

Design de embalagens de fibras residuais de pupunha

Packaging design using peach palm waste fiber

RIBEIRO, Elis; Mestranda; Universidade do Porto

ribeiro.elisrgn@gmail.com

BELINI, Ugo; Pós-Doutor; Universidade Tecnológica Federal do Paraná

ubelini@utfpr.edu.br

ZANONI, Patrícia; Doutora; EMBRAPA

patricia.silva@embrapa.br

MAGALHÃES, Washington; Pós-Doutor; EMBRAPA

washington.magalhaes@embrapa.br

A sustentabilidade e o ecodesign são temas de grande relevância e podem apresentar interdependência, realçando o compromisso do Designer com a sociedade, como um agente da mudança. Com esses conceitos, foi proposta a utilização de resíduos lignocelulósicos do palmito pupunha, comumente descartados inadequadamente, para a produção de folhas de papel em diversas gramaturas e posterior confecção de protótipos de embalagens sustentáveis e biodegradáveis, podendo aumentar a renda da comunidade local. Para tanto, foram realizados experimentos de produção artesanal de papel, testes de qualidade das folhas geradas, pesquisas de inspiração e visitas técnicas a comunidades e cooperativas da região litorânea do Estado do Paraná, geração de alternativas, *mockups* e planificações para o desenvolvimento das embalagens, de forma a promover a economia circular e a inserção dos novos produtos na cadeia produtiva local.

Palavras-chave: Pupunha; Fibras residuais; Sustentabilidade.

Sustainability and ecodesign are topics of great relevance and can be interdependent, highlighting the Designer's commitment to society, as an agent of change. With these concepts, it was proposed the use of lignocellulosic residues of peach palm, commonly discarded inappropriately, for the production of sheets of paper in different grammages and subsequent manufacture of prototypes of sustainable and biodegradable packaging, which can increase the income of the local community. To this end, experiments were carried out in the artisanal production of paper, quality tests of the generated sheets, inspiration research and technical visits to communities and cooperatives in the coastal region of the State of Paraná, generation of alternatives, mockups and plans for the development of packaging, in order to promote the circular economy and the insertion of new products in the local production chain.

Keywords: Peach Palm; Residual fibers; Sustainability.

1 Introdução

O consumo a partir do século XIX tem sido excessivo e hoje percebe-se que esse modelo de vida é insustentável para o planeta e para as futuras gerações, sendo assim é necessário mudar a forma de pensar em como consumir, porém, para evitar catástrofes é indispensável que seja feita de forma racional e cuidadosa. O designer deve ser um agente atuante nesta transição para um mundo mais sustentável, colocando suas habilidades à disposição da sociedade (MANZINI, 2008).

Essas mudanças não precisam acontecer em escala global: podem e devem ocorrer primeiramente em pequenas comunidades, onde todos possam cooperar e ajudar, assim espalhando as iniciativas para outros lugares, onde consigam adaptar a sua realidade, assim aos poucos buscando um mundo mais sustentável (MANZINI, 2008).

Neste contexto, foi concebido o Projeto Nexus II da Embrapa com o objetivo geral de promover segurança hídrica, energética e alimentar aos pequenos produtores da região litorânea do Paraná, usando conceitos de economia circular, sistema agroflorestal e biorrefinaria, sendo que é dentro do Projeto Nexus II que este trabalho está inserido. A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) é o foco principal das pesquisas e uma das vertentes consistia em propor formas de utilização dos resíduos fibrosos gerados no processamento do palmito pupunha. Isto porque grande parte do resíduo da pupunha (quase 70% de toda a planta) é muitas vezes descartada de forma incorreta em lugares inadequados, sem o tratamento necessário e atraindo insetos e roedores transmissores de doenças, gerando chorume, contaminando o solo e as bacias hídricas (MORAES et al, 2011).

Com essas observações e dados, ideias foram escolhidas para o desenvolvimento de novos produtos que apresentam aspectos de sustentabilidade em sua concepção, quesito amplamente percebido e aceito pela sociedade atual (MORAES et al, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica de produção de materiais a partir dos resíduos da pupunha que possam ser utilizados como embalagens e sejam de fácil assimilação por pequenos produtores e pela comunidade local (no caso o Litoral Paranaense), visando ao aumento de renda local e à minimização de impactos ambientais. Se implementada, a ideia poderia contribuir para o estabelecimento de uma economia circular na região, podendo dar destino correto aos resíduos e ao mesmo tempo gerar renda extra para pessoas interessadas na iniciativa ou por meio de cooperativas ou pequenas empresas, podendo assim movimentar a economia local, utilizando nesse processo conceitos de ecodesign para obtenção de novos materiais.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Pupunha

A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) pertence à Família Arecaceae. No Brasil seu habitat natural é a Região Amazônica, onde é muito visada para a colheita de frutos, mas que também pode ser cultivada para a produção de palmito. A pupunheira (Figura 1) é uma palmeira ereta, chegando a atingir 20 m de altura e 15 a 25 cm de diâmetro. Possui ciclo perene e aos 18 meses já pode haver o primeiro corte, sendo uma planta de perfilhamento abundante, ou seja, tem capacidade de continuar crescendo após o corte. Além disto, possui lenta oxidação, o que facilita sua comercialização. A planta requer condições ideais de temperatura, umidade e luz, sendo tipicamente de regiões de clima quente e úmido, com temperatura média anual acima de 22 °C e precipitação acima de 1700 mm/ano bem distribuídos (FONSECA, et al., 2008).

Figura 1 – Área com palmeiras pupunha



Fonte: Cristiane Helm (2011)

O Brasil está entre os maiores consumidores e produtores de palmito do mundo, no entanto ainda tem sua produção concentrada na exploração de palmáceas nativas, tais como o açai (nativo da Floresta Amazônica) e a juçara (da Mata Atlântica). Isto tem favorecido a extinção, principalmente desta última, pelo fato de que a planta morre depois de coletar o palmito. A pupunha tem surgido como alternativa para plantio destinado à produção de palmito sustentável do ponto de vista ambiental, econômico e social, a partir de um esforço de pesquisa para desenvolvimento e adaptação de técnicas de cultivo da pupunha para a agricultura familiar (EMBRAPA, 2015).

Vantagens da pupunha incluem: precocidade, perfilhamento (geração de brotos novos), produção por pelo menos 10 anos, rusticidade, vigor, produtividade e diminuição da pressão sobre as demais espécies nativas. Em termos de qualidade do palmito, o fato de não escurecer rapidamente após o corte (como ocorre com o palmito de outras palmáceas) permite a comercialização *in natura*, com maior valor agregado (EMBRAPA, 2015).

Assim, o interesse pela cultura da pupunha tem crescido gradativamente. No litoral do Paraná, por exemplo, em 2004 havia 1 milhão de mudas em pequenas propriedades rurais, equivalente a 200 hectares. Já no ano de 2007, havia 2,2 milhões de mudas, em uma área cultivada de 440 hectares, ou seja, um crescimento maior do que 100%. Em 2015 já eram 1.600 hectares (EMBRAPA, 2015). A área de produção da pupunha no território brasileiro é de cerca de 20 mil hectares, espalhados por nove Estados, sendo os maiores produtores São Paulo e Bahia, com cinco mil hectares cada (SNA, 2015).

