



Design para Sustentabilidade: experiência com processo de reciclagem de papel na abordagem do Design Conduzido pelo Material (MDD)

Design for Sustainability: Experience with the Paper Recycling Process in the Material Driven Design (MDD) Approach

Lucas d. C. Dias¹, Caroline A. Buna², Victor S. d. A. Lobato³, Nubia S. S. Santos⁴

¹Universidade do Estado do Pará, graduando, lucascarv717@gmail.com

²Universidade do Estado do Pará, graduando, carol.bunna@gmail.com

³Universidade do Estado do Pará, graduando, victor.sda.lobato@aluno.uepa.br

⁴Universidade do Estado do Pará, Doutor, nubiasantos@uepa.br

Resumo: O artigo destaca a importância do método Material Driven Design (MDD) para a reciclagem de papel, enfatizando a sustentabilidade e a inovação no design. O MDD coloca o material reciclado no centro do processo criativo, permitindo uma compreensão profunda das propriedades técnicas, sensoriais e simbólicas do material analisado. Isso possibilita a experimentação e o desenvolvimento de novos significados e usos para o papel reciclado. A abordagem integra níveis de experiência para criar produtos que dialogam com o usuário de forma significativa. Além disso, o artigo ressalta os benefícios ambientais da reciclagem de papel, como exemplo a economia de até 80% de água e 70% de energia em comparação ao papel virgem, e o impacto social positivo ao valorizar a cadeia produtiva, especialmente os catadores. A abordagem do MDD, portanto, promove um design sustentável, consciente e socialmente inclusivo, ampliando as possibilidades do papel reciclado no mercado e na indústria.

Palavras-chave: resíduos sólidos; ensino de materiais; design sustentável.

Abstract: The article highlights the importance of the Material Driven Design (MDD) method for paper recycling, emphasizing sustainability and innovation in design. MDD places the recycled material at the center of the creative process, enabling a deep understanding of the technical, sensory, and symbolic properties of the analyzed material. This allows for experimentation and the development of new meanings and uses for recycled paper. The approach integrates different levels of experience to create products that engage users in a meaningful way. Furthermore, the article emphasizes the environmental benefits of paper recycling, such as saving up to 80% of water and 70% of energy compared to virgin paper, and

the positive social impact by valuing the production chain, especially waste pickers. MDD, therefore, promotes sustainable, conscious, and socially inclusive design, expanding the possibilities for recycled paper in the market and industry.

Keywords: Sustainability; Recycling;

1 Introdução

Tem se tornado cada vez mais evidente que os modelos produtivos tradicionais não são mais compatíveis com os limites ecológicos do planeta devido à degradação ambiental nos últimos anos. Um dos setores que mais se destaca nesse debate é o de papel e celulose, cuja produção tradicional consome uma grande quantidade de recursos naturais UTFPR (2012). Nesse contexto, a possibilidade de reciclar o papel surge não apenas como uma solução técnica, mas como um convite à revisão de valores e prioridades. Reciclar papel significa aproveitar as fibras de celulose já utilizadas, transformando o que seria lixo em matéria-prima novamente útil. Dessa forma, observou-se que o ganho ambiental dessa prática não é trivial: estima-se que a produção de uma tonelada de papel reciclado consome até 80% menos água e 70% menos energia do que a produção de papel virgem (Lima, 2013). Números esses, significativos para conservação ambiental, pois ao observar a escassez crescente de água no planeta, a economia hídrica proporcionada pelo papel reciclado ganha uma dimensão ainda mais crítica. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) já alertou em diversas publicações sobre a pressão crescente sobre os mananciais brasileiros. Nesse sentido, adotar processos produtivos mais limpos não é mais uma escolha, mas uma necessidade urgente.

No que tange a questão ambiental direta, há também o impacto social. O processo de reciclagem movimenta uma cadeia produtiva muitas vezes invisível à sociedade como os catadores de materiais recicláveis (Ferreira, 2019). Essa atividade fomenta um elo fundamental na cadeia da reciclagem, especialmente no contexto da coleta seletiva. Sua atuação está diretamente associada à valorização dos resíduos sólidos urbanos, particularmente do papel descartado. Segundo Ferreira (2019), fortalecer as cooperativas de catadores é essencial para promover não só a reciclagem, mas também a dignidade e a cidadania desses trabalhadores. Ignorar essa dimensão humana seria perder de vista o caráter verdadeiramente transformador da reciclagem, pois, além da renda, os benefícios se estendem à inclusão social e à formalização do trabalho. A constituição de cooperativas e associações permite aos catadores o acesso a políticas públicas, como linhas de financiamento, capacitação técnica e instrumentos de segurança do trabalho.

