

Papel d'Novo e moldes 3D no reaproveitamento de papelão

Claudia Turrubia Gonçalves

Universidade Federal de Juiz de Fora

<https://lattes.cnpq.br/5535979439264955>

claudia.turrubia@estudante.ufjf.br

Gabriela Calegari Perrota

Universidade Federal de Juiz de Fora

<http://lattes.cnpq.br/2109238516529270>

gabriela.calegari@estudante.ufjf.br

Bárbara Arantes de Paula

Universidade Federal de Juiz de Fora

<http://lattes.cnpq.br/2289683104740431>

arantes.barbara@ufjf.br

Andre Mol

Universidade Federal de Juiz de Fora

<http://lattes.cnpq.br/3460155750098780>

andre.mol@ufjf.br

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados da etapa de pesquisa do projeto *Papel d'Novo*, um projeto de extensão com interface com a pesquisa que explora a aplicação de tecnologias digitais no reaproveitamento de materiais descartados. A proposta consiste na reutilização de papelão pós-consumo, transformado em polpa moldável por meio da hidratação e conformação em moldes produzidos com impressão 3D. A pesquisa adota uma abordagem experimental e multidisciplinar, combinando conhecimentos de design, manufatura aditiva e processos manuais de moldagem. Os resultados demonstram a viabilidade técnica do processo, indicando potencial para aplicações em produtos de baixo impacto ambiental e alta customização. A integração entre tecnologias emergentes e reaproveitamento de resíduos sólidos aponta caminhos promissores para o avanço do design de materiais sustentáveis, com implicações diretas para a economia circular, a produção distribuída e o desenvolvimento de soluções social e ambientalmente responsáveis.

Palavras-chave:

Reuso de materiais; Papelão; Design para sustentabilidade; Pesquisa e extensão

Papel d'Novo and 3D Molds in the Reuse of Cardboard

Abstract

This study presents the results of the research phase of the *Papel d'Novo* project, an extension initiative with connections to academic research that explores the application of digital technologies in the reuse of discarded materials. The proposal involves the reuse of post-consumer cardboard, transformed into moldable pulp through hydration and shaping in molds produced via 3D printing. The research adopts an experimental and multidisciplinary approach, combining knowledge from design, additive manufacturing, and manual molding processes. The results demonstrate the technical feasibility of the process, indicating potential for applications in products with low environmental impact and high customization. The integration of emerging technologies with solid waste reuse highlights promising directions for the advancement of sustainable material design, with direct implications for the circular economy, distributed production, and the development of socially and environmentally responsible solutions.

Keywords

Material reuse; Cardboard; Design for sustainability; Research and Extension

1 Introdução

O crescimento da produção industrial e o aumento do consumo têm intensificado a geração de resíduos sólidos, tornando sua gestão um dos principais desafios da atualidade. Entre os resíduos gerados, o papelão destaca-se pelo amplo uso na produção de embalagens e pelo grande volume descartado, representando 10,4% dos recicláveis secos no Brasil, atrás apenas dos plásticos (16,8%), segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2022). A versatilidade do papelão reciclado é destacada por Esmieo *et al.* (2018), que descrevem seu reaproveitamento como matéria-prima para a produção de uma variedade de produtos moldados, incluindo novas embalagens, bandejas para ovos e até granulados absorventes, evidenciando seu potencial técnico em aplicações com diferentes exigências de forma e resistência. Essa diversidade de usos amplia as possibilidades de design e fortalece os argumentos em prol de iniciativas voltadas à valorização desse material. Nesse cenário, desenvolver processos sustentáveis para o reaproveitamento de resíduos como o papelão é um passo fundamental rumo a uma economia circular mais eficiente e inclusiva.

A reciclagem e o reaproveitamento de resíduos como o papelão oferecem uma oportunidade para a inovação em materiais e processos de produção. Em projetos de design, técnicas de transformação de materiais, como a moldagem de polpa de papel e o desenvolvimento de compósitos com resíduos celulósicos, possibilitam a criação de novos produtos com características funcionais e estéticas valorizadas. Essas abordagens contribuem para a diminuição da extração de matéria-prima, reduzindo a exploração de recursos naturais e os impactos ambientais associados. Ao incorporar tecnologias sustentáveis e princípios de design circular, os projetos podem reutilizar materiais e também otimizar o desempenho, a durabilidade e o ciclo de vida dos produtos gerados. Para Manzini (2008), o design sustentável busca criar produtos e sistemas que minimizem impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

