

## FABRICAÇÃO DIGITAL E *DESIGN* SUSTENTÁVEL: ESTUDOS DE CASO PARA O PROJETO PRECIOUS PLASTIC

### DIGITAL FABRICATION AND SUSTAINABLE DESIGN: CASE STUDIES FOR THE PRECIOUS PLASTIC PROJECT

Plácido Fernandes Caluete Neto<sup>1\*</sup>  
Isabela Marquim Nogueira Chacon<sup>1</sup>  
Isabella Rodrigues Oliveira Silva<sup>1</sup>  
Auta Luciana Laurentino<sup>1</sup>  
Letícia Teixeira Mendes<sup>1</sup>

\* Autor para correspondência: placidofernandes@gmail.com

**Resumo:** A significativa emissão de gases de efeito estufa e a geração de resíduos sólidos no meio ambiente, que compõem o contexto de emergência climática do planeta, têm implicado desdobramentos atualmente reconhecidos como irreversíveis para as futuras gerações de habitantes do planeta. Nesse sentido, o uso de materiais reciclados para a concepção de artefatos de *design* de produtos, aliado à popularização dos processos tecnológicos de fabricação digital, mostra-se uma alternativa promissora na busca pela redução desses impactos. O presente artigo traz a experimentação do uso do plástico reciclado no âmbito de uma disciplina da pós-graduação de Arquitetura e Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com o programa Precious Plastic, apoiado pelo Laboratório de Fabricação Digital da instituição. O documento exhibe um estudo de caso de dois trabalhos desenvolvidos durante a disciplina e suas diferentes estratégias e conceitos para a criação de um objeto de mobiliário fabricado com a matéria-prima em questão.

**Palavras-chave:** *design* sustentável; prototipagem rápida; fabricação digital; plástico reciclado; Precious Plastic.

**Abstract:** The significant emission of greenhouse gases and the generation of solid waste in the environment, which make up the context of the planet's climate emergency, have led to consequences that are now recognized as irreversible for future generations of the planet's inhabitants. In this sense, the use of recycled materials for product design artifacts, together with the popularization of digital manufacturing technological processes, has proved to be a promising alternative in the quest to reduce these impacts. In this way, this article presents an experiment in the use of recycled plastic as part of a postgraduate course in Architecture and Design at the Federal University of Pernambuco (UFPE) in partnership with the Precious Plastic program, supported by the institution's Digital Fabrication laboratory.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife (PE), Brasil.

The document presents a case study of two pieces of work developed during the course and their different strategies and concepts for creating a piece of furniture made from the raw material in question.

**Keywords:** sustainable design; rapid prototyping; digital fabrication; recycled plastic; Precious Plastic.

## INTRODUÇÃO

No contexto do mundo contemporâneo, um dos grandes desafios do Design consiste na criação de soluções de alta complexidade de maneira sustentável, e a tecnologia desempenha um papel fundamental nesse processo, quando aplicada de maneira eficaz. Ela não apenas pode, como também deve ser uma das principais aliadas na etapa de concepção e produção. Um critério de extrema importância em qualquer projeto, como discutido em Manzini e Vezzoli (2008), é a busca por soluções que permitam a reciclagem e a reutilização dos componentes, contribuindo assim, de forma culturalmente atraente, para o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o conceito de *design* sustentável, ou *ecodesign*, emerge na intenção de que o *designer* busque colocar seus conhecimentos e ferramentas à disposição para apoiar inovações sociais (McLennan, 2004).