Desta forma tais mecanismos favorecem a profissionalização do setor e reduzem a precarização das condições laborais. Conforme apontado por Dias (2021), a organização coletiva desses trabalhadores reforça seu reconhecimento enquanto agentes ambientais e sujeitos de direitos, rompendo com estigmas históricos associados à informalidade. Rememorando que sob a perspectiva ambiental, a atuação dos catadores também contribui diretamente para a redução da pressão sobre os aterros sanitários e lixões, além de minimizar a exploração de recursos naturais não renováveis.

Igualmente, como parte dessa cadeia, é importante ressaltar a conscientização social, pois os consumidores ainda associam o papel reciclado a um produto de qualidade



inferior, mais escuro, menos resistente, com aparência "estranha". No entanto, os avanços tecnológicos vêm desconstruindo esse mito, permitindo a produção de papéis reciclados visualmente e funcionalmente comparáveis aos papéis tradicionais (Dias, 2020). A resistência ao seu uso, portanto, parece estar muito mais enraizada em questões culturais e simbólicas do que em limitações reais. Nesse ponto se faz importante à educação ambiental, mais do que informar, ela deve formar cidadãos conscientes de seu papel na construção de uma sociedade mais justa e equilibrada. Dias (2021) destaca que a educação ambiental precisa ser contínua, contextualizada e crítica, capaz de provocar uma reavaliação profunda das práticas cotidianas e das escolhas de consumo.

Nesse viés, na perspectiva econômica, os benefícios do papel reciclado também se multiplicam. Além da redução dos custos com matérias-primas e energia, há o diferencial competitivo gerado por uma imagem institucional associada à responsabilidade socioambiental. Em um mundo cada vez mais atento aos impactos das empresas e instituições, esse fator pode ser um diferencial. Ainda assim, é importante reconhecer que o papel reciclado não é uma solução mágica. Há desafios logísticos, como a coleta seletiva ainda incipiente em muitas cidades, e obstáculos técnicos, como a limitação do número de vezes que uma fibra pode ser reutilizada antes de perder suas propriedades. Contudo, pelas razões citadas acima, essa prática deve ser vista como parte de um conjunto mais amplo de soluções integradas. (CARDOSO, 2015).

Em suma, com base na importância do papel reciclado, o presente trabalho fundamentou-se em uma abordagem chamada *Material Driven Design* (MDD), ou Design conduzido pelo material, onde se prioriza não o resultado, mas o processo (KARANA et. al., 2015) Como uma abordagem que segue a partir de um material, essa abordagem se achou adequada para experimentação com o processo de reciclagem de papel, tendo o papel pós-consumo como material principal. adicionado ou não a outros materiais como fibras vegetais, neste enfoque foram possíveis experiências com papel e polpa reciclada, onde a polpa foi moldada em várias formas.

2 Design Conduzido Pelo Material (MDD)

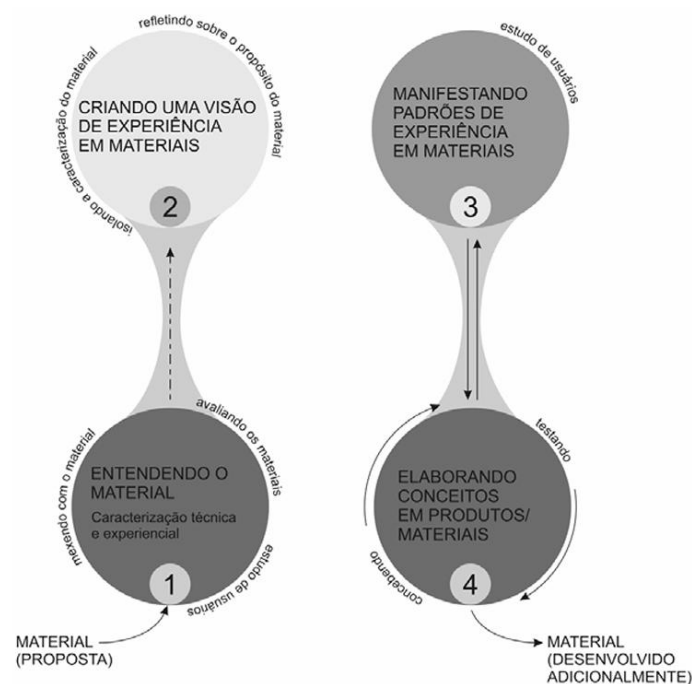
Para o desenvolvimento do estudo centrado na reciclagem do papel buscou-se uma abordagem que permita a compreensão total sobre o material, de tal forma que o designer, após o desenvolvimento do projeto, obterá amplo conhecimento em relação ao insumo utilizado (KARANA et. al., 2015) Desta forma, o *Material Driven Design* (MDD) foi escolhido por seu enfoque na matéria-prima que a qualifica além de propriedades técnicas e utilitárias, mas como uma experiência significativa para o usuário. O método possui etapas comparáveis a ferramentas tradicionais ao desenvolvimento de produtos, como as análises — mercado, relação social, estrutural — que são intrínsecas ao sistema de Löbach (2001), porém está ligado aos sentidos físicos desde o primeiro momento, apoiado em quatro níveis de experiência material — sensorial, interpretativo, afetivo e performático.