Para se ter uma ideia do setor brasileiro de palmito (das diversas palmáceas), empregava cerca de oito mil pessoas diretamente e 25 mil indiretamente, e era estimado um faturamento anual de US\$ 350 milhões por ano, conforme fonte de 2015. Estimativas apontavam que o mercado mundial movimentava cerca de US\$ 500 milhões, com grande tendência de crescimento (EMBRAPA, 2015)

2.2 Resíduos do processamento de palmito pupunha

A haste da pupunha coletada para palmito é separada na agroindústria em quatro partes: a bainha externa, a bainha interna, o resíduo basal e o palmito (parte que vai para o consumo), que respectivamente representam 45%, 7%, 17% e 30% de toda a planta e com isso percebe-se que quase 70% do total da planta é descartada (Figura 2) (HELM, 2019).

Figura 2 – Resíduos gerados no processamento do palmito pupunha: A - Bainha externa; B - Bainha interna; C - Resíduo basal



Fonte: Embrapa (2018)

Existem diversos esforços de pesquisa com o objetivo de propor alternativas de reaproveitamento destes resíduos, porém a maior parte ainda tem sido disposta de forma irregular, com impactos negativos ao meio ambiente, tais como atração de pragas, geração de chorume e possível contaminação de solo e água (MORAES et al, 2011).

2.3 Embalagens

As embalagens contribuíram para o desenvolvimento da indústria e da sociedade de consumo (MESTRINER, 2002). Na década de 20 as embalagens em sua maioria eram feitas de papéis, porém foram surgindo necessidades, novas descobertas e tecnologias que fizeram com que as embalagens fossem evoluindo ao longo do tempo. Então, o papel foi sendo substituído, não em sua totalidade, por folhas de alumínio e termoplásticos como filmes transparentes e termoformas flexíveis, fechadas a vácuo, flexíveis e laminadas, feitas por extrusão, desenvolvimento de resinas ionoméricas, o filme termoencolhível multicamadas, poliestireno expandido, plástico bolha e espuma polietileno (GURGEL, 2007).

Atualmente a função das embalagens expandiu-se. As funções primárias de uma embalagem são conter, proteger e transportar, porém uma embalagem não se reduz apenas a isto. Ela também reflete na economia sendo um componente do produto e possuindo um custo de produção, envolvendo toda uma indústria por trás disso. Novas técnicas, máquinas e métodos para o seu desenvolvimento surgem com o passar do tempo e as questões mercadológicas surgem visando novas maneiras de vender produtos, influenciando a comunicação e o marketing. Um bom design é essencial para o sucesso de um produto sendo a embalagem a forma de comunicação entre a empresa e o consumidor, onde se cria valor agregado e significados. As empresas querem passar conceitos por meio do visual ou a forma da embalagem, assim como a parte sociocultural e por fim o cuidado com o meio ambiente que se

deve ter com o pós uso das embalagens, sua reciclagem e o planejamento do seu ciclo de vida (MESTRINER, 2002).

As embalagens também possuem o objetivo de atrair o cliente para comprar o produto. Segundo a Nielsen, uma empresa de análise e coleta de dados, 70% dos consumidores escolhem um produto na hora da compra e em 15 segundos já eliminam mais de 60% dos produtos porque estes não chamaram sua atenção. Além disso, a reportagem do site Embalagem Marca (2016) informa que cerca de 13% dos alimentos são desperdiçados por embalagens danificadas e este percentual sobe quando estes produtos não possuem nenhum tipo de proteção. A solução para evitar este problema é a própria embalagem, com seu desenvolvimento garantindo a qualidade necessária e os benefícios que evitem a perda.

Embalagens, contudo, não são apenas importantes para os consumidores: elas causam grande impacto na indústria e mexem com a economia de um país. Segundo o Estudo Macroeconômico da Embalagem da Associação Brasileira de Embalagem, a ABRE, as indústrias de embalagens empregaram formalmente 227.321 pessoas em seus postos de trabalho em dezembro de 2014. No mesmo ano, as exportações diretas tiveram um faturamento de US\$ 523,2 milhões, sendo que quase 40% foram de embalagens plásticas e as importações movimentaram US\$ 860,1 milhões, dos quais 57,14% deste valor atribuído ao plástico. No Brasil as embalagens mais produzidas são de papelão/cartão/papel, com 40,5% da produção, sendo seguida pelo plástico que representa 35%.

2.4 Design para a sustentabilidade

O design deve ser a ponte entre a necessidade humana, cultural e a ecológica. O design tem se preocupado com o desenvolvimento de produtos, ferramentas, máquinas, artefatos e outros dispositivos, e essa atividade tem uma profunda e direta influência na ecologia. Como essa tarefa tem interferência direta com o meio ambiente, o desenvolvedor destes objetos (o designer) deve estar consciente de que o impacto ambiental está nas diversas fases do projeto, desde a escolha de materiais, processo de produção, embalagem do produto, distribuição e destinação final. Sendo ele responsável pelos produtos que causam danos ao ambiente, cabe ao designer optar por materiais e substâncias que não agridam o meio ambiente, desenvolvendo novas ideias e maneiras de reutilizar e reciclar produtos ou desenvolver materiais a partir do zero, com o objetivo de não prejudicar o meio ambiente (PAPANEK, 1995).

O design pode provocar mudanças sociais desde que os designers estejam interessados em transformar seus produtos de forma que colaborem para o desenvolvimento sustentável, entendendo as dificuldades enfrentadas para que isso ocorra (VEZZOLI, 2010). Assim, podendo tornar-se parte da solução como atores sociais dessa mudança, pois são eles que têm as ferramentas para que essas mudanças possam acontecer justamente por entenderem que o design traz transformações e que o designer é necessário para que a transição rumo à sustentabilidade ocorra.

Manzini e Vezzoli compreendem o papel do designer da seguinte maneira: O projetista não tem a capacidade de obrigar ou convencer alguém a mudar o próprio comportamento, sendo assim ele só pode oferecer soluções (produtos e serviços); o designer pode ser crítico nos confrontos já existentes, mas não pode adotar uma postura radical; o projetista pode contribuir para aumentar o número de alternativas e estratégias para soluções de problemas; o designer tem a possibilidade de compreender, agir e errar; e o projetista pode intervir no âmbito de propostas culturais, dos valores, dos critérios de qualidade e das visões de mundo possíveis. (MANZINI; VEZZOLI, 2002)

2.5 Ecodesign

Ecodesign propõe uma nova maneira de desenvolver um produto que consiste em reduzir os impactos que os produtos causam ao meio ambiente, mas não esquecendo da funcionalidade e desempenho que o produto deve possuir para assim melhorar a qualidade de vida do usuário (KAZAZIAN, 2005). É um processo que irá pensar no produto desde seu planejamento, produção, distribuição, uso e descarte, utilizando conceitos como a minimização de recursos, através da redução dos custos na produção, otimização da distribuição, minimização do consumo de recursos durante o uso, focando na durabilidade e otimização da vida dos produtos (VEZZOLI, 2010), sempre enfatizando a redução de recursos não renováveis e minimizando os impactos no ambiente, para que ocorra um desenvolvimento sustentável (MMA, 2005).