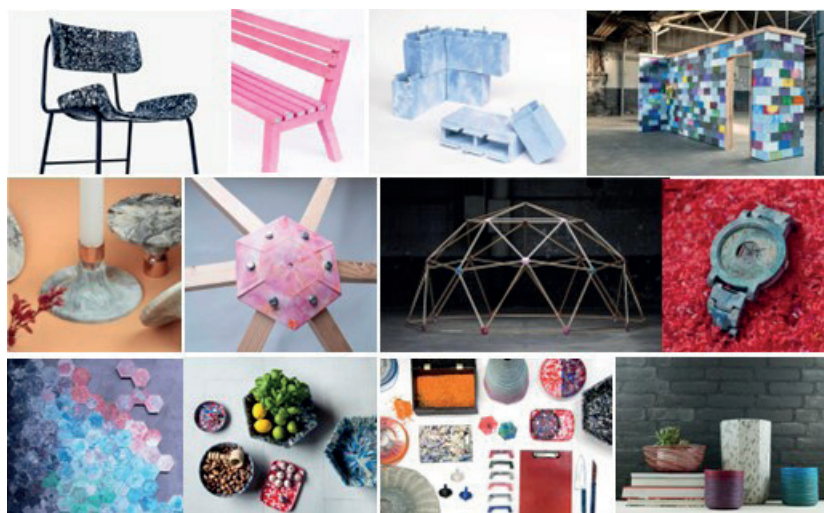
Criado pelo holandês Dave Hakkens em 2013, o Projeto Precious Plastic pode ser compreendido como uma “comunidade global” que consiste na criação de pequenos sistemas de reciclagem de plástico, desde a captação do material até a criação e venda de novos produtos com o conceito de *design* sustentável. O projeto é desenvolvido com a utilização de quatro máquinas essenciais – uma trituradora, uma extrusora, uma injetora e uma compressora (figura 1) –, projetadas para a reciclagem econômica de plásticos. O que faz o projeto especialmente notável é que todas essas tecnologias são *open source* (de código aberto), tornando-as acessíveis a todos e possibilitando modificações de acordo com as necessidades individuais de cada pessoa ou grupo.

**Figura 1** – As quatro máquinas do sistema Precious Plastic



Fonte: [www.preciousplastic.com](http://www.preciousplastic.com)

O Precious Plastic, como projeto, vislumbra o plástico como uma substância valiosa, versátil e de fácil acesso, buscando mudar a percepção das pessoas que costumam associá-lo ao descarte inadequado. Como se trata de um processo em que o indivíduo possui livre acesso para utilizá-lo em função das suas necessidades, o plástico do dia a dia não se transforma em algo pronto e sem contexto, pelo contrário, cria-se um objeto com importância e utilidade (Pezinni; Pinheiro; Barata, 2021). Dentre as inúmeras possibilidades para criação com a reutilização do material – que a princípio seria descartado –, podemos citar, por exemplo, mobiliário, objetos de decoração, revestimentos, utensílios domésticos, itens de uso pessoal e até alguns elementos construtivos, entre outros (figura 2).

**Figura 2** – Possibilidades de criação por meio do Projeto Precious PlasticFonte: [www.preciousplastic.com](http://www.preciousplastic.com)

Por intermédio de um guia completo e gratuito, a iniciativa fornece as plantas do projeto, as instruções de como qualquer pessoa pode construir suas próprias máquinas e até quais são os tipos de plástico possíveis de usar e como se deve proceder em cada caso. Fica claro, portanto, que a busca, ainda que pequena, da utilização dos recursos reciclados apoiados pela popularização de recursos tecnológicos pode contribuir de forma lúdica e inovadora na construção de um mundo sustentável.

Com base nisso, idealizou-se, em uma disciplina na pós-graduação de Arquitetura e Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), um experimento para a criação de um mobiliário desmontável utilizando plástico reciclável do tipo PP, seguindo a ideia do Precious Plastic. Tal disciplina foi realizada em 2022.2, e a atividade será detalhada ao longo deste artigo.

Este artigo reúne, portanto, questões voltadas para formas alternativas de criação de artefatos que contenham a premissa da sustentabilidade desde o seu início, explorando técnicas e materiais que possibilitem menor geração de impacto ao meio ambiente. Tem-se como objetivo geral apresentar processos de fabricação digital para a criação de protótipos, no sentido de contribuir para o desenvolvimento sustentável do planeta. Os objetivos específicos são:

- 1) Apresentar processos de fabricação digital, já existentes, no âmbito da produção de protótipos de *design* sustentável;
- 2) Relatar e avaliar dois estudos de caso dos experimentos realizados durante a disciplina Prototipagem Rápida e Fabricação Digital, do mestrado em Design da UFPE;
- 3) Estabelecer um paralelo entre os dois experimentos em estudo e sintetizar com elementos que possam desdobrar-se em questões futuras.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta abordagem, de caráter teórico e prático-experimental, foi dividida em três etapas seguindo os objetivos específicos supramencionados. Primeiramente, fez-se uma busca por procedimentos já existentes, de modo a construir o embasamento teórico entre três tópicos principais: a sustentabilidade no contexto da geração de resíduos sólidos; a prototipagem rápida como processo de projeto de *design* de artefatos e a fabricação digital no âmbito da produção de mobiliários.