Conforme KARANA (2015) a abordagem se inicia a partir do estabelecimento de três possíveis cenários, tendo o material como protagonista: no primeiro, o material é relativamente conhecido, o que leva o designer a desenvolver novos significados e a ter

experiências únicas. No segundo cenário o material é relativamente desconhecido, quando se tem a oportunidade de construção das primeiras experiências e simbolismos. Por último, temos um material desconhecido, ainda a ser explorado, cenário ideal para projetar e explorar elementos novos. Os estudos com processo de reciclagem do papel fazem parte do primeiro cenário, sendo o papel um material que possui aplicações e significados já estabelecidos.

Após a identificação do cenário, o MDD seguirá por quatro etapas sequenciais de ação iniciando com um material e finalizando com um produto ou material desenvolvido, assim como exposto na Figura 1.

Figura 1 — Etapas do MDD



Fonte: Barauna *et al* (2017)

a. ENTENDIMENTO SOBRE O MATERIAL

A priori, as características identificadas do papel utilizado, sejam técnicas ou das sensações que ele transmite, são estudadas e comparadas. Munari (1981) afirma que, segundo a tradição, muitos materiais são utilizados de uma só ou de poucas maneiras. O autor afirma que através da experimentação desses materiais, podem descobrir-se novas formas de utilizá-lo. Essa fala, indiretamente, é reforçada na primeira etapa do MDD, em que Karana (2015) afirma que a experimentação do material é importante para obter *insights* de como esse material pode ser explorado, suas propriedades técnicas, e como ele pode ser aplicado e usado em produtos.

No que concerne à comparação, o papel é analisado com outros produtos que compartilham dos mesmos atributos ou semelhanças, de forma a mapear, conforme a Figura 2, as oportunidades de trabalhar o material em conjunto com outro para gerar um compósito de forma consciente sobre seus aspectos individuais.



Figura 2 — Quadro comparativo

				
	FOLHA DE CADERNO de papel reciclado	CADEIRA de papelão	TAPETE de fibra de coco	BRACELETE de fibra do açaí
Aplicações	 Papel reciclado de restos de papel de gramaturas próximas da 70, com adição de cola	 Resto de papelão coletado nas ruas	 Fibras de cocô usado reciclado para novo objeto	 Fibras de açaí que foram pigmentadas no produto
Decorativo	Não	Sim	Sim	Não
Reúso funcional	Sim	Sim	Sim	Não
Adorno	Não	Não	Não	Sim
Qualidades experimentais e questões emergentes experienciais				
Cor natural	Revelado	Revelado	Recuperado	Não há (Pigmentado)
Imperfeições	Baixo	Médio	Baixo	Baixo
Fibras visíveis	Médio	Não há	Médio	Médio
Rugosidade	Baixo	Alto	Alto	Baixo
Aspecto natural	Médio	Alto	Médio	Baixo

Fonte: Adaptado de (KARANA et. al., 2015)

O mapeamento dos materiais ajuda o designer a compreender os níveis de experiência — sensorial, interpretativo, afetivo e performático — do material, a fim de ter uma visão holística de como esse material e o produto que ele configura — ou pode vir a configurar — é percebido. Niemeyer (2003) afirma que um produto tem sua “cara”, ele diz de si próprio quais são as suas características e qualidades, qual o seu modo de produção, para o que ele serve e para quem ele se dirige. Logo, entender os níveis de experiência de um material permite que o designer compreenda como se dará a comunicação desse material em um produto.

Para além, Karana (2015) destaca a importância de buscar fazer um estudo de usuário para entender como as pessoas se relacionam com o material, no caso deste artigo, o papel. Niemeyer (2003) expõe a importância de compreender qual o cenário da pessoa que irá perceber o produto, o interpretador. Nesse viés, a autora diz que o designer deve entender metas, exigências, intenções e limitações do possível cliente, assim como também deve-se haver uma preocupação com as características geográficas, temporais e socioeconômicas desse interpretador. O material, por sua vez, como principal guia no MDD e protagonista do produto a ser criado, também precisa ser investigado como algo que é comunicado e interpretado pelo usuário, principalmente quando este material está inserido no cenário 1, como é o caso do papel, que já tem um significado, uma percepção

e uma aplicação bem estruturadas dentro da sociedade contemporânea. Assim, observa-se a importância de compreender como é essa interação entre o usuário e o material.