Sob a perspectiva multidisciplinar do design, o projeto Papel d'Novo propõe uma alternativa produtiva através da transformação de resíduos em recursos, por meio do reuso do papelão para criação de artefatos reciclados. Dessa forma, o projeto está focado na reciclagem aplicada, promovendo economia circular e educação ambiental. A produção de artefatos com material de polpa de papelão é uma opção para geração de renda em comunidades locais, com um material acessível. Projetos de design voltados à sustentabilidade e à inclusão social apresentam eficácia especialmente quando ancorados em práticas colaborativas com comunidades que, ao integrar saberes locais aos métodos projetuais, favorecem a criação de espaços de cidadania insurgente, com potencial transformador na escala local (Lagares, 2022). O projeto Papel d'Novo dialoga com esse paradigma ao buscar, por meio da criação de artefatos reciclados, promover tanto a sustentabilidade quanto a geração de renda em comunidades com acesso limitado a recursos produtivos.

Além de promover a sustentabilidade ambiental, a fabricação de produtos artesanais pode proporcionar oportunidades de trabalho e empreendedorismo para indivíduos que vivem em áreas vulneráveis economicamente, para Santos *et al.* (2019), a produção artesanal pode contribuir significativamente para a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida de comunidades de baixa renda. Nesse contexto, o Papel d'Novo se coloca como catalisador de mudanças socioambientais, unindo inovação, sustentabilidade e impacto social por meio da valorização do papelão reciclado.

2 Procedimentos metodológicos

Os métodos utilizados para realização deste estudo foram organizados em três fases. A fase inicial consiste na revisão da literatura para construção da base teórica relacionada ao reaproveitamento de resíduos, ao design sustentável, ao uso de moldes na confecção de produtos artesanais, buscando também referências sobre o uso da tecnologia de impressão 3D como recurso para produção de

moldes de baixo custo. A segunda etapa consiste em um relato de caso, com apresentação do projeto Papel d'Novo, abordando suas propostas, contexto de desenvolvimento como projeto de extensão com interface com a pesquisa e resultados dessa etapa. Por fim, na fase final da pesquisa, são traçadas as conclusões, com base nas diferentes possibilidades de ampliar o desenvolvimento de produtos na proposta original e também de replicar o projeto em outros contextos.

3 Projeto Papel d'Novo: design e tecnologia como alternativa para o reaproveitamento de resíduos

Aprovado em 2024 no edital interno de projetos de extensão com interface com a pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), o Papel d'Novo é uma iniciativa desenvolvida por duas alunas de graduação sob orientação de um professor orientador e conta com o apoio técnico de um laboratório de prototipagem, tanto em relação à infraestrutura para impressão dos moldes quanto à coordenação do projeto exercida por uma pesquisadora, doutora em design, responsável gestão do espaço. Com uma abordagem prática e interdisciplinar que une design, tecnologia e sustentabilidade para transformar resíduos sólidos, o projeto estimula o desenvolvimento de meios e processos de produção com impactos ambientais positivos.

Por meio da produção de moldes personalizados com impressão 3D, voltados à moldagem da polpa de papelão, são exploradas novas abordagens de design para fabricação de produtos sustentáveis com criatividade e técnica, destacando sua natureza experimental e desenvolvimento de soluções de design para otimizar o processo de conformação e adaptação das propriedades do papelão moldado às exigências funcionais e estéticas dos produtos finais. As soluções desenvolvidas na etapa de pesquisa serão disseminadas por meio de cursos de capacitação voltados à população local, visando fomentar a geração de renda através da produção artesanal. Nesse sentido, o projeto aproxima-se de práticas de codesign por meio de oficinas e cursos de capacitação, envolvendo os participantes no processo de desenvolvimento.

O codesign, ou design colaborativo, entendido como uma metodologia, propõe a distribuição das decisões e da autoria entre os diferentes atores envolvidos no projeto, o que amplia o potencial de inovação social e legitima as soluções desenvolvidas para e com a comunidade (Lagares, 2022). Além de contribuir para a redução de resíduos e a valorização de materiais reciclados, a iniciativa promove impactos sociais relevantes, como a conscientização ambiental, o estímulo à autoprodução e ao empreendedorismo. No contexto da extensão universitária em projetos de design, vale destacar que “No que tange à participação com comunidades produtivas vulneráveis, tradicionais e/ou marginalizadas, é necessário compreender como o fazer criativo coletivo cria condições para sua autonomia” (Farias, 2024).