Em seguida, foram realizados dois estudos de caso desenvolvidos pelos autores ao longo da disciplina Prototipagem Rápida e Fabricação Digital – que aconteceu durante o segundo

semestre de 2022 –, relatando os experimentos de duas propostas na concepção de seus artefatos. De modo geral, estudos de caso possibilitam a investigação de um fenômeno em seu contexto e diante de suas variáveis (Gil, 2008).

A decisão de avaliar os *cases* em questão deu-se pela aproximação com o objeto de investigação quanto à sua escala e às diferentes abordagens de projeto, o que permitiu aos autores efetuarem uma análise qualitativa entre as duas propostas e suas soluções, estabelecendo dessa forma uma rica troca de experiências e uma relevante contribuição entre as partes. Assim, a exploração ocorreu com base nos experimentos em laboratório, tendo sido desenvolvidos pelos próprios alunos da disciplina de forma prática e empírica, com o planejamento de projeto orientado para o tipo específico de atividade.

Por fim, foi realizado um destaque das estratégias, observando as potencialidades de cada uma das abordagens como prática projetual no desenvolvimento de artefatos nesse contexto de produção, buscando contribuir com a comunidade em aplicações futuras no universo da fabricação digital.

## APLICAÇÕES E RESULTADOS

### As diretrizes da disciplina

A experimentação abordada neste artigo fez parte de uma disciplina da pós-graduação de Arquitetura e Design da UFPE. O objetivo da disciplina consistiu na execução, em escala real, de um mobiliário (mesa, cadeira ou banco) desmontável para que, assim, pudesse ser aproveitado no laboratório itinerante do GREA 3D (Grupo de Experimentação em Artefatos 3D – UFPE).

O produto foi executado em chapas de plástico tipo PP (polipropileno reciclado – trata-se de um tipo de plástico bastante popular, logo, de alta disponibilidade, facilmente moldado quando submetido a altas temperaturas e, por isso, também é conhecido por ser termoplástico, além de bastante utilizado na reciclagem). Porém, antes disso, fez-se necessário o teste das ideias e soluções em escala reduzida, por meio do processo conhecido por prototipagem rápida, por intermédio da qual foi possível testar as propostas antes da fabricação definitiva.

A prática da prototipagem é amplamente adotada por arquitetos, *designers* e engenheiros, pois oferece a oportunidade de criar representações em menor escala das partes de um projeto. O processo permite uma avaliação abrangente das peças em termos de sua viabilidade técnica, funcional e estética. Assim, há a oportunidade de se fazer ajustes e aprimorar o projeto para que o produto seja executado somente após ter sido testado e validado em laboratório (Pupo, 2009).

O método de produção dessas placas combina tecnologia e sustentabilidade de maneira harmoniosa, resultando em uma notável redução do desperdício de materiais e em uma considerável diminuição do tempo necessário para conceber e concluir o produto. O processo não seguiu nenhuma norma específica, em vez disso baseou-se nos resultados empíricos obtidos em laboratório.

Para a execução do mobiliário, definiram-se as seguintes diretrizes: peças leves e fáceis de manusear, com poucos encaixes e que pudessem ser utilizadas por adultos e crianças. Além disso, as peças deveriam ter dimensões máximas de 75x75 cm, pois é o tamanho do molde existente no GREA 3D para fabricação das chapas.

Posto o cenário, a materialização das peças foi realizada em cinco etapas: (1) pesquisa por referências e construção do conceito; (2) corte a *laser*, em papel Paraná, do primeiro protótipo proposto; (3) ajustes nos projetos e nas peças até alcançar o protótipo ideal e, assim, poder executar em escala real – nessa etapa, pôde-se usar novamente a cortadora a *laser*, além da impressora 3D e a fresadora CNC; (4) produção das placas 75x57 cm de plástico reciclável; (5) execução do produto final, em escala real, na fresadora CNC.

## A execução do projeto

### O protótipo

Partindo da ideia de que o mobiliário deve ser projetado com peças leves e fáceis de manusear, possuindo poucos encaixes e que pudesse ser utilizado por adultos e crianças, buscaram-se inspirações por mobiliários divertidos e lúdicos. A partir daí foram desenvolvidos croquis até se chegar a uma primeira proposta viável.