Em síntese, a primeira etapa consiste em um estudo das propriedades técnicas do material, de como esse material se comporta em comparação a outros materiais semelhantes e de como ele é percebido na sociedade.

b. VISÃO DA EXPERIÊNCIA DE MATERIAIS

Nesse momento, após a coleta de dados da etapa anterior, inicia-se uma visão mais analítica em cima dos dados coletados. Segundo Karana (2015), a visão da experiência dos materiais é uma forma de resumir todas as informações obtidas acerca do insumo e/ou do produto emergente dessa matéria, para que essa síntese sirva de orientação para todo o processo de design. Dessa forma, segundo a autora, será possível começar a mapear o desempenho do material, a experiência singular do elemento incorporado em um produto e o propósito do item no planeta, seja relacionado a outros produtos ou pessoas.

Dias (2009) propõe uma abordagem para a análise de dados, em que o que foi coletado pode ser visto de forma qualitativa. Segundo o autor, as "pesquisas qualitativas consistem de três atividades interativas e contínuas", sendo elas: Redução de dados, momento em que há um "processo de seleção, simplificação, abstração e transformação dos dados" coletados; Apresentação dos dados, parte em que os dados são organizados de forma precisa, para que o pesquisador (o designer) consiga ter uma boa análise da contemplação dos dados e tirar conclusões coerentes; Interpretação e verificação das conclusões, fase na qual há "identificação de padrões, possíveis explicações, configurações e fluxos de causa e efeito", sempre avaliando se as respostas dessa fase estão de acordo com a proposta da pesquisa ou do projeto. De forma sucinta, a proposta de Dias (2009) ajuda o designer a ter a visão de experiência dos materiais, já que a análise qualitativa proporciona um caminho para conclusões mais organizadas e assertivas.

Em suma, Karana (2015) diz que, como resultado dessa etapa, pode-se encontrar diversas afirmações interpretativas, afetivas ou performáticas, sendo um importante momento de conclusões mais pontuais acerca do material. A autora afirma que essa etapa ajuda "a reconhecer um caminho visionário através do desconhecido, em direção a uma aplicação futura". Em relação ao material protagonista deste artigo, o papel, mesmo ele sendo um material difundido, conhecido e cheio de significados na sociedade, é possível começar a visualizar melhor todas as nuances desse material, além de refletir sobre novas formas e novos significados que ele possa vir a ter.

c. PADRÕES DE EXPERIÊNCIA DE MATERIAIS

A partir da visão criada, relações são construídas através de interações que envolvem simulações da vida cotidiana para gerar os significados que tornam mais claro a forma como os padrões de experiência dos materiais podem se manifestar (KARANA et. al., 2015). Além disso, a maneira como os usuários atribuem significados aos materiais é uma etapa central no desenvolvimento de produtos orientados por experiências. Conforme defendido por Cross (2006), o design é, essencialmente, uma atividade de construção de significados, na qual a compreensão do contexto e das necessidades humanas se entrelaça com os atributos formais e funcionais do produto. Sobre essa perspectiva, reforça-se a importância de integrar o usuário no processo criativo para que os materiais escolhidos - no caso o papel reciclado - no projeto possam evocar sensações, lembranças e interpretações coerentes com a visão do designer.



Assim, a partir dessa concepção, as relações entre materiais e usuários são construídas por meio de interações que simulam situações da vida cotidiana, tais simulações permitem revelar padrões de experiência que os materiais podem manifestar. No cenário da pesquisa, os significados atribuídos não são inerentes ao material em si, mas emergem de experiências situadas, como aponta Karana (2010) em sua proposta de Seleção de Materiais Orientada por MDD.

Deste modo, ao incorporar o DDMS ao Modelo de Design de Materiais (MDM), abre-se espaço para a aplicação da abordagem (MDD), a qual pode ser enriquecida por métodos de avaliação qualitativa e quantitativa. Um desses métodos é o *Material Driven Material Selection* (MDMS), que busca aproximar os usuários do processo de design por meio de questionários e representações visuais que exploram materiais em contextos do cotidiano, essa abordagem permite ao designer compreender de forma mais clara como diferentes perfis de usuários interpretam e reagem ao material proposto, criando um conjunto de dados que pode ser comparado à visão original do projeto.

Ademais, a convergência entre a visão do designer e as interpretações dos usuários é essencial para validar se os significados esperados estão sendo de fato comunicados, dessa forma, o processo não se limita à escolha técnica de materiais, mas se expande para uma dimensão semiótica e experiencial, alinhando-se ao que Cross (2006) denomina de “pensamento de design”, que fala sobre o entendimento humano e a experimentação prática, analisando como eles caminham juntos.

d. CRIAÇÃO DE CONCEITOS DE MATERIAIS/PRODUTOS

Na última etapa, Karana (2015) afirma ser o momento em que se inicia a integração das principais descobertas das etapas anteriores. Porém, é importante destacar que a autora revela que o designer pode ter uma ideia de aplicação — produto — desde a etapa 1, evidenciando a não exclusividade da criação de conceitos na etapa 4. Ou seja, ideias podem ser geradas em outros momentos durante o processo do MDD. Diante desse cenário, “as considerações sobre os materiais e a criação do conceito do produto andam de mãos dadas, e o material é moldado de acordo”, diz Karana (2015). Porém, ainda segundo a autora, se até este momento nenhuma ideia de produto foi considerada, o designer deve criar conceitos (ideias) utilizando os resultados da etapa 3 e as coletas e análises de dados obtidos no início do MDD.

