



BIOCOMPÓSITO DE FIBRA DE COCO E MAMONA APLICADO AO DESIGN DE ÓCULOS

Caio Canarin Mroninski, graduando do curso de Design
com ênfase em projeto de produtos na
Universidade do Extremo Sul Catarinense
E-mail: canarinmroninski@gmail.com

Fabio Costa Brodbeck,
Especialista em Design com habilitação em projeto de produto
Universidade do Extremo Sul Catarinense
E-mail: fabiobrodbeck@unesc.net

Resumo

O presente artigo faz uma análise do mercado nacional de coco verde, focado na falta de um bom planejamento de controle de resíduos e relacionado ao alto volume de descarte inadequado da fruta, principalmente nas regiões litorâneas do Brasil, onde o consumo predomina. Com a finalidade de conceber um material biocompósito que mescla a fibra natural extraída do mesocarpo do coco verde e a resina de mamona, o projeto analisou a cadeia produtiva da fibra de coco e os produtos comercializados, afim de identificar os atributos físicos e estéticos dos produtos existentes e transmitir ao projeto que resultou na aplicação do biocompósito de coco na produção de armação de óculos, atendendo a premissa de usar o conceito *upcycle* para gerar valor no processo de transformação.

Palavras-chave: coco verde; biopolímeros; compósitos; óculos;

Abstract

This article analyzes the national market for green coconut, focused on the lack of good waste control planning and related to the high volume of inadequate fruit disposal, especially in coastal regions of Brazil, where consumption predominates. In order to design a biocomposite material that mixes the natural fiber extracted from the green coconut mesocarp and the castor resin, the project analyzed the coconut fiber production chain and the commercialized products, in order to identify the physical and aesthetic attributes of the products and transmit to the project that resulted in the application of coconut biocomposite in the production of eyeglass frames, taking into account the premise of using the *upcycle* concept to generate value in the transformation process.

Keywords: green coconut; biopolymers; composites; glasses;

1 Introdução

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de Coco Verde, seu consumo predomina nas cidades litorâneas do nordeste e sudeste brasileiro e é elevado especialmente no verão, nas praias, diretamente da fruta por quem busca frescor e hidratação.

Diante da alta demanda e por se tratar de uma fruta é comum que as pessoas tratem o resíduo orgânico supondo que logo retornará para a natureza de maneira natural, por isso encontrar as cascas dos restos do consumo descartados de maneira incorreta e diretamente na natureza se tornou algo comum, principalmente em praias. Em contrapartida, pesquisas apontam que a decomposição do coco é difícil e seu tempo é elevado e gerando um notável transtorno ao se analisar o volume sólido que é acarretado.

A fibra de coco é um dos resíduos gerados neste processo, retirada do mesocarpo, as fibras representam em média sessenta por cento do volume total do coco e seu uso pouco explorado atualmente é relacionado à artigos de jardinagem, biomanta de proteção ao solo e vasos de xaxim em forma de substrato natural. Recentemente novas alternativas de processamento, acabamento e aplicação estão sendo analisadas pela indústria, a fim de substituir ou minimizar o impacto de materiais altamente processados, como derivados de petróleo, por exemplo.

Ainda que seja uma matéria de origem biológica, os resíduos gerados no pós-consumo do coco verde, seja na produção de alimentos ou na coleta da água, apresentam um grande volume que se transformam em lixo orgânico. Uma matéria que apresenta uma difícil degradação e um processo que leva mais de oito anos para ser concluído (CARRIJO et al., 2002).

A grande disponibilidade do material e seu valor relativamente baixo, fazem da fibra de coco um material em potencial no desenvolvimento econômico e social na elaboração de novos materiais e produtos.

A fibra do coco maduro já vem sendo utilizada na agricultura e na indústria, por sua vez, a fibra da casca do coco verde, que ainda não vem sendo amplamente utilizada, poderá se tornar matéria-prima importante na produção de compósitos poliméricos. A facilidade de produção, baixa densidade e alta disponibilidade são as vantagens apresentadas por esta fibra (ISHIZAKI, 2006)

Nos últimos anos a indústria e as universidades tem investido esforços para buscar e analisar alternativas que gerem menor impacto ambiental e destinem a uma nova classe

de materiais compósitos, denominados ecocompósitos ou biocompósitos. (GUTIERREZ, Miguel C. et al, 2012).

Com o objetivo de investigar o uso desses biocompósitos e a aplicação ao design de produtos, a pesquisa teve a finalidade de desenvolver um meio de aproveitamento para essa grande quantidade de matéria orgânica descartada e gerar valor no processo de transformação do produto.