Diante da materialização do primeiro protótipo, perceberam-se diversos aspectos para melhoria principalmente na questão estrutural: as peças precisavam ser mais leves e, ao mesmo tempo, mais estáveis. Outro ponto importante é referente ao ajuste da escala no encaixe das peças, que tem total relação com o material que está sendo executado para o protótipo.

Os testes seguintes foram todos realizados com o objetivo de ir ajustando as peças, a fim de garantir qualidade estrutural e um *design* atrativo. À medida que se considerava vencida uma etapa, fazia-se o teste com outro material, para aferir novamente a resistência do mobiliário e ir chegando cada vez mais perto do material do produto final. Além da mudança de material, também foi sendo aumentada a escala dos protótipos e foram feitos testes de encaixes na escala real (1:1), com o propósito de alcançar maior qualidade na produção final, confeccionada na escala real. Nesse contexto, será mostrado, a seguir, o processo realizado em dois diferentes estudos de caso. Ambos atingiram o objetivo da disciplina, mas exploraram abordagens distintas e encontraram obstáculos diferentes ao longo do processo.

### Estudo de caso 1: cadeira Trama Bel(l)as

Procurando-se por referências de mobiliário com encaixes simples e manuais, uma cadeira com assentos largos e confortáveis, a Dolmena black & oak chair (OEN Design, 2019) (figura 3), um *design* russo do Studio Polli, chamou a atenção pelo seu *designer* simples e encantador.

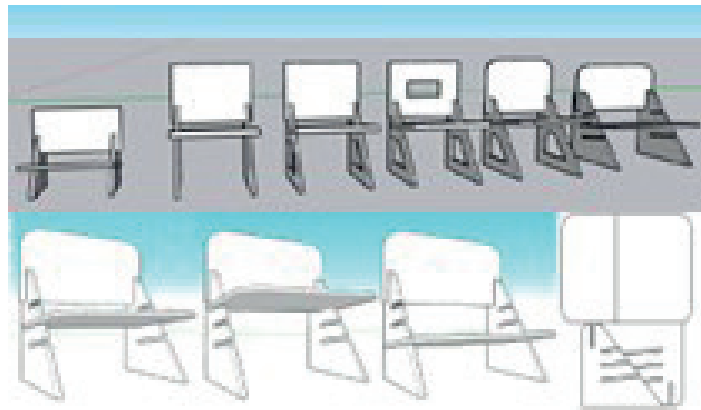
**Figura 3** – Referência de mobiliário



Fonte: OEN Design (2019)

Com base no modelo, mediante modelagem no *software* 3D, imaginou-se uma cadeira com três alturas de assento, para atender às demandas ergométricas dos adultos e das crianças (figura 4).

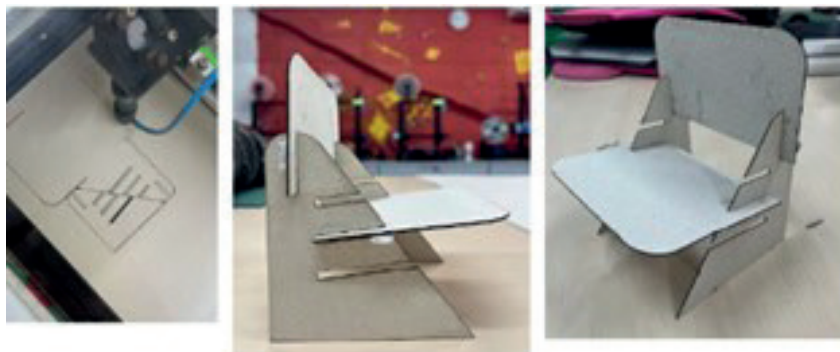
**Figura 4** – 1.º modelo no SketchUp



Fonte: os autores

Com a materialização do primeiro protótipo, vetorizado no *software* AutoCAD e exportado para o corte a *laser* no papel Paraná, percebeu-se que era preciso um ajuste na escala, uma vez que os encaixes não estavam coincidindo com a espessura do papel Paraná. Além disso, foram discutidos alguns outros ajustes de melhoria, como deixar apenas duas alturas de assento e criar aberturas para diminuir o peso da cadeira, porém sem comprometer a sua resistência e estabilidade (figura 5).