Ainda segundo Karana (2015) se o material já for bem desenvolvido — como é o caso do papel — o designer encontra oportunidade em manipular “diferentes tratamentos de superfície, diferentes formas e possibilidades de fabricação”. De acordo com a mesma, usando a ideia central e conhecida do material, é possível trabalhar com “os componentes do material compósito para encontrar combinações ótimas”, utilizando-se de toda a pesquisa feita durante o processo do MDD, em especial dos resultados analisados das experiências dos materiais. O designer, usando como exemplo o material principal deste artigo, “brinca” com a estrutura do papel, cortando, colando, juntando o papel com diferentes gramaturas mudando suas propriedades, o tornando mais — ou menos — flexível, transparente, áspero, inflamável, resistente etc., a fim de atingir as qualidades

estéticas reveladas na etapa 3. Após a manipulação desse material, o pesquisador pode usar materiais semelhantes ou versões modificadas do insumo — papel — para criar, testar e verificar os conceitos refletidos durante e após as etapas do MDD para facilitar o desenvolvimento do produto. Em seguida a essa fase, os conceitos são analisados, e os materiais mais bem destacados são selecionados para a criação do conceito do produto.

Baxter (2000) propõe um método de seleção de conceito, tendo como auxílio a matriz de seleção de oportunidades, apresentada na figura 3. A proposta dessa técnica é, após a criação de diversos conceitos, convergir sistematicamente o que foi gerado em um único conceito selecionado. Segundo o autor, a seleção dessas alternativas não é simples, pois envolve o uso da criatividade na ideação, combinação de diferentes possibilidades geradas, juntando diversos aspectos positivos das concepções, podendo até gerar mais conceitos durante o desenvolvimento da seleção. Portanto, é necessária organização estratégica e dedicação para a seleção da melhor alternativa. A matriz de seleção de oportunidades (figura 3), sugerida por Baxter (2000) é uma forma de fazer a seleção das melhores alternativas. Na primeira rodada os conceitos gerados são ordenados e colocados em um eixo e os critérios de avaliação inseridos em outro eixo. E para nível de comparação, são atribuídas notas na matriz, em que “+1” é considerado como atende ao requisito, “0” é apontado como neutro — não é bom e nem ruim — e “-1” é julgado como uma pontuação que evidencia a pouca afinidade do conceito com o critério de avaliação, ou a inexistência dele. Após a conclusão da tabela, é feito o cálculo entre os resultados para ter uma visão mais completa dos quais foram melhores e piores pontuados. Após isso, o autor expõe que, caso necessário, o método pode ser repetido mais de uma vez, já que existe a possibilidade de haver empate entre conceitos ou amplos resultados negativos após a avaliação. Além disso, o resultado final desse método pode ser não apenas a seleção do melhor conceito, mas pode ser a mistura de conceitos bem pontuados.

Figura 3 — Matriz de seleção de oportunidades

	CONCEITO 1	CONCEITO 2	CONCEITO 3	CONCEITO 4	CONCEITO 5
RESISTENTE	+1	0	+1	0	-1
FLEXÍVEL	-1	0	+1	-1	-1
DURÁVEL	0	+1	0	+1	+1
ÁSPERO	0	0	+1	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores

Karana (2015) afirma que no método MDD o conceito final deve ser prototipado e testado não apenas em condições controladas — a exemplo testes mecânicos — mas



também deve ser testado em campo, inserido em contexto real para observar a relação das pessoas com o produto e o material que o compõe. Ela afirma que o sucesso dessa etapa está relacionado com a confiança de entender o material e como o conceito selecionado enaltece as qualidades do produto. Caso o *feedback* seja positivo, pode-se prosseguir com o desenvolvimento e concretização final do produto.

3 Metodologia

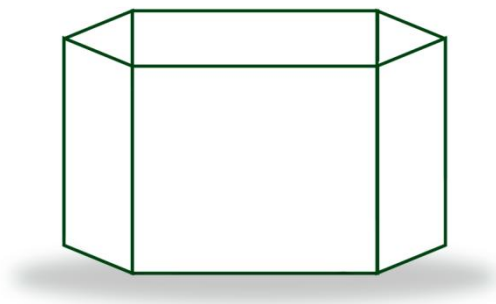
O desenvolvimento de um produto no campo do design exige a aplicação de métodos sistemáticos que aliam criatividade e racionalidade. Nesse sentido, de acordo com a abordagem metodológica proposta por Löbach (2001), o processo criativo pode ser dividido em etapas interdependentes que estruturam a resolução de problemas no contexto projetual para a confecção do produto utilizando algumas dessas etapas.