Os conceitos do ecodesign incluem a escolha de materiais de baixo impacto ambiental, eficiência energética, qualidade e durabilidade, modularidade e reutilização/reaproveitamento (MMA, [201-?])

2.6 Economia Circular

A falta de tecnologia e de consciência ambiental acabou gerando uma economia que funciona de forma linear (Figura 3), que traz o conceito de extrair-produzir-descartar (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). Este sistema é insustentável para o planeta pois depende de recursos finitos e, com esses recursos cada vez mais escassos, os custos de produção elevam-se, levando à instabilidade e insegurança econômicas, ambientais, sociais e institucionais. Este modelo também gera um montante incalculável de resíduos, que o ambiente não dá conta de neutralizar e que podem ser tóxicos (IDEIA CIRCULAR, 2018).

Figura 3 – Economia Linear

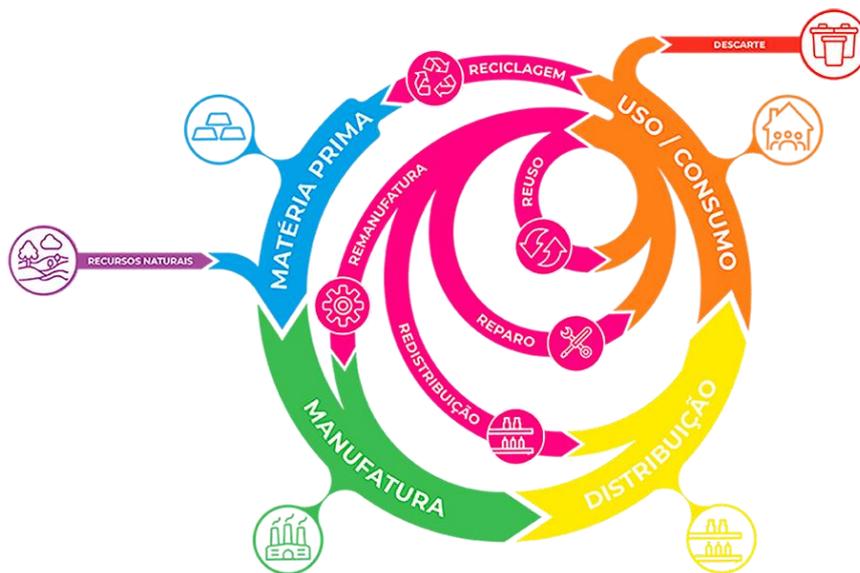


Fonte: Ideia circular (2018)

Uma alternativa para que se evitem os problemas decorrentes da economia linear é a implementação da economia circular, que se baseia em três princípios: eliminar resíduos e poluição desde o princípio, manter produtos e materiais em ciclos de uso e regenerar sistemas naturais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Na economia circular (Figura 4), os recursos devem ser mantidos o maior tempo possível no sistema para que tenham sua energia extraída o máximo possível. O objetivo é a eficiência na utilização de materiais e energia, diminuindo a dependência dos recursos naturais e também a geração de resíduos. Para isso, se fazem necessárias mudanças nas políticas públicas, nos modelos de negócios, na economia, na conscientização e participação dos cidadãos. Com isso se estimulam novos modelos empresariais, novos produtos, novos meios de empreendedorismo e de negócio (KARASKI, et al., 2016).

Figura 4 – Economia Circular



Fonte: Ideia circular (2018)

Para definir a economia circular deve-se seguir algumas características como: o design sem resíduos, que é quando um produto é planejado de forma a não haver geração de resíduos, considerando também uma futura desmontagem e reutilização das peças; criar produtos para diversidade, que possam ser modulares, versáteis, que se adaptem com facilidade à vida cotidiana, suas diversas mudanças e que sejam resistentes a choques externos; utilizar fontes de energia renováveis, como a energia solar, e a diminuição da utilização dos combustíveis fósseis; pensar em sistemas que possam receber feedbacks, que sejam flexíveis e que possam sofrer adaptações; pensar em cascatas extraíndo toda a energia de um material em diversas aplicações (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

2.7 Fibras residuais para produção de design

As fibras de origem vegetal têm uma grande viabilidade de uso, principalmente por serem abundantes na natureza. Algumas das fibras que podem ser utilizadas para inúmeros procedimentos são o sisal, o coco, a juta, o rami, o curauá, o bagaço de cana-de-açúcar e a soja, que podem agregar valor aos produtos. Há várias pesquisas sendo desenvolvidas com o objetivo da utilização das fibras vegetais, principalmente por suas características: as fibras vegetais são renováveis e biodegradáveis, assim não prejudicando o meio ambiente, podendo ser compostadas. Além disso são excelentes substitutas para materiais não renováveis. As fibras naturais podem tornar-se uma nova fonte de renda para a população rural (MARINELLI, et al., 2008).

O Brasil tem uma economia agrícola muito forte, que produz uma quantidade enorme de resíduos e que, se não forem tratados corretamente, podem tornar-se um problema ambiental, atraindo roedores e insetos, gerando chorumes e gases tóxicos, podendo contaminar ar, solo e água. Por isso, é importante a utilização dessas fibras residuais em projetos e pesquisas existentes, evitando assim a perda desses materiais tão preciosos (LOPES, 2018).

2.8 Litoral paranaense

O Litoral paranaense está localizado a uma distância de aproximadamente 100 km da Região Metropolitana de Curitiba, mantendo forte vínculo com a capital do estado. A área é composta pelos municípios de Paranaguá, Guaqueçaba, Antonina, Morretes, Pontal do Paraná, Matinhos

e Guaratuba (SECRETARIA DE TURISMO DO PARANÁ, [201-?]).

A economia da região iniciou-se com a exploração do ouro, mas com sua escassez a partir do século XVIII houve uma mudança para as atividades agrícolas, extrativistas, de pesca, comerciais e portuárias. A partir de 1920, a região começou a receber investimento para a infraestrutura e em 1940, com a urbanização, a região começou a atrair banhistas para se instalarem e em 1950 prevaleciam os pequenos comércios. A partir da década de 1960 houve o crescimento de projetos agropecuários e florestais voltados à exploração madeireira, coleta de palmito, cultivo de café e criação de gado, localizadas em sua maioria em Guaraqueçaba e Antonina (ESTEVES, 2015).

O litoral do Paraná recebeu, entre 1997 e 2004, uma média de 1,5 milhão de turistas por ano. Os principais tipos de turismo que acontecem no litoral são o ecoturismo, turismo de aventura, turismo cultural, turismo religioso, turismo gastronômico, turismo náutico, turismo de pesca, turismo de negócios e eventos, turismo de lazer, sol e praia.