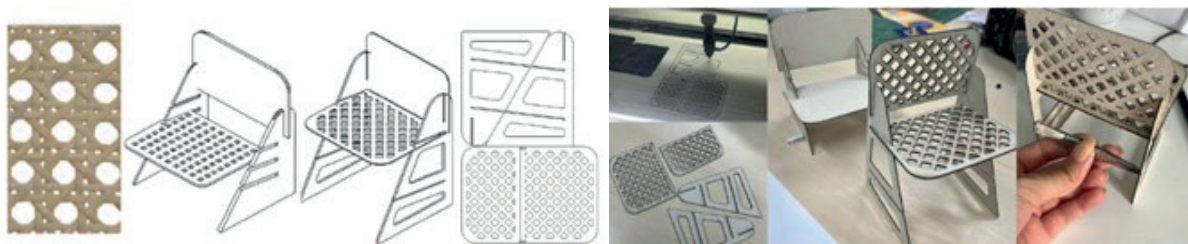
**Figura 5** – Corte a *laser* em papel Paraná (1.º teste)



Fonte: os autores

Assim sendo, buscou-se uma nova inspiração nas cadeiras de palhas. Com base nisso, criaram-se aberturas no assento e encosto, além de aberturas mais amplas nas bases (figura 6).

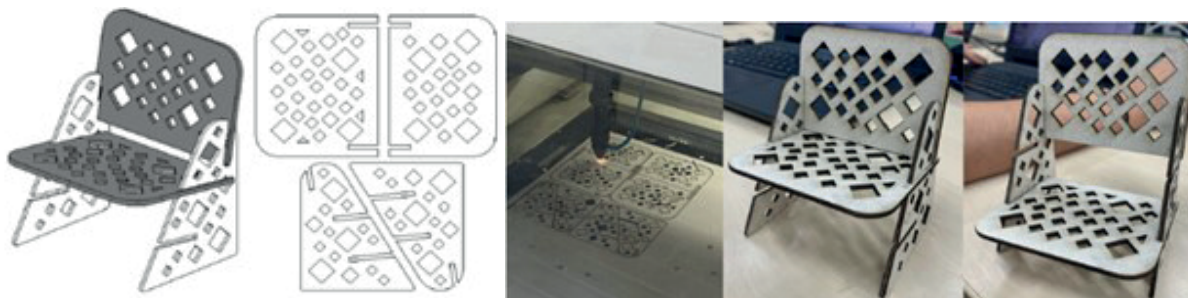
**Figura 6** – Nova referência e adaptações do modelo no SketchUp e corte a *laser* em papel Paraná



Fonte: os autores

Observou-se, entretanto, que a abertura das bases fragilizou a estrutura da cadeira. Então, decidiu-se por criar aberturas iguais em todas as peças, inspiradas no modelo de palha, todavia com recortes diferentes, deixando a cadeira mais lúdica e divertida (figura 7, à esquerda). Após, fez-se a validação do novo modelo em outro corte a *laser* (figura 7, à direita).

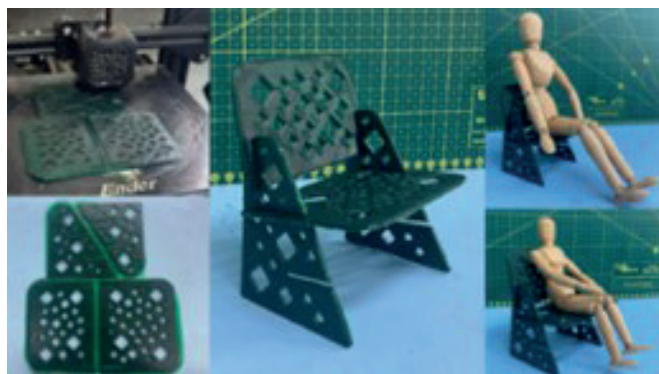
**Figura 7** – Adaptações do modelo no SketchUp (2.º teste) e corte a *laser* em papel Paraná (validação)



Fonte: os autores

Efetuiu-se também a impressão em 3D para testar a resistência em um novo material, o filamento PLA (figura 8). Nessa etapa do processo, o principal desafio na construção do mobiliário foi o acerto nos encaixes das peças, bem como a resistência do material nos pontos de encaixes, para evitar eventuais quebras – como será visto posteriormente. A cadeira em questão foi nomeada em homenagem às suas autoras e fazendo alusão, também, ao conceito final das peças.