Na primeira etapa, observou-se e analisou-se a situação-problema, na qual são investigadas as condições que envolvem o uso do produto, as necessidades, as restrições e os fatores econômicos que condicionam o projeto. Essa fase é essencial para o levantamento de informações e para a construção de uma base sólida de dados que subsidia o restante do processo, nesse projeto, o grupo em questão decidiu que um dos requisitos do projeto seria a funcionalidade do produto e a sustentabilidade, visando à estética como segundo plano.

Em seguida, o grupo em questão analisou a definição do problema, momento em que, com base nas informações previamente coletadas, delimitam-se com clareza os objetivos a serem alcançados e os requisitos que o produto a ser projetado deve satisfazer, ou seja, são criados os requisitos de projetos. Dentro desta análise, visou-se a sustentabilidade como requisito de projeto, pois a produção de papel reciclado representa uma alternativa ecologicamente vantajosa em relação à fabricação convencional a partir de fibras virgens. O processo em questão promove a redução da exploração de recursos naturais renováveis, como a madeira, e diminui significativamente o consumo de energia e água como já foi citado acima.

A terceira etapa consiste na geração de alternativas de solução, etapa caracterizada pela intensificação do potencial criativo do designer. Por meio de técnicas de ideação, como o brainstorming e a produção de esboços exploratórios, são concebidas diversas propostas que buscam responder ao problema identificado, com esse viés decidiu-se produzir uma embalagem em forma de caixa com polpa e fibras, como esboçado no desenho analisado na figura 4.

Figura 4 - esboço da caixa



Fonte: elaborada pelos autores

Na fase seguinte, a avaliação e seleção das alternativas geradas são submetidas a critérios de viabilidade técnica, econômica e produtiva. A proposta escolhida foi adequada para as limitações de projeto como tempo de execução e disponibilidade de mão de obra.

O processo de produção foi conduzido por meio de etapas sistemáticas, visando à obtenção de um material reciclado de qualidade, processo esse dividido em seis etapas principais: fragmentação, maceração, desagregação, moldagem, colagem e refinamento. Cada fase foi executada com base em fundamentos técnico-científicos, conforme descrito a seguir.

e. **FRAGMENTAÇÃO DE PAPEL**

Inicialmente, os resíduos de papel foram cortados em pequenos pedaços. Essa fragmentação visa aumentar a área de contato das fibras com a água, facilitando a subsequente separação das fibras de celulose durante a maceração (Mundo Educação, 2025).

f. **MACERAÇÃO EM ÁGUA**

Os fragmentos de papel foram imersos em água limpa e mantidos em repouso por sete dias. Este período prolongado de maceração permite que as fibras de celulose absorvam água, tornando-se mais flexíveis e facilitando sua separação. Além disso, esse processo ajuda na remoção de impurezas solúveis e na degradação de ligantes presentes no papel, como tintas e adesivos (Ambiental SC, 2025).

g. **DEGRADAÇÃO MECÂNICA**

Após a maceração, a mistura foi transferida para um liquidificador, onde foi adicionada água limpa e uma pequena quantidade de cola branca. A cola atua como aglutinante, conferindo maior coesão às fibras na etapa de moldagem. A mistura foi processada até a obtenção de uma polpa homogênea. Este processo de desagregação mecânica é fundamental para separar completamente as fibras de celulose e formar uma suspensão uniforme (Brasil Coleta, 2018).

h. **MOLDAGEM DO PAPEL RECICLADO**

A polpa obtida foi vertida em um molde de formato hexagonal, previamente preparado. A escolha do molde visa atender a especificações estéticas e funcionais do produto final. A polpa foi distribuída uniformemente no molde, como demonstrado na figura 5, e o excesso de água foi removido por prensagem. Em seguida, o material foi deixado para secar ao ar livre até a completa evaporação da umidade, resultando na formação do novo papel reciclado (ABQ, 2016).



Figura 5- confecção das partes da caixa



Fonte: elaborada pelos autores

i. **COLAGEM**

Depois de obtidas, todas as formas almejadas colaram-se as partes com cola branca para ficar na altura, formato e tamanho desejado como demonstrado na figura 6 e 7.

Figura 6- colagem das partes



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 7- colagem das partes



Fonte: elaborada pelos autores

j. **REFINAMENTO**

Após a colagem, decidiu-se revestir a caixa com papel reciclado com fibras, visando uma estética agradável sem perder a identidade do projeto.