2 Metodologia

Buscando expandir os conhecimentos referente a fibra de coco e a sua devida extração, transformação e descarte foi realizado uma pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa e de natureza aplicada, almejando sugerir uma hipótese de solução para o problema enfrentado nas regiões litorâneas e produtoras da fruta.

A metodologia selecionada foi o Design Thinking, que visa solucionar problemas por meio de um processo simples e prático, tendo como ferramenta o Diamante Duplo — uma adaptação do modelo de divergência-convergência proposto em 1966 pela linguista húngaro-americana Béla H. Bánáthy e apresentado em 2005 pelo British Design Council. O Diamante Duplo consiste em uma forma visual de exemplificar e organizar o processo de desenvolvimento criativo do designer na resolução de problemas, partindo da imersão a solução do problema de modo rápido e eficiente dividindo o processo em quatro etapas: descobrir, definir, desenvolver e entregar.

“O Design Thinking, ou pensamento de Design, é uma abstração do modelo mental utilizado há anos pelos designers para dar vida a ideias. Esse modelo mental e os seus poderosos conceitos podem ser aprendidos e utilizados por qualquer pessoa e aplicados em qualquer cenário de negócio ou social” (PINHEIRO apud BROWN, 2010)

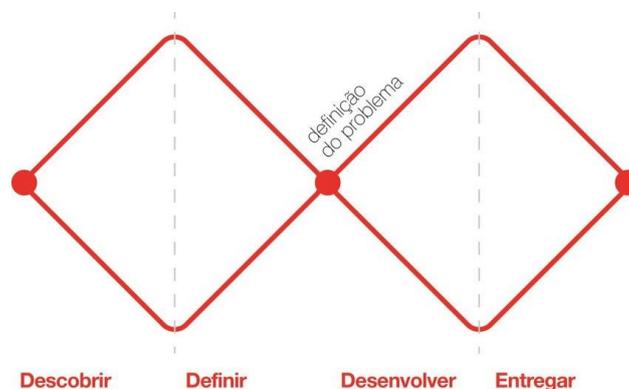


Figura 1: Diamante Duplo

Figura 2: Fonte: Design Council,

Durante a etapa de descoberta, ferramentas como: análise do problema, análise do ciclo de produto e análise de tendência foram fundamentais no aprofundamento da temática e no auxílio da definição da solução.

3 Materiais biocompósitos

Atualmente, muito se discute sobre a substituição de materiais que agridem o meio ambiente, por fontes de menor impacto e de origem renovável. Em razão disto, a introdução de compósitos poliméricos compostos por uma matriz polimérica e reforços naturais, classificados como bio polímeros ou biocompósitos, têm se tornado fonte de estudos cada vez mais frequente, uma vez que dependendo da maneira como é utilizado, apresenta melhorias significativas nas propriedades mecânicas do material, agregando flexão, rigidez e resistência.

Hull (1981) define os compósitos como “materiais heterogêneos e multifásicos, resultantes da combinação de dois ou mais componentes insolúveis entre si, que diferem nas propriedades físicas e químicas de cada um.” Onde o composto é formado por duas partes, uma com a função de empregar resistência, chamado de agente de reforço e que no caso de biocompósitos em questão, se refere as fibras e outro geralmente caracterizado por uma matriz polimérica que age como meio de transferência de cargas do esforço.

Dentro deste pensamento sobre reforços:

O uso de fibras como agente de reforço, especialmente em compósitos poliméricos, é bastante estudado devido às características que são vantajosas para a indústria, sendo o aumento na resistência mecânica e a redução na densidade do produto final, alguns dos fatores mais considerados (BENÍTEZ et al., 2013; KU et al., 2011)

Pesquisas do laboratório Afinko (2016), apontam que a aplicação de materiais biocompósitos é primordial na promoção da redução dos impactos ambientais oriundos do alto consumo de materiais sintéticos, uma vez que o material é composto por uma ou mais fontes naturais. Diminuindo a quantidade de resíduos desperdiçados e valorizando a cadeia produtiva sustentável, além de reduzir custos na produção de materiais plásticos.

4 O coco verde

A produção brasileira de coco verde está entre os quatro maiores em nível mundial, ficando atrás somente da Indonésia, Filipinas e Índia. Segundo Martins (2011) “Entre os

períodos de 1990 a 2009, o Brasil passou do décimo ao quarto maior produtor mundial, e as perspectivas de crescimento tanto na produtividade quanto na abrangência do mercado aumentam a cada dia”.