**Figura 8** – Impressão 3D em filamento PLA

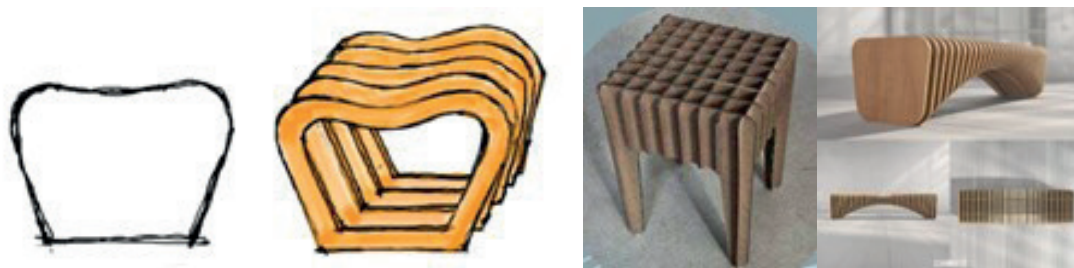


Fonte: os autores

## Estudo de caso 2: banco Trevo

Apelidado de banco Trevo, este experimento buscou a inspiração orgânica e natural da flor do trevo para sua composição formal e definiu como premissa que o mobiliário tivesse um compartimento inferior – abaixo do assento – que pudesse servir como porta-objetos, como cadernos, pastas ou até mesmo *tablets* e *notebooks*. A ideia inicial seria utilizar um plano seriado, para a partir dele estabelecer sua organicidade e criar um ritmo. Para isso, foi dado início ao processo por meio de croquis feitos à mão (figura 9).

**Figura 9** – Croquis feitos à mão, referência de padrão *waffle* e referência de plano seriado



Fontes: os autores e Pinterest

Por meio de um perfil definido em função da ergonomia e conforto para o(a) usuário(a), definiu-se o plano seriado, estruturado pelo padrão *waffle* (figura 10, à esquerda). Visando à otimização das peças no plano de corte/*nesting*, reduziu-se o contorno de alguns perfis, mantendo apenas três deles por completo, que já seriam o suficiente para estruturar o banco (figura 10, ao centro e à direita).

**Figura 10** – 1.º modelo no SketchUp 3D, estratégia de corte/*nesting* e plano seriado e corte a *laser* em papel Paraná



Fonte: os autores

O protótipo, criado na escala reduzida em papel Paraná na cortadora a *laser* (figura 11), ficou bem firme e estável, porém a quantidade de peças gerou questionamentos acerca da solução quanto à praticidade de montagem pelas crianças nas oficinas, além da planificação das peças para o plano de corte, que revelou um certo desperdício de material, com espaços internos que não seriam aproveitados. Dessa forma, elaborou-se um plano para solucionar o artefato, de modo a resolver os problemas encontrados no primeiro teste. Assim, a nova estratégia contemplou um total de apenas quatro peças: duas que se travavam em forma de “X”, para gerar a base, que previa o encaixe do assento e do compartimento abaixo, que funcionaria como porta-objetos.

**Figura 11** – 2.º modelo no SketchUp 3D e corte a *laser* em papel Paraná na cortadora a *laser* (validação)



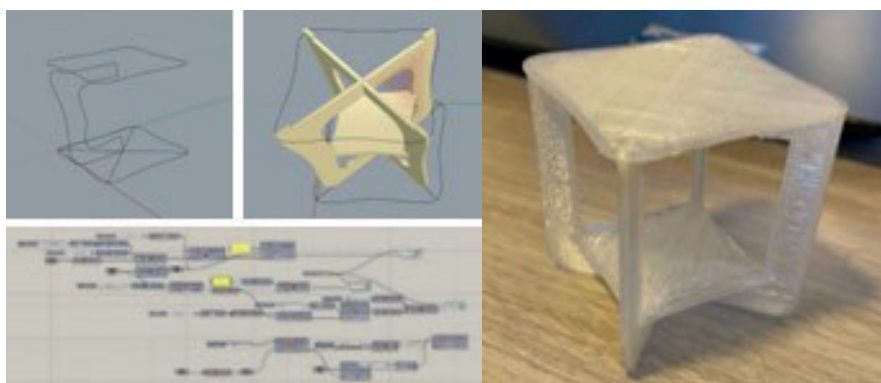
Fonte: os autores



A solução modelada no *software* SketchUp foi levada para o contexto do *software* paramétrico Rhino 3D/Grasshopper, por meio do qual foi desenvolvido um código que pudesse representar o modelo sob a lógica algorítmica (figura 12, à esquerda), para que assim se pudesse manipular mais facilmente os parâmetros e fazer os ajustes no modelo de forma mais fluida e dinâmica.