Outra metodologia utilizada, adequada ao MDD originou-se de uma necessidade pontual: presentear uma colega. A partir desse objetivo, o grupo identificou a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na disciplina, aliando técnica e criatividade no desenvolvimento de um produto artesanal. A decisão de utilizar formas em formato de flores foi impulsionada pela intenção simbólica do presente, o que conferiu ao projeto uma função afetiva e estética, conforme sugere Munari (2008), ao afirmar que “o design deve buscar a solução de problemas concretos por meio da funcionalidade aliada à beleza”.

A técnica escolhida baseou-se no manuseio de polpa de papel, processo que envolve etapas específicas para garantir a consistência e qualidade do material final. Utilizaram-se os processos citados de fragmentação e desagregação mecânica para obtenção da polpa. Após isto, na etapa de moldagem do papel reciclado, o material foi cuidadosamente colocado em formas com o desenho de flores e prensado de forma delicada, respeitando os limites do molde para garantir um bom acabamento.

Na etapa seguinte, o material permaneceu nos moldes no tempo determinado até atingir o ponto ideal de secagem, momento em que pôde ser desmoldado sem comprometer a integridade da peça. A finalização envolveu a pintura com tinta acrílica, trazendo vivacidade e reforçando o apelo visual do produto. No entanto, após a análise do resultado final, o grupo reconheceu que a adição de pigmento diretamente à polpa durante a fabricação teria proporcionado uma coloração mais homogênea e eficiente — uma observação pertinente que reflete o caráter experimental e de aprendizado do processo.



Por fim, foram inseridas hastes de madeira e papel, compondo a estrutura de um buquê, o que deu ao objeto um acabamento simbólico e funcional. A experiência demonstrou não apenas a aplicabilidade do conteúdo teórico em um contexto prático, mas também evidenciou a importância do design como ferramenta de expressão e resolução de problemas, como já apontado por Bonsiepe (1997), ao defender que o design deve ser compreendido como uma prática projetual com implicações sociais e culturais.

4 Resultados

Em síntese, com base no artigo de Karana (2015), é possível concluir que o uso do método Material Driven Design (MDD) no contexto educacional oferece benefícios significativos para o aprendizado, especialmente quando aplicado ao desenvolvimento de materiais sustentáveis como o papel reciclado. Observou-se que o MDD, quando aplicado corretamente, promove uma abordagem sensorial, crítica e reflexiva, incentivando o usuário a explorar não apenas as propriedades técnicas do material, mas também suas qualidades estéticas, simbólicas e emocionais. Logo, ao aplicar o MDD no estudo do papel reciclado, observa-se e compreende-se o ciclo de vida do material, suas possibilidades de transformação e o impacto ambiental de suas escolhas. Esse processo contribui para o desenvolvimento de uma consciência ecológica mais profunda, além de ampliar a criatividade e a capacidade de inovação, aspectos essenciais na formação de designers comprometidos à sustentabilidade.

Resultado obtido dos experimentos citados acima na figura 8, 9 e 10.

Figura 8- caixa revertida



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 9- produto final



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 10 – Resultado final do buquê de flores



Fonte: elaborada pelos autores

Outros resultados adquiridos utilizaram as mesmas metodologias, alguns com adição de fibras vegetais e tecido, modificação de formas e moldes com textura, visando sempre à utilização do método MDD (Figuras 11 à 16).

Figura 11 – Papel com fibras de miriti, confeccionado com polpa.



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 12 – Papel reciclado com fios de jeans.



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 13 – Forma cilíndrica confeccionada com polpa



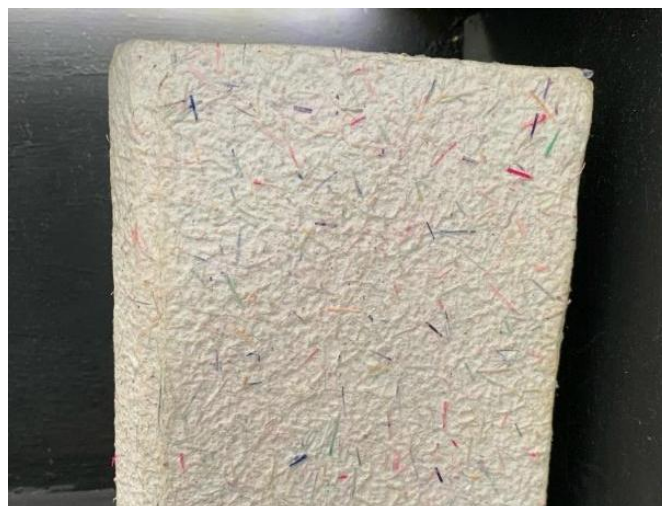
Fonte: elaborada pelos autores

Figura 14 – Papel reciclado com fibras de juta.