No Brasil, são cultivadas as variedades Gigante, Anã e Híbrido com proporção de área planta de 70%, 20% e 10%, respectivamente, tendo o Gigante com produção destinada ao uso culinário, o coqueiro anão direcionado ao consumo da água de coco e o híbrido podendo ser utilizado para água de coco e polpa — também chamada de albúmen sólido (FRUTAS DO BRASIL, 2002).

O consumo é concentrado nas cidades litorâneas, na beira da praia e se dá na maioria das vezes de forma “*in natura*” quando se ingere a água diretamente da fruta que após consumida em geral é descartada em lixeiras públicas produzidas em material plástico e por sua vez, não suportam o peso e rigidez do coco, ficando danificadas e induzindo muitas pessoas à descartarem o resíduo diretamente na natureza, na crença de que sua decomposição não irá gerar problemas.

“O acúmulo dos cocos descartados, acrescido do fato de não poderem ter seu volume reduzido (por causa da dureza), trazem dificuldades logísticas e ambientais. Mesmo quando transportado para locais de disposição, por causa de seu longo tempo de decomposição, diminuem o tempo de vida útil dos lixões e dos aterros sanitários”. (SILVA, 2014)

Tal situação, se tornou um grande problema socioambiental de grandes proporções. Segundo o Professor Eraldo Martins, em Recife (PE), estima-se que 70% do lixo gerado na faixa litorânea seja proveniente do coco.



Figura 2: Lixo jogado em praia de São Luís é recolhido pela manhã por equipe municipal de limpeza — Foto: Douglas Júnior / Prefeitura de São Luís

Atualmente, não há um meio tecnológico eficiente no processo de reciclagem de coco, apesar de estabelecido pela Lei Nº 12.305/2010, que todos os produtores elaborarem um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, esclarecendo como pretendem proceder com a destinação correta dos resíduos gerados no setor. Na prática não funciona de forma efetiva e muitos empresários acabam não realizando por conta dos altos custos do processo.

Em uma situação ideal, seria desejável que os cocos fossem processados,

viabilizando assim a redução do volume e acelerando o processo de decomposição dos resíduos em aterros sanitários. O processamento torna viável a separação do material fibroso e o reaproveitamento na produção de biocompósitos, por exemplo.

As fibras de coco são extraídas durante o processo de decomposição da fruta, também conhecido como “*retting*”. O coco fica submerso em água durante um determinado período com o intuito de facilitar a extração das fibras, em seguida os frutos são abertos e a separação das fibras é realizada com o auxílio de lâminas. (TOMCZAK, 2010).



Figura 3: Estrutura morfológica do coco verde
Fonte: Embrapa

Para Corrandini et al. (2009, p4) “[...] as propriedades mecânicas das fibras de coco verde apresentam resistência mecânica próximas das fibras de coco maduro, demonstrando que essas fibras possuem potencial semelhante para algumas aplicações, tais como reforço em compósitos com polímeros naturais e sintéticos. [...]” o autor complementa afirmando que se trata de fibras com alto teor de lignina, excelente qualidade e flexibilidade.

O biocompósito de coco verde é resultado de uma proporção entre o reforço de fibras naturais do coco, extraídas do mesocarpo e responsáveis pela estrutura e resistência mecânica do compósito e a resina de poliuretano vegetal que possui como base a mamona.

5 Resina de mamona

Ainda que seu uso não seja vastamente explorado, a resina de poliuretano vegetal derivada do óleo de mamona e atualmente é estudada em razão das suas características naturais e sustentáveis. Uma resina biodegradável e com um processo

de fabricação menos poluente ao meio ambiente. O que agrega ao produto final um caráter sustentável e menos nocivo ao seu ecossistema.

Do tipo bi-componente, a resina é composta por um pré-polímero e um polioliol que segundo dados fornecidos pela empresa produtora, IMPERVEG®, resulta em polímeros com estabilidade físico-química, elasticidade, impermeabilidade e resistência aos raios ultravioleta. Com excelente penetração nos poros da superfície, estanqueidade a líquidos e gases e alta durabilidade. Após a cura possui coloração âmbar e resistência ao calor e por isso pode ser submetida a temperaturas de até 210°C sem promover eventuais perdas de massa.