Destaca-se o uso da tecnologia de impressão 3D como uma ferramenta para otimizar o potencial sustentável da reciclagem, já que reduz o desperdício de material e possibilita autonomia para pequenos produtores na criação dos moldes, sem depender de fornecedores terceirizados e de produções em larga escala. Essa autonomia não apenas facilita a produção independente, mas também amplia as possibilidades de personalização dos produtos reciclados. Outra contribuição da impressão 3D para a construção dos moldes é possibilitar a execução de testes de prototipagem até alcançar os moldes ideais, tanto em relação ao acabamento das peças, mas também que permitam otimizar o processo por meio da aceleração da secagem dos produtos através da compressão da polpa, reduzindo consideravelmente o tempo final da produção.

A metodologia projetual adotada para o desenvolvimento do projeto Papel d'Novo foi estruturada nas seguintes etapas:

1. Revisão bibliográfica: levantamento de fontes sobre reaproveitamento de resíduos, tecnologias de produção sustentável e design aplicado ao desenvolvimento de novos materiais. O estudo incluiu técnicas de conformação de papel reciclado e o uso de fabricação digital para a criação de moldes personalizados, como a impressão 3D.
2. Coleta e seleção de papelão: concentrou-se na coleta de papelão, priorizando embalagens com características físicas adequadas à transformação em polpa. Foram definidos critérios de seleção como integridade estrutural, ausência de contaminantes (ex.: fitas adesivas, resíduos alimentares ou químicos) e uniformidade do material, visando garantir propriedades adequadas ao processo de conformação.
3. Desenvolvimento de moldes em 3D: modelagem paramétrica dos moldes, utilizando softwares de design 3D. Foram considerados fatores como facilidade de desmoldagem, compressão da polpa e otimização da secagem. A produção dos moldes foi realizada em impressoras FDM, com ajustes progressivos a partir dos testes de prototipagem.
4. Conformação de produtos: os produtos foram moldados utilizando a polpa de papelão aplicada aos moldes impressos em 3D. O processo incluiu técnicas de prensagem, compactação e secagem controlada, para garantir qualidade dimensional, resistência estrutural e acabamento superficial adequado. Foram monitoradas variáveis como tempo de secagem, umidade e temperatura, a fim de otimizar o ciclo de produção.

A proposta do Papel d'Novo não se limita à experimentação técnica de materiais, mas aponta para um modo de fazer design que se ancora na realidade social e produtiva de territórios vulneráveis. Nessa perspectiva, a fabricação digital deixa de ser apenas um recurso de otimização formal e se torna uma ferramenta estratégica de autonomia local. Como destacam Viana e Santos (2022), o design pode desempenhar um papel relevante no fortalecimento de processos coletivos de transformação social, sobretudo quando associado às dinâmicas territoriais e às práticas já existentes nas comunidades. Assim, o projeto busca articular tecnologia e saberes locais, promovendo condições para a criação de soluções sustentáveis a partir dos próprios recursos dos grupos envolvidos.

4 Resultados

Os primeiros resultados obtidos com o desenvolvimento da etapa de pesquisa do projeto indicaram a viabilidade do uso da impressão 3D para a criação de moldes diversificados para moldagem de polpa de papelão, além da eficácia do recurso de prototipagem rápida para realização de testes como escoamento e mecanismos de encaixes, garantindo a adaptação dos moldes para a realidade prática de pequenos produtores e artesãos.

Como solução para simplificar o processo produtivo, foram desenvolvidos alguns moldes que não dependiam de equipamentos adicionais como prensas ou grampos, entre as alternativas geradas, os mecanismos de rosca se destacaram para a função de prensar, tornando os moldes independentes. A figura 1 apresenta o resultado de um molde completo, que gerou um resultado satisfatório e funcional, com uma estrutura compacta e prática, com o mecanismo de rosca para prensagem e um encaixe macho no interior do molde para dar o formato desejado à peça final.



Figura 1: Resultado de molde completo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante os testes iniciais, foi possível verificar a qualidade e durabilidade dos moldes produzidos, analisando a capacidade de reutilização por um longo período. Pretende-se realizar futuros testes e experimentações mais aprofundadas, com objetivo de melhorar ainda mais a qualidade do produto final e o processo produtivo. Ainda, foram levantadas questões sobre potenciais possibilidades de otimização na composição da polpa a fim de melhorar a qualidade e resistência dos produtos finais.

Outro ponto relevante observado nos testes foi a versatilidade dos moldes fabricados, que possibilitam a criação de uma ampla gama de produtos, desde embalagens sustentáveis até itens decorativos e utilitários (figura 2).