O passo seguinte foi a produção de um modelo criado em impressão 3D de filamento PLA (figura 12, à direita), a fim de oferecer mais legitimidade ao processo, além de testar uma nova matriz de experimentação. Assim, foi possível refinar mais o modelo e promover maior organicidade à proposta, utilizando ainda padrões de vazios parametrizados para que o conjunto pudesse ficar mais leve, sem perder sua rigidez e capacidade de suportar peso de uma pessoa sentada.

**Figura 12** – Modelo paramétrico no Rhino 3D/Grasshopper e protótipo impresso em impressão 3D de filamento PLA



Fonte: os autores

### O mobiliário em escala real

A produção final do mobiliário foi executada em duas etapas: produção das placas de plástico reciclado e execução do protótipo em escala real na fresadora CNC.

#### Produção das placas de plástico reciclado

Por se tratar da última etapa da construção do mobiliário, buscou-se um cuidado maior com a estética das peças em relação às cores e às suas distribuições. Assim sendo, a primeira preocupação foi na escolha das cores do plástico reciclado que seria comprado e utilizado. Cada mobiliário foi produzido com uma chapa, que pode ter entre 5 mm e 15 mm. A quantidade de plástico e placas necessárias varia a cada projeto, mas o processo é o mesmo. A matéria-prima é vendida por peso, em grãos de plástico, disponível em diferentes cores.

Pode-se considerar uma produção em cinco etapas, conforme figura 13:

- 1) Separação e pesagem dos grãos de plásticos;
- 2) Lubrificação da chapa com silicone líquido viscosidade 1.000 – para evitar a aderência do material à chapa e facilitar a desenformagem;
- 3) Colocação do plástico na chapa, que é dividida em três estágios:  $\frac{1}{3}$  do material é colocado na forma de acordo com a estética escolhida e vai ao forno por um período entre 15 e 20 minutos, com temperatura de 250° a 300°, sempre olhando com atenção para não queimar e garantir o cozimento do plástico – o ideal é que o material atinja uma consistência de “queijo derretido”. O processo se repete mais duas vezes, sempre se atentando à maneira de distribuir as cores dos grãos de plástico, concluindo, então, a execução da placa;
- 4) Colocação da chapa na prensa por, no mínimo, 1 hora;
- 5) Retirada da chapa na prensa.

**Figura 13** – Etapa de fabricação



Fonte: os autores

### A execução em escala real na fresadora CNC

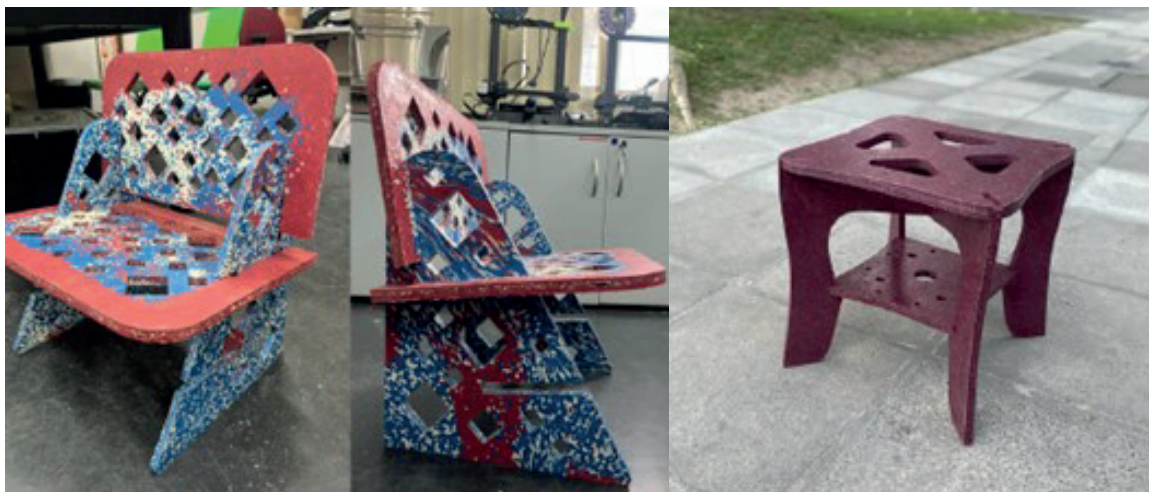
Finalizada a produção das placas necessárias e antes da usinagem delas, realizaram-se testes com o material final a fim de ainda conseguir reduzir deficiências e aprimorar as virtudes do projeto. Assim sendo, um teste importante foi verificar o encaixe das peças – que pode ser feito apenas em um recorte do mobiliário (figura 14, à esquerda) e até mesmo na construção do mobiliário em sua completude, porém em escala reduzida (figura 14, à direita).