Mesmo com tantos atrativos o litoral paranaense deixa a desejar em muitos pontos, atrapalhando o desenvolvimento da região e afetando principalmente os pequenos empresários, as cooperativas e os artesãos. Estes precisam de locais que sejam atrativos para turistas para que possam conhecer os produtos da região e comprá-los, também conhecendo a cultura caiçara. Os projetos necessitam ser perenes em suas regiões para que possam gerar lucro o ano inteiro e para poderem desenvolver seus produtos.

3 Metodologia

3.1 Tipo de pesquisa

Este trabalho consiste em uma pesquisa exploratória e inovadora, utilizando o resíduo da pupunha para desenvolvimento de embalagens. No decorrer das atividades foram realizados ensaios para o entendimento do comportamento do material para a transformação deste em embalagem. Para compreender a parte social do projeto foi feita uma visita a uma cooperativa de artesãos na cidade de Guaraqueçaba para obter informações sobre o seu funcionamento e suas dificuldades. Para a definição do produto e seu planejamento foi realizada uma visita a Morretes para analisar quais os produtos vendidos nos comércios locais e nas feiras, e produtos tradicionais da região.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, para melhor compreender os pontos necessários para desenvolvimento do trabalho. O projeto se respalda nas metodologias de Baxter e Manzini.

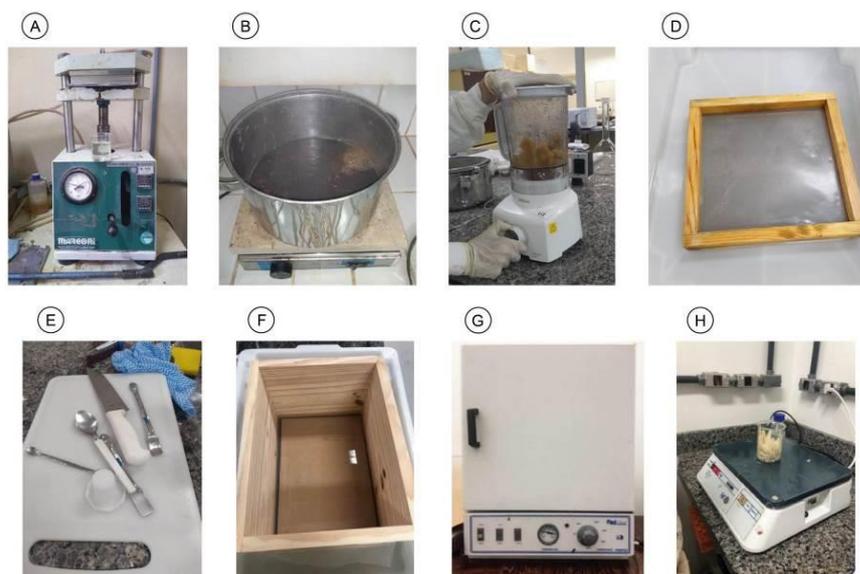
A metodologia de Baxter tem como objetivo desenvolver um produto de forma estratégica-empresarial, pensando em estratégias para trazer inovações ao mercado. Com isso, ele segue alguns passos que consistem no planejamento do produto (definir qual produto será produzido, pesquisas de mercado), projeto conceitual (geração de conceitos), projeto de configuração (geração de alternativas e seleção), projeto detalhado (desenvolvimento de *mockups*) e projeto para fabricação (desenvolvimento do produto final) (BAXTER, 1998).

A metodologia de Manzini (MANZINI, 2002) consiste no Ciclo de Vida do produto, que é a análise profunda da vida de um produto, pensando desde seu planejamento até a sua eliminação, sempre procurando formas mais sustentáveis para seu desenvolvimento.

3.2 Equipamentos, materiais e métodos utilizados

Para fabricação artesanal do papel de pupunha, foram utilizados prensa hidráulica para a fazer a “lâminas”, panela para o cozimento da polpa, chapa de aquecimento, bacia, liquidificador para triturar, estufa para a secagem do material, balança digital, tela de serigrafia para escoamento da água e formação do papel e caixa para controle da gramatura, como pode ser observado na Figura 5. Os materiais utilizados nesses experimentos foram as bainhas interna e externa geradas no processamento do palmito de pupunha.

Figura 5 – Equipamentos para a fabricação artesanal de papel (A - Prensa hidráulica; B - Panela e chapa de aquecimento; C - Liquidificador; D - Tela de serigrafia e bacia plástica; E - Utensílios; F - Caixa para controle da gramatura; G - Estufa para secagem; H - Balança digital)



Fonte: Acervo da autora (A - E) e Gottardi (F - H) (2019)

3.2.1 Produção de materiais a partir dos resíduos da pupunha

Antes da produção dos papéis a partir dos resíduos da pupunha, obteve-se dois materiais alternativos que foram elaborados originalmente para outro estudo, mas acabaram sendo usados neste trabalho em detalhes das embalagens. As chamadas “lâminas” foram retiradas da bainha interna da pupunha e colocadas sobrepostas lado a lado e conformadas em prensa hidráulica, com pressão e calor, podendo ser feitas com uma ou mais camadas.

Já os materiais chamados de “bolacha” foram elaborados a partir dos resíduos picados (bainha interna), que foram misturados com água, triturados em liquidificador até formar uma polpa, filtrados a vácuo em filtro de Büchner e colocados em estufa para secagem com um peso em cima.

3.2.2 Produção de papel artesanal

A produção de papel propriamente dita foi realizada baseando-se na produção de papel artesanal a partir do pseudocaule de bananeira. Primeiramente ainda no campo foi feita a colheita da haste da pupunha e retirada das cascas mais externas que ficam na plantação. O

restante do material foi transportado até a agroindústria, onde eram separados os resíduos (basal, bainhas externa e interna) e o palmito. As bainhas foram testadas para a produção de papel e inicialmente foram picadas e cozidas com NaOH, na concentração de 22 g.L⁻¹, com 2000 mL de água e 600 g de resíduo, durante 2 horas e 40 minutos após início da fervura. Após essa etapa foram realizados os processos de filtração, lavagem e trituração no liquidificador, obtendo-se assim a polpa. O processo de lavagem visa a reduzir o pH da polpa para cerca de 7, já que ao final do cozimento está perto de 12 por conta da soda utilizada. O tratamento dos efluentes das lavagens e do cozimento, foi realizado principalmente por meio de neutralização com ácido acético. Por fim, a formação das folhas de papel era inicialmente feita utilizando uma tela para serigrafia, que era mergulhada em uma bacia com a polpa diluída em água e se fazia a “pescagem” das folhas. Posteriormente o procedimento foi melhorado e para permitir a obtenção da gramatura desejada do papel foi utilizado um sistema de caixas de madeira com tela e vedação apropriadas, onde se colocava a quantidade calculada de polpa. Em seguida as folhas eram secas em estufas com temperaturas de 40 °C ou 60 °C (GONÇALVES; ZANONI; GOTTARDI, 2019). Esse método foi o mesmo utilizado para produção de todos os papéis apresentados neste trabalho, tendo como variação o material usado (bainha interna ou externa) e a quantidade previamente calculada de polpa para obtenção da gramatura desejada para o papel. As Figuras 6 e 7 mostram algumas das etapas descritas para produção dos papéis.