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 15 – Papel reciclado com fibras de jupati.



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 16 – Pastilhas de papel confeccionadas com polpa.



Fonte: elaborada pelos autores

5 Considerações Finais

Alguns autores defendem que a necessidade/importância da disciplina design de material em cursos de graduação em design e sua abordagem de design conduzido pelo material já é realidade nos cursos de design nas principais universidades da Europa (SÖRENSEN, THYNI, 2020). A utilização dessa abordagem no processo de reciclagem de papel está dentro da mentalidade do DIY (do it yourself) ou ‘faça você mesmo’, definida como uma prática que combina o fazer, o artesanato e a fabricação própria. Segundo Rognoli (2015), tem havido crescente interesse por produtos personalizados, e sua customização tem por objetivo satisfazer a necessidade dos usuários por produtos únicos e diferenciados, sendo uma alternativa à produtos de produção massiva. Além disso, os próprios usuários sentiram a necessidade de se envolver no processo de produção do produto. A abordagem do material design conduzido pelo material permite o total envolvimento do estudante de design no processo de criação de produtos a partir da intervenção no processo de reciclagem de papel. Também pode-se observar que a vantagem do MDD é que é uma abordagem que permite a exploração sensorial e estética de insumos e materiais da biodiversidade amazônica, como a fibra do açaí, fibra de jupati,



fibra de juta, entre outros. Além de se mostrar uma prática sustentável e compatível com a economia circular (Bak-Andersen, 2018).

6 Referências

ABQ - Associação Brasileira de Química, (2016). **Reciclagem de papel aplicada na confecção de materiais didáticos para o ensino de química**. 56º Congresso Brasileiro de Química. Disponível em: [<https://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/6/10290-23420.html>]. Acesso em 06 mai. 2025.

AMBIENTAL SC. (2025). **Como é feita a reciclagem de papel?**. Recuperado de <https://ambiental.sc/blog/como-e-feita-a-reciclagem-de-papel/>

BAK-ANDERSEN, METTE. **When matter leads to form: Material driven design for sustainability**. Temes de Disseny 34 (12-33), 2018.

BARAUNA, Debora; SOUZA, Silvana; ZAMONER, Michele; RAZERA, Dalton. **Materiais avançados no design à inovação a partir do século 21: contexto e significado**. 25 de abril de 2017. DAT Journal v.2 n.2 2017.

BAXTER, M. (2000). **Projeto de Produto: guia prático para o projeto de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blucher.

BONSIEPE, Gui. **Design: do discurso ao projeto**. São Paulo: Blucher, 1997.

Brasil Coleta. (2018). **Reciclagem de papel: Como é feita?**. Disponível em: [<https://www.brasilcoleta.com.br/reciclagem-de-papel/>]. Acesso em 06 mai. 2025.

CARDOSO, Gilson da Silva. **Modificação das fibras recicladas de papelão ondulado por tratamento enzimático**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/41297> . Acesso em: 15 jul. 2025.

CROSS, Nigel. **Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work**. Oxford: Berg Publishers, 2011.

DIAS, M. R. A. C. Dias. **Percepção dos materiais pelos usuários: Modelo de avaliação Permatus**. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

DIAS, Reinaldo. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2021.

FERREIRA, Adriana Souza. **Reciclagem e inclusão social: o papel das cooperativas na gestão de resíduos sólidos urbanos**. São Paulo: Cortez, 2019.

Karana, E., & Hekkert, P. (2010). **User-material-product interrelationships in attributing meanings**. *Revista Internacional de Design*, 4(3), 43-52.

KARANA, Elvin; BARATI, Bahareh; ROGNOLI, Valentina; ZEEUW VAN DER LAAN, Anouk. **Material driven design (MDD): a method to design for material experiences**. *International Journal of Design*, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 35–54, 2015. Disponível em:

<https://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/1965/693>. Acesso em: 03 maio 2025

LIMA, Guilherme José Purvin de. **Meio ambiente e responsabilidade social: caminhos para a sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2013.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas: introdução ao método projetual**. Tradução de Maria Helena Kuhner. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

Mundo Educação. (2025). **Reciclagem de papel**. Recuperado de <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/reciclagem-papel.htm>

ROGNOLI, Valentina, BIANCHINI, Massimo., MAFFEI, Stefano, KARANA, Elvin. **DIY Materials**. Materials and Design 86 (2015)

SÖRENSEN, Charlotte and Emma THYNI. **A qualitative study of the challenges faced by material designers when developing DIY-materials**. Engineering conference on engineering and product design education. 2020, Via Design, Via University College, Herning, Denmark.

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **O impacto ambiental na substituição do papel virgem por papel reciclado: estudo comparativo de embalagem corrugada**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – UTFPR, Campus [...], 2012.