 424-435, 2019. Trabalho apresentado no 7.º Simpósio Design Sustentável, 2019, Recife. ISSN 2318-6968. DOI 10.5151/7dsd-2.2.039.

SEBRAE/MG – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS. **Catálogo de tipologia:** fibras. Belo Horizonte: SEBRAE/MG, 2010.

SETTE, S. S. K.; MORGENSTERN, E. Produção artesanal com fibras naturais e abordagem social: perspectivas sustentáveis. **Blücher Design Proceedings**, São Paulo: Blücher, v. 4, n. 4, p. 119-131, 2018. Trabalho apresentado no 6.º Gampi Plural. ISSN 2318-6968. DOI 10.5151/gampi2017-11.

SILVA, I. C. R.; OLIVEIRA, A. K. F. Fibra de piaçava: possibilidades no *design* sustentável e economia circular. **Blücher Design Proceedings**, São Paulo: Blücher, v. 8, n. 5, p. 928-942, 2020. Trabalho apresentado no Colóquio Internacional de Design, 2020. ISSN 2318-6968. DOI 10.5151/cid2020-71.

SILVA, J. G. **Polpa de fibra de bananeira para produção de polímeros de bioplástico.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2018.

SOUSA, R. C.; PERPÉTUO, N. C. F. Fibra de buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.): características e aplicações. **Blücher Design Proceedings**, São Paulo: Blücher, v. 9, n. 2, p. 4316-4326, 2016. Trabalho apresentado no 12.º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. ISSN 2318-6968. DOI 10.5151/despro-ped2016-0371.

WEARN, Y. N.; MONTAGNA, L. S.; PASSADOR, F. R. Compósitos de fibra de coco/LDPE: efeito do tratamento superficial das fibras de coco em compósitos verdes. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, 2020. ISSN 1517-7076.