Figura 6 – Produção de papel de resíduos da pupunha 01 (A - Pupunha picada; B - Cozimento; C – Lavagem; D – Após lavagem; E – Trituração; F – Polpa)



Fonte: Acervo da autora (2019)

Figura 7 – Produção de papel de resíduos da pupunha 02 (G – Polpa; H – Papel absorvente; I – Secagem)



Fonte: Acervo da autora (2019)

Como resultado foram produzidos papéis com variação de gramaturas de 75, 180, 230 e 300 g/m² com a bainha externa e de 75 g/m² com a bainha interna.

3.3 Ensaios de qualidade dos papéis

3.3.1 Resistência ao Rasgo

No ensaio de determinação da resistência ao rasgo - método Elmendorf, a norma de referência utilizada foi a ABNT NBR NM – ISO 1974 e o equipamento utilizado foi o Aparelho Elmendorf. A leitura é feita em escala grama-força (gf), que possui correlação com a resistência e manuseio do papel para diversos fins.

Este ensaio foi realizado em todas as amostras. Na amostra de 75 g/m² de bainha externa e interna foram feitos três ensaios, utilizando quatro corpos de prova em cada ensaio. Nas amostras de 180 g/m², 230 g/m² e 300 g/m² de bainha externa foram feitos quatro ensaios, sendo dois corpos de prova para o 180 g/m² e um corpo de prova para os demais.

3.3.2 Porosidade

No ensaio de determinação da permeância ao ar - método Gurley, a norma de referência utilizada foi a ABNT NBR NM – ISO 5636 – 5 e o aparelho utilizado foi o Densímetro Gurley. Os corpos de prova para este método precisam estar em perfeito estado, sem partes amassadas ou dobradas. Por isso, só foi possível realizar os ensaios no papel 75 g/m² de bainha interna, pois os outros papéis são mais rígidos, rugosos e ásperos, assim o ar poderia escapar. Foram realizados quatro ensaios com este papel.

O ensaio mostra quanto tempo demora para que 100 ml de ar passe em determinada área e expressa íntima correlação com aspectos voltados à impressão, absorção e secagem de tintas.

3.3.3 Resistência ao Arrebatamento

O ensaio de determinação da resistência ao arrebatamento (Mullen Tester) utilizou a norma de referência ABNT NBR NM – ISO 2759 e o aparelho foi o Equipamento de Mullen Tester.

Para determinação do resultado, foi necessário apenas fazer a leitura no manômetro, expresso em lbf/pol² e posteriormente convertido para kgf/cm² para apresentação uniforme dos resultados. Este ensaio foi realizado apenas com o papel de gramatura 75 g/m² de bainha interna, obtendo quatro resultados.

3.3.4 Resistência à Tração

Para o ensaio de determinação da propriedade de tração a norma de referência foi a ABNT NBR NM – ISO 1924 – 1 e o aparelho utilizado foi a guilhotina para corte de tração - G15.

Para determinação do resultado, foi necessário apenas fazer a leitura no visor em kgf/mm. O tempo médio da ruptura no corpo de prova foi de $20 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$. Este ensaio foi realizado apenas com o papel 75 g/m^2 de bainha interna, pois os ensaios são normalmente conduzidos com papéis de gramatura baixa (até 50 g/m^2) e o equipamento estava regulado para essas situações. Assim optou-se por fazer apenas o de 75 g/m^2 de bainha interna, para não causar nenhum dano ao aparelho, sendo realizados cinco ensaios com a amostra disponível.

3.3.5 Espessura

No ensaio para a determinação da espessura do papel a norma de referência foi a ABNT NBR NM – ISO 534 e o aparelho utilizado foi o Micrômetro. O resultado foi obtido no visor do aparelho, expresso em mm. Foram realizados seis ensaios de espessura de papel.

Na Figura 8 são apresentados os equipamentos utilizados nestes ensaios.

Figura 8 – Equipamentos utilizados nos ensaios de qualidade dos papéis (A - Densímetro Gurley. Cronômetro digital; B - Aparelho Elmendorf. Guilhotina de Rasgo; C - Equipamento de Mullen Tester; D - Micrômetro; E - Guilhotina para corte de tração (G15) Dinamômetro)



Fonte: Acervo da autora (2019)

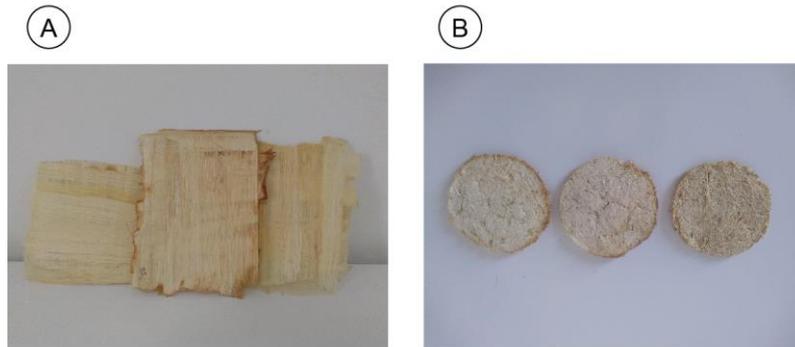
4 Resultados e discussões

4.1 Materiais desenvolvidos

4.1.1 Materiais a partir dos resíduos da pupunha

O resultado da produção das “lâminas” e das “bolachas” pode ser observado na Figura 9. O formato de conformação das “lâminas” lembra um painel tipo compensado, onde o inter cruzamento de camadas, ou lâminas, promove maior resistência mecânica e estabilidade.

Figura 9 – Materiais a partir dos resíduos da pupunha (A - Lâminas; B - Bolachas)



Fonte: Acervo da autora (2019)

4.1.2 Papéis

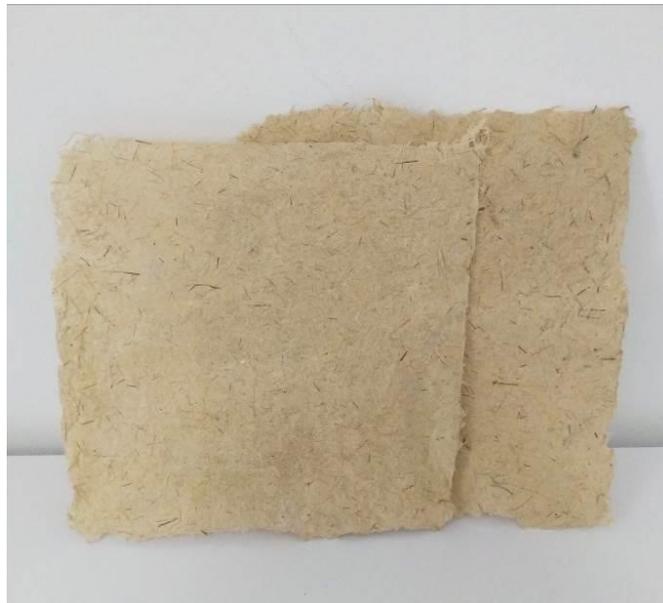
Nas Figuras 10 a 14 podem ser observados os papéis desenvolvidos a partir do processo citado no item 3.2.2.