Figura 2: Produtos decorativos diversos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se ainda a capacidade de apresentar detalhes com qualidade, como mostrado na figura 3, onde a marca do projeto foi aplicada no produto durante a conformação. Essa diversidade amplia as oportunidades de mercado para pequenos produtores, permitindo a inserção de produtos ecologicamente responsáveis em diferentes segmentos comerciais.



Figura 3: Produto com aplicação da marca do projeto.
Fonte: Elaborado pelos autores.

A facilidade de modificação dos moldes via impressão 3D abre espaço para personalizações sob demanda, atendendo a nichos específicos e agregando valor aos produtos finais.

4.1 Desafios e limitações

Por se tratar de um projeto desenvolvido em duas etapas, iniciado pela pesquisa seguida da extensão, o Papel d'Novo apresentou, na primeira fase, a exploração e descoberta de possibilidades técnicas, metodológicas e pedagógicas. Nesse percurso, alguns desafios se apresentaram não como entraves definitivos, mas como pontos de atenção que orientaram os próximos ciclos de aprimoramento.

Em relação à infraestrutura, identificou-se a necessidade de espaços mais adequados para o armazenamento e secagem da polpa de papelão em escala ampliada. A produção ainda ocorre em condições controladas e limitadas, o que restringe a repetibilidade dos testes e a constância dos parâmetros produtivos. Esses desafios, no entanto, são compreendidos como parte natural de uma iniciativa que articula ensino, pesquisa e extensão em contextos reais e com recursos acessíveis.

Do ponto de vista técnico, o uso da impressão 3D para criação dos moldes revelou tanto seu potencial quanto a necessidade de atenção a aspectos específicos do design digital. Foram observadas limitações relacionadas à geometria das peças — em especial quanto à angulação dos encaixes e à necessidade de prever vazão adequada para a secagem da polpa. Moldes com inclinações mal resolvidas, por exemplo, podem dificultar o desmolde e comprometer a integridade das peças. Esses aprendizados têm sido incorporados gradualmente ao processo, com base na experimentação e na observação prática dos erros e acertos. Os softwares utilizados — como o Fusion (Autodesk) e fatiadores específicos para impressão FDM — mostraram-se adequados, ainda que exijam domínio técnico para alcançar precisão nos moldes.

Não foram realizados estudos sistemáticos sobre o perfil sociotécnico dos participantes ou sobre o desempenho a longo prazo dos moldes impressos. Da mesma forma, aspectos como volume de papelão reaproveitado, resistência física dos produtos moldados e impactos ambientais continuam em aberto, compondo a agenda de investigações futuras. Tais pontos não comprometem a relevância do projeto, mas se respondidos poderão indicar oportunidades para sua consolidação como uma proposta metodologicamente consistente e tecnicamente replicável.

Por fim, compreende-se que a aplicação das técnicas após as ações de extensão exigirá, futuramente, estratégias de capacitação voltadas à autonomia no uso de tecnologias de fabricação digital, com atenção à acessibilidade pedagógica e à alfabetização técnica dos envolvidos. Embora essa etapa ainda não tenha sido implementada, seu potencial educativo e emancipatório já se apresenta como uma das direções mais promissoras da pesquisa, uma vez que serviços presenciais e remotos de impressão 3D são alternativas viáveis atualmente.

5 Análise dos resultados

Os resultados da etapa de pesquisa do projeto demonstraram que a utilização da impressão 3D no processo da reutilização de papelão apresenta vantagens em relação aos moldes prontos. A possibilidade de personalização dos moldes permite uma grande variedade de aplicações e produtos finais, que pode ser um diferencial atrativo para a comercial. Além disso, a adaptação dos moldes ao processo produtivo e ao contexto do produtor mostrou-se eficiente para reduzir desperdícios e otimizar o uso da matéria-prima.

O recurso de prototipagem rápida permitiu a realização de testes e análise prática das variáveis nos modelos, que permitiu aprimorar os moldes para garantir um processo de conformação mais eficiente. Além disso, a adição de amido de milho à polpa mostrou-se eficiente em sua função aglutinante, garantindo maior estabilidade e durabilidade às peças após a secagem. É fundamental destacar que foram considerados critérios de segurança e saúde ambiental para orientar o desenvolvimento dos materiais. McDonough e Braungart (2002, p. 167) propõem o conceito de “filtro de design”, um sistema de escolhas preventivas que deve estar incorporado no pensamento do designer, antecipando riscos antes que se manifestem como resíduos ou contaminações. Ao investigar composições da polpa e seus aditivos, o Papel d’Novo incorporou critérios que valorizam não apenas o reaproveitamento, mas também a segurança do ciclo produtivo.