De acordo com Negrão (2008, p. 37, apud MILANESE, 2008), “A mamona – *Ricinus Communis* – é uma planta abundante no Brasil, e pode ser encontrada em regiões tropicais e subtropicais – com baixa umidade –, tendo como principais produtores, Brasil, China e Índia. O óleo de mamona é um recurso natural, renovável e um triglicerídeo natural – não alimentar – e com forma de líquido viscoso. Pode ser aplicado como matéria-prima para tinta, revestimento e lubrificante, e utilizado para sintetizar resinas”.

6 Ciclo de Vida do Produto

Segundo a NBR ISO14040, o ciclo de produto consiste em “Estágios sucessivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou geração de recursos naturais à disposição final”.

Atualmente a maneira mais tradicional, incutida nas culturas organizacionais é a gestão de ciclo *cradle to grave* (do berço ao túmulo). Um ciclo fechado e unidirecional, focado no consumo e que encerra o processo de desenvolvimento sem o planejamento do que irá acontecer após o consumo. Um ciclo que é interrompido e culmina em um grande volume de lixo descartado de maneira incorreta, não havendo a possibilidade de ocorrer um processo de reciclagem eficiente.

MCDONOUGH, *et al.*, (2002) questiona este ciclo e propõe um conceito de metabolismo composto por um biociclo que abrange os recursos extraídos da natureza e responsável por garantir que a matéria retorne de maneira sadia e natural, como por exemplo, as embalagens biodegradáveis. E um tecnociclo, planejado com a finalidade de ser um ciclo fechado, composto por materiais sintéticos, quimicamente processados e minerais de alta tecnologia, circulando em uma produção perpétua de recuperação refabricação.



Figura 4: Ciclos biológico e técnico da Teoria Cradle to Cradle®
Fonte: Adaptado da C2C Platform (2017)

Reduzir, reciclar, reutilizar, são as diretrizes principais dentro da proposta do berço ao berço. Um reflexo da preocupação com o meio ambiente, que a partir dos anos 90 ao se descobrir que os consumidores estavam realizando compras baseadas em fatores ambientais, tornou-se uma das questões pertinentes na Europa e nos EUA. Esse tipo de consumidor foi apelidado de “*Green Consumer*” e foi responsável por estabelecer mudanças no que se diz respeito ao design das embalagens, desenvolvimento de produtos, método de produção, usabilidade e descarte. (Lampe & Gazda, 1995).

Conceitos como *upcycling* emergiram deste mesmo período, com a intenção de obter a reinclusão de um produto ao início da sua cadeia de transformação e proporcionar uma nova ou melhor função ao material que seria descartado, com a intenção de valorizar o material. Diferente de um processo de reciclagem comum “um item que passou pelo *upcycle* normalmente possui uma qualidade igual ou melhor que a de seu original” (ECYCLE, 2019).

“O gerenciamento de fim de vida dos produtos tornou-se recentemente um problema crítico de negócios. Uma das possíveis estratégias de fim de vida é a remanufatura, que pode fornecer uma vantagem competitiva através da economia de material e energia”. (MICHAUD e LLERENA, 2011 p.409).

Este produto não deve remeter a algo que foi feito de lixo, mas sim agregar valor e tornar-se desejável pelo consumidor. Para assim demonstrar que é possível criar uma experiência agradável em usuários potenciais com um produto que foi criado a partir de matéria prima descartada (DAMACENO, Andréia dos Santos, 2014)

7 Análise de produtos existentes no mercado

Observando os produtos que são desenvolvidos a partir da extração das fibras e que já estão presentes no mercado, foi realizado uma análise de processos e usos do material.

Um dos usos mais comuns e expressivos é a biomanta, um material destinado ao uso em margens de rios, canais, rodovias e superfícies desprotegidas. Inserido no solo como base de drenagem, sua serventia é promover proteção contra o efeito de agentes erosivos e redução de umidade.

Ao iniciar o processo natural de decomposição, a biomanta se transforma em uma camada fértil, servindo como adubo e favorecendo o crescimento de novas vegetações.



Figura 5: Estrutura morfológica do coco verde
Fonte: Embrapa

Disponível em: <http://www.urutagua.uem.br/005/22eco_senhoras.htm>

Existe uma larga utilização de xaxins da casca do coco verde, na construção de painéis, cestas e vasos com a fibra *in natura*. MORITZ *et al.* (2016) relata que o processo de transformação, na maioria das vezes, é de forma artesanal sendo necessário mão-de-obra dotada de força braçal para descascar o coco.