Figura 10 – Papel de pupunha 75 g/m² bainha interna



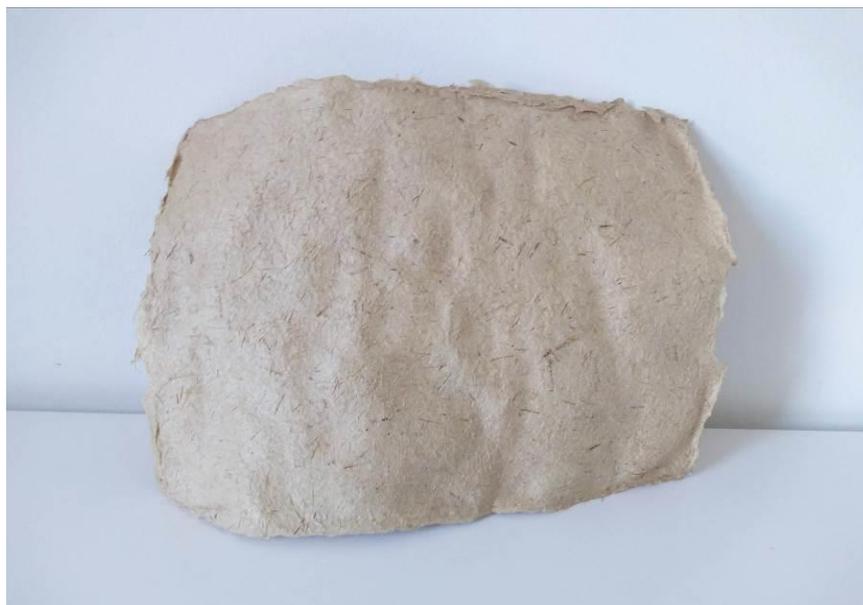
Fonte: Acervo da autora (2019)

Figura 11 – Papel de pupunha 75 g/m² bainha externa



Fonte: Acervo da autora (2019)

Figura 12 – Papel de pupunha 180 g/m² bainha externa



Fonte: Acervo da autora (2019)

Figura 13 – Papel de pupunha 230 g/m² bainha externa



Fonte: Acervo da autora (2019)

Figura 14 – Papel de pupunha 300 g/m² bainha externa



Fonte: Acervo da autora (2019)

Para a produção das embalagens, foi escolhido produzir papéis de 180, 230 e 300 g/m² de bainha externa. A escolha dessa bainha se deve ao fato de que a bainha externa é a maior parte do resíduo da pupunha (45% da haste). O papel de 75 g/m² de bainha externa não pôde ser utilizado, pois foi produzida uma quantidade pequena que foi toda utilizada, para realização dos ensaios de qualidade. Já a bainha interna foi produzida na gramatura de 75 g/m² para confeccionar embalagens mais delicadas.

4.2 Ensaios de qualidade

Como forma de comparação, na Tabela 1 apresenta-se a especificação do papel MG050, produzido na empresa em que foram feitos os testes. Vale lembrar que este papel foi produzido

de forma industrial, sendo realizados ensaios a todo momento em sua produção e com a utilização de químicos para que esteja nas especificações necessárias.

Tabela 1 - Especificações do papel 50 g/m²

Teste	Resultado
Rasgo Longitudinal	31 gf
Tração Longitudinal	4,05 kgf/15 mm
Porosidade - Gurley	13 s/100 ml
Arrebetamento - Mullen	1,5468 kgf/cm ²
Espessura	0,062 mm

Fonte: Iguazu Celulose (2019)

Para o papel produzido com fibras de pupunha na gramatura de 75 g/m², por ser um papel semelhante ao papel sulfite e ao papel produzido pela empresa, foi possível realizar cinco ensaios no papel de pupunha de bainha interna. Os resultados desses testes podem ser observados na Tabela 2. A partir dos resultados se observa falta de homogeneidade entre os materiais produzidos, o que indica necessidade de aprimoramento do processo.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios do papel 75 g/m² obtido da bainha interna

Teste	Porosidade [s/100 ml]	Tração [kgf/15 mm]	Rasgo [gf]	Arrebetamento [kgf/cm ²]	Espessura [mm]
1	584,9	4,21	18	3,5	0,225
2	202,0	5,01	21	5,3	0,342
3	421,0	2,86	17	4,4	0,165
4	471,4	1,42	-	3,5	0,166
5	-	4,25	-	-	0,165
6	-	-	-	-	0,168

Fonte: Acervo da autora (2019)

Conforme a norma de referência ABNT NBR NM – ISO 5636 –5, deve-se utilizar 4 corpos de prova para realizar o ensaio de rasgo. Porém, ao longo dos ensaios, pôde-se perceber que o equipamento não possuía a capacidade de rasgar 4 corpos de prova a partir da gramatura de 180 g/m². Com isso, o ensaio do papel de gramatura 180 g/m² foi feito apenas com 2 corpos de prova e os ensaios com as amostras de 230 e 300 g/m² foram feitos apenas com 1 corpo de prova cada.

A Tabela 3 apresenta o valor do ensaio de rasgo, correspondendo ao valor de um corpo de prova.

Tabela 3 - Resultados do ensaio de rasgo (gf) para as diferentes gramaturas de papéis

	75 g/m ²	75 g/m ²	180 g/m ²	230 g/m ²	300 g/m ²
	Bainha Interna	Bainha Externa	Bainha Externa	Bainha Externa	Bainha Externa
	4,5	7,75	24,5	45	25
	5,25	5	27	39	24
	4,25	5,75	17	17	14
	-	-	17,5	30	31
Média [gf]	4,7	6,17	21,5	32,75	23,5
Desvio Padrão [gf]	1,27	1,16	4,34	10,54	6,10

Fonte: Acervo da autora, 2019.

Na Tabela 3 estão apresentados também a média e o desvio padrão dos ensaios de rasgo realizados.

O que pode ser observado nesses ensaios é que as fibras não possuem uma direção homogênea, como acontece nos papéis produzidos industrialmente. Porém, possuem uma preferência de direção, como pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 - Rasgo do papel 230 g/m²



Fonte: Acervo da autora (2019)

4.3 Desenvolvimento de protótipos

No início de 2019 foi realizada visita à cidade de Morretes para compreender melhor o comércio da região, quais os produtos vendidos e quais as embalagens utilizadas pelos comerciantes (Figura 16).

Figura 16 - Feirinha de Morretes



Fonte: Acervo da autora (2019)

Com a visita foi possível perceber que os vários estandes que vendem produtos regionais utilizam sacolas de plástico para colocar seus produtos vendidos, não possuindo uma identidade regional. Lojas vendem lembrancinhas como imãs, chaveiros, produtos de madeira e tecido, joias de pedras da região, além de produtos famosos e típicos da região, como a cachaça e a bala de banana, que se adaptam plenamente à proposta de desenvolvimento de produtos de Design da presente pesquisa. Nesta visita, foi possível perceber o interesse dos turistas pelos produtos produzidos na região. Com essas observações, foi decidido fazer cinco protótipos: sacola, envelope, caixa de bala, caixa de joia e embalagem para garrafa.