Por fim, a alternativa do projeto de conformação de polpa de papelão se mostrou como uma opção viável para reduzir o descarte de resíduos sólidos e contribuir com a conscientização ambiental, inserindo a população como agente no processo de reuso, tornando, a partir da geração de produtos artesanais, este processo acessível e rentável, favorecendo o desenvolvimento social e econômico.

6 Considerações finais

A proposta da etapa de pesquisa do projeto demonstrou seu potencial como uma solução acessível para o reuso de papelão, ao integrar design, tecnologia e a experimentação de novos materiais de forma eficaz. Os resultados não apenas confirmaram a eficiência da impressão 3D na criação de moldes utilizados na moldagem da polpa de papelão, mas também seus impactos no reaproveitamento de resíduos e no potencial dos benefícios sociais e econômicos dessa iniciativa. A proposta compartilha da lógica apresentada por McDonough e Braungart (2002) pois trata-se de criar soluções que se tornem nativas de seu território, e não de simplesmente migrar a produção para contextos mais favoráveis. O projeto aposta em uma reconciliação entre matéria descartada e conhecimento local, articulando práticas produtivas sustentáveis que não apenas “limpam o problema”, mas que se instalam de forma regenerativa nos territórios onde atuam.

Os experimentos conduzidos durante a fase de pesquisa do projeto revelaram que o uso de tecnologias acessíveis para o reaproveitamento de materiais pode também fortalecer a economia criativa, ao viabilizar alternativas sustentáveis para a produção artesanal. Consequentemente, essas ações proporcionam novas oportunidades para geração de renda e a valorização da mão de obra local, além de estimularem práticas produtivas de baixo impacto ambiental. O Papel d’Novo, como

iniciativa de extensão e pesquisa, reforça o potencial do design participativo na promoção de autonomia e cidadania em contextos de vulnerabilidade social. Como destaca Lagares (2022, p. 10), “os processos democráticos colaborativos e participativos de design auxiliam no fortalecimento do sentimento de cidadania e da prática cidadã na medida em que favorece o desenvolvimento de autonomia dos cidadãos”. O engajamento local nos processos de transformação é, assim, parte constitutiva dos impactos esperados pelo projeto.

Para estudos futuros pode-se sugerir pesquisas sobre melhorias na composição da polpa e aprimoramentos para a durabilidade dos moldes. Além disso, estudos que apresentem soluções para ampliar o acesso à capacitação técnica para os produtores, promovendo a disseminação de conhecimentos sobre design e sustentabilidade, necessários no processo produtivo.

Referências

ESMIEO, M.; SHAKLAWON, M.; SHANEB, O. Feasibility study of cardboard waste recycling. In: CONFERENCE FOR ENGINEERING SCIENCES AND TECHNOLOGY (CEST-2018), 1., 2018, Misurata. **Proceedings [...]**. Misurata: AIJR Publisher, 2018. v. 2, p. 704–710. Disponível em: <https://doi.org/10.21467/proceedings.4.38>. Acesso em: 19 jun. 2025.

FARIAS, Luiza Gomes Duarte de; FEITOSA, Isabella Martins; NORONHA, Raquel Gomes; IZÍDIO, Luiz Lagares. Narrativas do saber-fazer e a desmaterialização do design: codesign de sistema produto-serviço com as artesãs da Boa Vista. In: **Anais do XV Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design Manaus**, seção Design, Sociedade e Sustentabilidade, Manaus, 2024. Publicado em 24 dez. 2024. DOI: 10.29327/5457226.1-220. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/cadernoppgd/article/view/17060>. Acesso em: 9 jun. 2025.

LAGARES, L. **Design como dispositivo de transformação social: por um design mais democrático, inclusivo e político**. 2022. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufmg.br/handle/20.500.13049/28160>. Acesso em: 19 jun. 2025.

MANZINI, E. **Design para a inovação social sustentável: comunidades criativas, organizações colaborativas e redes de valor**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: remaking the way we make things**. New York: North Point Press, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares**. Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: <https://sinir.gov.br/>. Acesso em: 2 fev. 2025.

SANTOS, F., et al. Economia solidária: geração de trabalho e renda através da produção artesanal de peças de decoração a partir de resíduos sólidos recicláveis. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, 8(2), p. 30-48, 2019.

VIANA, Maria Luiza Dias; SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos. Design e autonomia: experiências coletivas de participação popular no Morro do Papagaio. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 14, e20210098, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210098>. Acesso em: 19 jun. 2025.