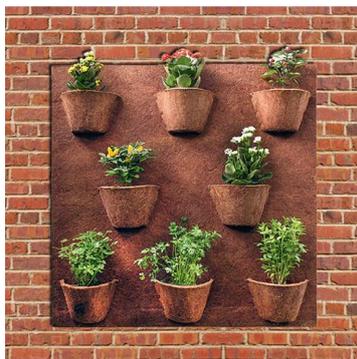


Figura 6: Vasos de fibra de coco
Fonte: Blog Flora Morumby

Na indústria plástica, bioplásticos com cargas equivalentes de polipropileno e fibra de coco foram desenvolvidos e embora ainda seja um produto plástico, Senhoras

(2004), afirma que “os biopolímeros compostos com fibras tratadas tanto por base quanto por ácido, apresentam uma maior facilidade de biodegradação”, além do mais, entende-se que o aspecto de objeto reciclado favoreça o conceito de sustentabilidade, modificando a maneira como o consumidor interage com o produto.



Figura 7: Caneca de Bioplástico
Fonte: Aqualoja

Alexandre (2005) apresenta como um dos exemplos, o uso de fibras aplicados no desenvolvimento de painéis de automóveis, uma opção estudada pelas montadoras, com o objetivo de reduzir custos produtivos e diminuir o uso de materiais não renováveis. Silva (2003) menciona o uso de fibras vegetais em estofamentos de veículos de primeira linha da montadora alemã, Mercedes Bens, que investe também em estudos sobre a utilização de bioplásticos em veículos.

8 Análise de tendências de produtos existentes no mercado

A análise de tendências busca identificar padrões de predisposições e aplicações de novas tecnologias. Esta análise serve para estabelecer parâmetros e visualizar as áreas de aplicação em que o material em questão (fibra de coco) já está sendo empregado, identificando os potenciais positivos e negativos de cada situação de uso. Nesta etapa, se torna possível a identificação do perfil do consumidor interessado pela aplicação.

Desenvolvido pela designer Manuela Yamada, o projeto Botiá é um sistema de embalagens para alimentos produzidas com fibra de coco e amido de mandioca, responsável por atuar como aglutinante, tornando a embalagem um produto cem por cento natural e biodegradável, com rápida degradação e baixo custo produtivo, uma vez que não necessita do emprego de equipamentos tecnológicos.



Figura 8: Projeto Botiá

Fonte: Amenidades do Design

Disponível em: <http://www.amenidadesdodesign.com.br/2013/04/botia-criando-com-fibra-de-coco.html>

Acadêmicos da Escola Técnica Estadual (Etec) Heliópolis, desenvolveram uma telha ecológica utilizando embalagens TetraPak, reconhecidas por serem péssimas no processo de reciclagem, por serem compostas por camadas de papel, alumínio e polietileno.

O projeto consiste na utilização de uma carga fibrosa de coco em um composto ecológico que dá forma ao produto e na inclusão de uma camada de manta térmica proveniente da embalagem laminada com alumínio. Garantindo maior eficiência energética ao produto final.



Figura 9: Telha de Fibra de Coco

Fonte: Conexão Planeta

Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/jovens-criam-telha-ecologica-partir-de-fibra-de-coco-papel-reciclado-e-embalagem-tetra-pak/>

Desenvolvido por Michiel Vos, o projeto CocoPallet, utiliza fibras de coco e lignina proveniente da celulose e que garante rigidez e proteção ao material final que

também não precisa de tratamentos contra pestes. Michiel afirma que o produto é um substituto ao uso de paletes de madeira, que anualmente são responsáveis pelo desmatamento de cerca de 200 milhões de árvores somente na Ásia. Um produto substituto, com baixo custo e alto desempenho.



Figura 10: Pallet de Fibra de Coco, 2019
Fonte: Pequenas Empresas & Grandes Negócios

Como resultado das análises de mercado e tendências, chegou-se à conclusão de que atualmente o processo de transformação da fibra do coco verde não gera alto valor agregado nos produtos desenvolvidos. Por esta razão, buscou-se investigar cadeias produtivas responsáveis por gerar valor na etapa de conversão, uma vez que a utilização da fibra na elaboração de produtos de fácil manufatura possui potencial de se tornar uma fonte de renda extra para cooperativas e comunidades carentes e valorizar a aplicação do material.

9 O mercado de óculos

Acessórios de design e moda são responsáveis por evidenciar determinados tipos de uso e consolidar tendências por meio de aplicações tecnológicas de processos e materiais em design de produtos, popularizando questões estéticas e difundindo texturas e materiais.

Investigando o mercado consolidado de armações de óculos dominadas por armações de plástico (acetato) e por metais, desenvolver óculos de fibra de coco reflete um estilo sustentável e uma estética orgânica que através do material, introduz uma nova maneira de se enxergar resíduos e gerar valor.