Infelizmente não aconteceu uma entrevista com os comerciantes locais para a definição de quais protótipos seriam desenvolvidos, apenas pesquisas e observação na região, e também não foi possível a validação dos produtos finais. Contudo esses artefatos produzidos mostram que é possível produzir e desenvolver embalagens a partir de papéis de pupunha, assim podendo ser confeccionados conforme a necessidade dos comerciantes e clientes.

4.3.1 Envelope

A decisão de fazer envelope veio após observar que as lojas de lembrancinhas colocavam objetos pequenos como imãs e chaveiros em pequenos envelopes. Foi feito um estudo de inspirações e um *brainstorming*, realizando várias gerações de alternativas e, em seguida, a seleção do produto a ser produzido. Foram feitos desenhos de tamanho 1:1 e planificações, para observar se o tamanho era aceitável. Após as planificações foram feitos *mockups* com papel sulfite para atestar se o produto era executável. Após essa etapa, a planificação foi passada para o papel de pupunha de 75 g/m² de bainha interna. O papel foi escolhido porque se assemelha visualmente ao papel tradicionalmente usado nos envelopes e por ser um protótipo que não necessita suportar pesos grandes, conforme Figura 17.

Figura 17 - Protótipo final (Envelope)



Fonte: Acervo da autora (2019)

4.3.2 Sacola

Na visita feita a Morretes pode-se observar que os comerciantes dos stands utilizam sacolas plásticas tradicionais para colocar os produtos vendidos. Com esta percepção foi decidido produzir uma sacola feita de fibras de pupunha para substituição da sacola de plástico. Foram pesquisadas algumas sacolas com formatos diferentes, porém optou-se por reproduzir as sacolas tradicionais de papel. Com isso foram desenvolvidos uma planificação e *mockup* em sulfite.

A partir desta planificação, foi viável produzir o protótipo final (Figura 18). Pesquisando, percebeu-se que as sacolas tradicionais de papel possuem em média gramatura de 110. Assim, optou-se por utilizar o papel de pupunha com gramatura de 180.

Figura 18 - Protótipo final (Sacola)



Fonte: Acervo da autora (2019)

4.3.3 Caixa de joias

A escolha da caixa de joias foi devido à venda de joias feitas com pedras em Morretes. Foram geradas ideias e *mockups* para decidir qual o melhor tamanho e o modelo mais interessante para fabricar o protótipo final. Com a escolha do modelo, foi feita uma planificação com as medidas que seriam utilizadas no protótipo final e mais uma vez foi feito o *mockup* para atestar a usabilidade do produto, em sulfite. A planificação foi passada para o papel 230 g/m² de bainha externa de pupunha e foi utilizado este papel para que as estruturas da caixa não ficassem frágeis. Assim, este protótipo foi montado em três partes, sendo a parte central, onde vão ficar as joias, construída como uma caixa normal, e as laterais, montadas como meia caixa.

No centro da caixa foram utilizadas as “bolachas” de pupunha, que serviram para substituir as tradicionais espumas, que fornecem suporte para as joias. As bolachas serviram para o propósito proposto, mas elas rasgaram e soltaram fibras. Para deixar a caixa (Figura 19) mais atrativa foram postas as lâminas de pupunha e para fechar a caixa foi utilizado o fio de juta.

Figura 19 - Protótipo final (Caixa de joias)



Fonte: Acervo da autora (2019)

4.3.4 Caixa de balas

A escolha de fazer a caixa de bala veio das tradicionais balas de banana da marca Antonina, facilitando sua seleção pelo fato de as balas possuírem uma embalagem primária, possibilitando não haver nenhum contato direto com a embalagem de papel de pupunha. Foi realizada uma pesquisa e selecionada uma forma para a embalagem, gerando a planificação e em seguida o *mockup*. Comprovando a viabilidade da embalagem pelo *mockup*, foi possível executar o protótipo final, com a gramatura de 230. O fio que fecha a caixa é o mesmo utilizado na caixa de joia, a juta (Figura 20).

Figura 20 - Protótipo final (Caixa de balas)



Fonte: Acervo da autora (2019)

4.3.5 Embalagem para garrafa

A escolha para confeccionar uma embalagem para garrafa deve-se ao fato de o litoral do Paraná ser famoso pela produção de cachaça.

Como nos protótipos anteriores, foi desenvolvida uma pesquisa para inspiração. Em seguida foi produzida uma geração de alternativas e foi feita uma escolha a partir dessas alternativas e foi elaborado o *mockup*. A partir do *mockup* foi realizado o protótipo final. Para o protótipo final, utilizou-se gramatura 300 g/m², definido para suportar uma garrafa de vidro *long neck*, necessitando de mais resistência e proteção contra batidas. Além do papel de gramatura 300 g/m², foram utilizadas as lâminas de pupunha, para deixar a aparência da embalagem mais atrativa e uma faixa de papel 75 g/m² de bainha interna, para o caso da garrafa não se fixar corretamente na embalagem (Figura 21).

Figura 21 - Protótipo final (Embalagem para garrafa)



Fonte: Acervo da autora (2019)

5 Considerações finais

Este trabalho mostrou que é possível, mesmo apenas com testes preliminares, utilizar o resíduo do palmito pupunha para produzir papéis e, conseqüentemente, produzir embalagens que utilizam conceitos de ecodesign e que têm apelo à região litorânea do estado do Paraná. Assim, apresenta-se uma forma alternativa de aproveitamento dos resíduos, conjuntamente com a ideia de uma geração de renda extra para a comunidade a partir da valorização dos produtos da região com embalagens diferenciadas.

A ideia seria que houvesse ações de transferência de tecnologia da fabricação dos papéis de pupunha e o desenvolvimento de produtos semelhantes aos apresentados neste trabalho, assim podendo gerar uma renda extra para cooperativas, pequenas empresas ou qualquer pessoa interessada. A primeira ideia seria fornecer esses produtos aos comerciantes locais, mas podendo expandir as vendas para outras regiões ou pela internet, se houvesse viabilidade.

O projeto acabou por não ter continuidade, para o desenvolvimento dos papéis e também dos protótipos pela questão da pandemia, onde tornou-se mais difícil o acesso e a comunicação com essas comunidades, assim não sendo possível a implementação do projeto. Com isso, a parte social deste projeto, fica apenas focado na teoria, e num futuro desejo de sua realização.

As visitas técnicas a Morretes e Guaraqueçaba foram de extrema importância para compreender os objetivos que se esperava atingir e também para decidir quais protótipos produzir, observando o que é comercializado no centro histórico.