A Associação Brasileira da Indústria Ótica (Abióptica) estima que a produção nacional de óculos gire em torno de 32 milhões de unidades ano, sendo 46% do

faturamento diretamente relacionado a óculos de sol. Um setor em crescimento e que supera os vinte bilhões de reais em faturamento anual.

10 Análise Sincrônica

Segundo afirma Bonsiepe (1984) a análise sincrônica serve para que o designer adentre ao âmbito do produto em desenvolvimento e reconheça suas características principais e as necessidades do consumidor, permitindo que o projetista reconheça os pontos fracos e fortes de cada item e selecione aquilo que deve ser melhorado, conservado ou eliminado do projeto.

Para realizar a análise sincrônica das armações dos óculos de sol, foram selecionados três itens norteadores encontrados no mercado, levando em conta suas características construtivas relacionadas à matéria-prima e ordenadas por grau de presença de mercado. Sendo elas armações de: metal, acetato, madeira e fibras naturais.



Figura 11: Análise Sincrônica
Fonte: do Autor, 2020

Por meio da análise se obteve o conhecimento de que as armações fabricadas com fibras e materiais compósitos, somam características provenientes dos óculos de acetato e madeira, como por exemplo, características estéticas de variações de cores e texturas.

11 Análise das relações

Com objetivo de se conhecer melhor o público-alvo, projetar o produto e posicioná-lo corretamente no mercado, realizou-se uma análise de relações que levantou

associações com o produto, a tomada de decisão de compra e o ambiente no qual ele estará inserido.

Foram identificados quatro fatores principais relacionados à origem da demanda de compra de uma armação ou óculos: moda, conforto, situação de uso e consciência ambiental.

Entende-se “moda” como um grupo de tendências, texturas, cores e fatores estéticos e visuais que identificam e classificam o produto, “conforto” por ergonomia e a procura de usuários que utilizam como ferramenta de proteção e uso prolongado em seu dia a dia e “situação de uso” relacionado ao objetivo de uso, como a prática de esportes, por exemplo.

O pilar ligado a consciência ambiental é inserido somente a partir da inclusão de opções mais sustentáveis, identificadas como produtos verdes, como armações de óculos de madeira, bambu, fibras naturais e bioplásticos.

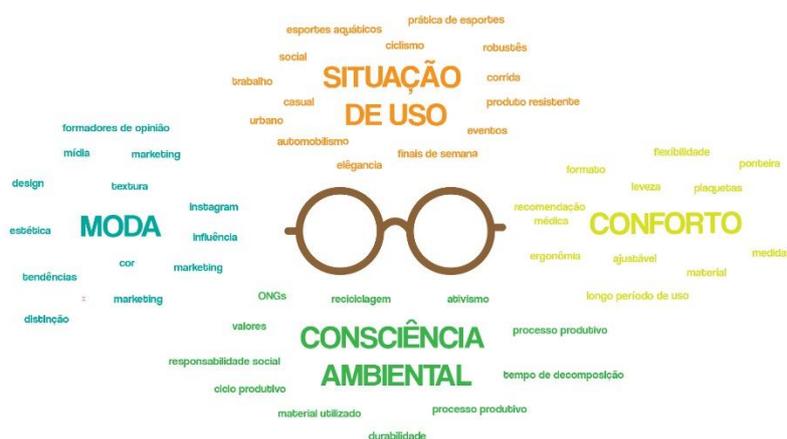


Figura 12: Análise Sincrônica
Fonte: do Autor, 2020

12 Desenvolvimento sustentável

Criada pela Organização das Nações Unidas, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environmental and Development – WCED), define o desenvolvimento sustentável como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (WCED, 1987).

Michaud e Llerena (2011) compreendem que produtos que surgem como substitutos sustentáveis de mercadorias que já estão no mercado, os chamados “produtos verdes”, em geral, possuem funções semelhantes aos produtos tradicionais, caracterizando uma vantagem ao consumidor e ao meio ambiente.

O gerenciamento de fim de vida dos produtos tornou-se recentemente um problema crítico de negócios. Uma das possíveis estratégias de fim de vida é a remanufatura, que pode fornecer uma vantagem competitiva através da economia de material e energia.

13 Geração de Alternativas

A geração de alternativas é uma ferramenta aplicada na primeira etapa da segunda fase de divergência do Diamante Duplo.

Segundo Löbach (2001, p. 150) a geração de alternativas “É a fase da produção de ideias baseando-se nas análises realizadas”. Desta forma, foram aplicados os conhecimentos adquiridos na fase de pesquisa e concebidas alternativas no âmbito de composição de matéria-prima (biocompósito) e de design, avaliando a composição do material e a aplicação no projeto final.



Figura 13: Testes de material
Fonte: Autor, 2020



Figura 14: Geração de alternativas
Fonte: Autor, 2020

Para a fabricação do material compósito, a fibra foi adquirida na forma de substrato orgânico para jardinagem, tendo como característica principal, as fibras virem soltas. A preparação consistiu em retirar toda e qualquer sujeira que estiver junto as fibras, bem como eventuais pedaços maiores de casca de coco, que através do processo de extração, se tornam comuns.

Após a limpeza e seleção das fibras é realizado uma análise manual de comprimento, com objetivo de padronizar ao máximo o comprimento médio das fibras, facilitando a distribuição uniforme na prensa, garantindo uma melhor absorção da resina pelo material e melhorando sua resistência.

A resina de poliuretano vegetal é preparada e despejada nas fibras, afim de que o coco absorva a resina em sua superfície. Depois de realizar a mistura, o material é prensado e fica em descanso durante o tempo de cura da resina.

Este processo estabelece o material compósito, que agora, é resultado da junção das propriedades das duas matrizes e está pronto para ser usinado.

Durante o desenvolvimento das alternativas, fez-se o uso de uma máquina de corte a laser, porém a alta temperatura do laser acaba realizando a queima do material, por isso, para o modelo final optou-se pelo uso de uma router CNC.



Figura 15: Detalhe compósito de coco
Fonte: do Autor, 2020



Figura 16: Corte a laser.
Fonte: do Autor, 2020

14 O produto

Os óculos foram desenhados com intuito de valorizar a matéria principal do objeto desta pesquisa, a fibra de coco. Projetado para ser um produto com identidade nacional, visa valorizar as características culturais brasileiras através do seu design.

Um óculo urbano e sustentável, que permite acabamentos de pintura e inclusão de outros materiais para acabamento, com linhas fluídas e circulares, a armação almeja ser interpretada como um produto leve e resistente, ressignificando os resíduos descartados e reposicionando-o novamente dentro da sua cadeia produtiva.



Figura 14: Render produto.
Fonte: do Autor, 2020

15 Considerações Finais

A natureza nos apresenta uma infinidade de recursos físicos, químicos, estéticos e naturais que podem ser introduzidos na concepção de projetos mais sustentáveis. Neste cenário, o design se torna uma importante ferramenta dentro da cadeia de valor do produto, pois possui o poder de ressignificar objetos e materiais, compreendendo a importância de cada elemento construtivo e aplicando de maneira eficiente pode-se despertar desejo no consumidor e gerar novas tendências.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de coco verde, fruto que é consumido de distintas formas, mas que em contrapartida se tornou um resíduo pouco explorado, gerando um alto volume de resíduos nas praias e destinados a aterros, causando transtornos sociais e ambientais.

O material fibroso da fruta apresenta ótima qualidade e quando combinado ao uso da resina de mamona, confere ao produto final uma estrutura flexível, resistente e biodegradável. O desenvolvimento de óculos a partir do material biocompósito, foi

apenas um exemplo de aplicação do material, que devido as suas características, pode atuar como substituto madeiras e plásticos de diferentes produtos.

A pesquisa se limita ao âmbito projetual e carece de uma análise de aceitação de mercado e de resistência mecânica do produto e embora houvesse limitações do estudo prático e análise mecânica do objeto final, foi possível observar que a pesquisa contribuiu para apresentar uma nova possibilidade de uso para a fibra de coco, no desenvolvimento e validação de uso do biocompósito para atender os princípios do desenvolvimento sustentável.

Referências

AFINKO. **O que são biocompósitos?**: entenda o conceito de biocompósitos, alguns exemplos e sua importância.. entenda o conceito de biocompósitos, alguns exemplos e sua importância.. 2016. Disponível em: <https://afinkopolimeros.com.br/o-que-sao-biocompositos/>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, p. 3. 2001.

BENÍTEZ, A. N.; MONZÓN, M. D.; ANGULO, I.; ORTEGA, Z; HERNANDEZ, P. M.; MARRERO, M. D. **Treatment of banana fiber for use in the reinforcement of polymeric matrices**. Measurement, p. 1065-1073, 2013.