Com os conceitos apresentados inicialmente, sobre a pupunha, embalagens, sustentabilidade, ecodesign, litoral paranaense, foi possível o desenvolvimento dos papéis com os resíduos da pupunha e a partir destes materiais foram produzidos cinco protótipos: 1) o envelope utilizando o papel 75 g/m² de bainha interna, sendo produzidos dois modelos de envelope; 2) a sacola com o papel 180 g/m² de bainha externa, com dobras nas laterais para poder ser compactada; 3 e 4) com os papéis 230 g/m² de bainha externa, foram desenvolvidas as caixas de joia e de bala, sendo que na caixa de joia foram aplicadas lâminas para acabamento e corda de juta e para acomodar as joias foram utilizadas as bolachas, a caixa de bala utiliza a corda de juta para fechar a embalagem; 5) a embalagem para garrafa foi produzida com papel de bainha externa 300 g/m², utilizando também as lâminas de pupunha e o papel de bainha interna 75 g/m² para acabamento.

Após a confecção das embalagens pode-se perceber que os papéis se comportaram bem com as intervenções sofridas. Alguns pontos negativos puderam ser observados, por exemplo: como os papéis de 230 e 300g/m² são mais grossos, acabaram rasgando um pouco nas dobras; e os papéis de bainha externa, principalmente de gramatura maior, ficaram com muitas farpas, podendo machucar o usuário no manuseio.

Por fim, salienta-se que os processos envolvidos neste trabalho, tanto na produção dos papéis quanto no desenvolvimento das embalagens, devem ser otimizados para aumentar a viabilidade técnica, econômica e social de sua aplicação.

6 Agradecimentos

Os agradecimentos após a realização deste trabalho se dirigem à Embrapa Florestas, pelo atendimento, fornecimento de material, laboratório, pesquisa e às colaboradoras, Dayanne Mendes e Tielidy Lima, e ao bolsista de iniciação científica Frederique Gonçalves, por

desenvolverem e produzirem os papéis utilizados neste trabalho. Ao CNPq pelo financiamento de projeto de pesquisa, n. processo: 441554/2017-2, e pela concessão de bolsas PQ e IC. À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela didática, ensino, apoio estrutural e toda a base de conhecimento. À empresa Iguazu Papel e Celulose S/A, que disponibilizou o laboratório para os ensaios de qualidade e aos funcionários Evelize Dutra, Laerte Moresco, Gisele Santos e Danieli Turra, por realizarem os ensaios e auxiliarem na interpretação dos resultados.

7 Referências

- ABRE, Associação Brasileira de Embalagem, [201-?]. Disponível em <<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/>>. Acesso em 28/04/2019.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. Ed. 2ª São Paulo. Blucher, 1998.
- ESTEVES, Claudio Jesus. **Vulnerabilidade socioambiental na área de ocupação contínua do litoral do Paraná–Brasil**. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 34, p. 214-245, 2015.
- EMBALAGEM MARCA. **Embalagens danificadas causam 13% do desperdício de alimentos no varejo**, 2016. Disponível em <<https://www.embalagemmarca.com.br/2016/07/embalagens-danificadas-causam-13-do-desperdicio-de-alimentos-no-varejo/>>. Acesso em 15/05/2019.
- EMBRAPA. **Palmito de pupunha aumenta renda ao agricultor e ajuda a proteger a Mata Atlântica**, 2015. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/4799110/palmito-de-pupunha-aumenta-renda-ao-agricultor-e-ajuda-a-protetger-a-mata-atlantica>>. Acesso em 15/04/2022.
- FONSECA, Elda Bonilha Assis; MOREIRA, Maria Aparecida; CARVALHO, JG de. **Cultura da pupunheira (Bactris gasipaes Kunth)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008.
- GONÇALVES, F.; ZANONI, P.; GOTTARDI, F. **Papel artesanal com resíduos de palmito pupunha (Bactris gasipaes) visando aumento de renda para comunidade do litoral paranaense**. Anais do XVIII Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas. 2019
- GOTTARDI, Fernanda. **Fibras residuais de palmito: estudo de aplicações ao design de Embalagens sustentáveis**. Orientador: Ugo Belini. 2019. 106 f. TCC (Graduação) – Curso Bacharelado em Design Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- GURGEL, Floriano A. **Administração da Embalagem**. São Paulo: Thompson 2007.
- HELM, Cristiane V. **Palmito pupunha: processamento in natura**. 2019, 66 slides.
- IDEIA CIRCULAR. **Economia Circular**, 2018. Disponível em <<https://www.ideiacircular.com/economia-circular/>>. Acesso em 30/08/2019.
- KARASKI, Thiago Urtado et al. **Embalagem e Sustentabilidade: Desafios e Orientações no Contexto da Economia Circular**. São Paulo: CETESB, 2016.
- KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade de todas as coisas: design e desenvolvimento sustentável**. 2 eds. São Paulo: Senac, 2005.
- LOPES, F. **Resíduos Agroindustriais: meios de cultura sustentáveis**, 2018. Disponível em <<http://profissaobiotec.com.br/meios-de-cultura-sustentaveis-2/>>. Acesso em 15/09/2019.
- MANZINI, Ezio. **Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

- MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais**. Brasil: EDUSP, 2002. 366 p
- MARINELLI, Alessandra L. et al. **Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: uma contribuição para a sustentabilidade amazônica**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 18, n. 2, p. 92-99, 2008.
- MESTRINER, Fábio. **Design de Embalagem Curso Básico**. São Paulo: Person Makron Books, 2002.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**, 2005.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente., [201-?]. **Ecodesign**. Disponível em <<https://mma.gov.br/component/k2/item/7654-ecodesign>>. Acesso em 04/08/2019.
- MORAES, J.E, et al. **Nutrientes e formas de utilização do resíduo agroindustrial do palmito de pupunha para alimentação animal no Vale do Ribeira**. *Pesquisa & Tecnologia*, vol 8, n.2, Jul-Dez, 2011.
- NIELSEN, 2017 **Execução consciente: o gatilho certo para atrair os shoppers**. Disponível em <<https://www.nielsen.com/br/pt/press-releases/2017/Execucao-consciente-o-gatilho-certo-para-atrair-os-shoppers/>>. Acesso em 15/05/2019.
- OLIVEIRA, D. B. et. al. **Produção de papel artesanal em cooperativas de reciclagem com aparas de papel e fibras vegetais**. [201-?]
- PAPANEK, Victor. **The Green imperative: ecology and Ethics in Design and Architecture**. Thames & Hudson 1995.
- SECRETARIA DE TURISMO DO PARANÁ. **PDITS: Plano de desenvolvimento integrado do turismo sustentável**, [201-?]. Disponível em <http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/DPROD/PDITS/PARANA/PDTIS_LITORAL_PARANAENSE.pdf>. Acesso em 07/09/2019.
- SNA, Sociedade Nacional de Agricultura. **Pupunha é opção de renda para agricultura familiar**, 2015. Disponível em <<https://www.sna.agr.br/pupunha-e-opcao-de-renda-para-agricultura-familiar/>>. Acesso em 26/05/2019.
- THE ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia Circular**, 2017. Disponível em <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/principios-1>>. Acesso em 30/08/2019.
- VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para a sustentabilidade: Teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”**. Salvador: EDUFBA, 2010.