BOUÇAS, Cibelle. **Mercado de óculos projeta recuperação este ano**. 2018. Publicado por: ABIÓPTICA - Associação Brasileira das Indústrias Ópticas. Disponível em: <https://www.abioptica.com.br/mercado-de-oculos-projeta-recuperacao-este-ano/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

BRASIL. Constituição (2010). **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.. : Subchefia para Assuntos Jurídicos. Casa Civil,

CARRIJO, O. S.; LIZ, R. S.; MAKISHINA, N. **Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola**. Horticultura Brasileira, Brasília – DF, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CAMARGO, Suzana. **Jovens criam telha ecológica a partir de fibra de coco, papel reciclado e embalagem Tetra Pak**. 2018. Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/jovens-criam-telha-ecologica-partir-de-fibra-de-coco-papel-reciclado-e-embalagem-tetra-pak/>. Acesso em: 11 abr. 2020.

CORRADINI, Elisângela *et al.* COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS DA FIBRA DE FRUTOS DE CULTIVARES DE COCO VERDE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 837-846, set. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n3/a30v31n3.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

DAMACENO, Andréia dos Santos. Reutilização de lixo eletrônico no design de novos produtos. 2014. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ECYCLE. Upcycling: qual o significado e como aderir à moda. Disponível em <<https://www.ecycle.com.br/77-upcycling-upcycle>>. Acesso em 01 ago. 2020

FRAINER, Marise Massen. **Mulheres na economia solidária e a contribuição do design para o seu trabalho**, Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

FRUTAS DO BRASIL. **Coco. Pós-colheita**. Editor técnico Wilson Menezes Aragão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76p.
Disponível em: <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00070000.pdf>>

GUTIERREZ, Miguel C. et al. Biocompósitos de acetato de celulose e fibras curtas de Curauá tratadas com CO₂ supercrítico. **Polímeros**, São Carlos, v. 22, n. 3, p. 295-302, 2012.
Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000300015&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 22 jul. 2020. Epub 14-Jun-2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000037>

MARTINS, C. R.; JUNIOR, L. A. de J. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 32 p. Documentos 164. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf>.

MILANESE, A. C.. **Caracterização de Compósitos de Matrizes Poliméricas Reforçadas com fibras de sisal e de vidro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – UNIP de Guaratingetá, São Paulo, 2008.

MICHAUD, Céline; LLERENA, Daniel. Green Consumer Behaviour: an Experimental Analysis of Willingness to Pay for Remanufactured Products. *Business Strategy and the Environment*, 20, p. 408 - 420, 2011.

SENHORAS, Elói Martins. **Oportunidades da Cadeia Agroindustrial do Coco Verde –Do coco verde nada se perde, tudo se desfruta**. Revista Urutágua, Maringá, v.5, 2004.
Disponível em: http://www.urutagua.uem.br/005/22eco_senhoras.htm> acessos em: 06 jun. 2020.

SILVA, Diogo. **Reciclagem do coco verde**. Disponível em: <<http://cohibra.com.br/reciclagem-do-coco-verde/>> Acesso em: 04 de março de 2019

ISHIZAKI, Marina H. et al. **Caracterização mecânica e morfológica de compósitos de polipropileno e fibras de coco verde: influência do teor de fibra e das condições de mistura**. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282006000300006&script=sci_arttext&lng=pt. Acesso em: 17 maio 2020.

TOMCZAK, Fabio. **Estudos sobre a estrutura e propriedades de fibras de coco e curauá do Brasil**. 2010. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Ciência dos Materiais, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/25584>. Acesso em: 25 jun. 2020.

PARA PRESERVAR FLORESTAS, EMPREENDEDOR INVENTA PALETES FEITOS DE FIBRA DE COCO. [S. L.]: Pequenas Empresas & Grandes Negócios, 29 mar. 2019. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Banco-de-ideias/Econegocio/noticia/2019/03/para-preservar-florestas-empreendedor-inventa-paletes-feitos-de-fibra-de-coco.html>. Acesso em: 02 ago. 2020.

SILVA, Gleiciane dos Santos. **Desenvolvimento e aplicação de compósitos de fibras naturais e bio polímeros no design de aparelhos tecnológicos**. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Product Design Engineering, Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, Portugal, 2018. Cap. 2. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3861/1/TESE%20->

GLEICIANE%20DOS%20SANTOS.pdf. Acesso em: 17 maio 2020.

YIN, Eunhyuk. **Características dos projetos de upcycle no design de produtos e moda.**
Coréia: korea science

WCED (World Commission on Environmental and Development. Our Common Future. 1987.
Disponível em: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>. Acesso em: dez. 2020.