**Figura 14** – Encaixe das peças em escala real e construção do mobiliário em escala reduzida



Fonte: os autores

Após os testes, puderam-se finalmente produzir as peças para a montagem do mobiliário final na fresadora CNC. Para a montagem, foram percebidas pequenas variações de espessura na chapa, então foi necessário lixar algumas partes dos encaixes para conseguir montar corretamente os protótipos finais em escala real, finalizando os mobiliários propostos para a disciplina (figura 15).

**Figura 15** – Cadeira Trama Bel(l)a e banco Trevo

Fonte: os autores

## DISCUSSÃO

Com base nos experimentos apresentados, constatou-se que o processo de prototipagem foi fundamental para que o produto final pudesse ser executado com a menor quantidade de erros possível, além de ser interessante do ponto de vista criativo e estrutural, fazendo com que os estudantes aprendam, na prática, os problemas e as potencialidades do processo de prototipar de acordo com cada tipo de material.

Dessa forma, o experimento realizado foi uma oportunidade de compreender as possibilidades e as limitações das ferramentas de *design* e de fabricação digital, bem como do material trabalhado. E principalmente permitiu o conhecimento do aperfeiçoamento do *design* por meio de protótipos, pois concedeu ao profissional, mediante uma experiência prática, um mergulho em várias etapas fundamentais para a criação e o desenvolvimento de produtos utilizando a prototipagem rápida.

Ao se comparar os processos de produção dos mobiliários descritos, é possível notar que ambos prezam pela simplicidade do *design* e aproveitamento das chapas. Os projetos distinguem-se: ao passo que o primeiro preza pelo conforto ao escolher uma cadeira com encosto, o segundo preza pela praticidade do banco e sua multiplicidade de funções (assento, apoio de materiais, mesa de centro).

Pela maior quantidade de encaixes, curvas e ângulos em sua estrutura, o banco Trevo foi prototipado com a matéria-prima final, a chapa de plástico de 05 mm, e uma escala reduzida (1:2), o que lhe garantiu a maior precisão dos encaixes, visto que o papel Paraná tem propriedades e maleabilidade distintas do plástico (o papel Paraná se assemelha mais às propriedades da madeira), além do teste de estabilidade da peça. Já a equipe da cadeira, pela menor quantidade de encaixes, bem como redução de custos com a matéria-prima, optou por apenas testar um encaixe reduzido e fazer o mobiliário completo apenas na escala final. Ambas as soluções estão corretas; cabe aos autores decidirem a melhor abordagem de acordo com a solução proposta e seu custo-benefício.

Por fim, acredita-se que as dificuldades encontradas não seriam repetidas em uma próxima oportunidade de projeto e que, com a experiência, serão feitos objetos dos mais diversos tipos e com excelente qualidade. Afinal, o projeto Precious Plastic, com suas diversas aplicações e ramificações, mostra o quão viável são os produtos feitos com plástico reciclado.

## CONCLUSÃO

Os dois estudos de caso apresentados comprovam que a tecnologia digital e a sustentabilidade podem andar de mãos dadas na concepção e execução de projetos contemporâneos, contribuindo na criação de objetos inovadores, pois tal união permite uma vasta quantidade de soluções projetuais com diversos tipos de materiais, em um intervalo de tempo relativamente mais curto por meio dos experimentos em protótipos.

Desse modo, é possível assegurar que arquitetos, *designers* e engenheiros podem e devem explorar, ao máximo, sua criatividade e atingir resultados surpreendentes estética e estruturalmente e, assim, incorporam-se vários saberes em prol de uma nobre e urgente causa. Acredita-se que estudos como este devem ser cada vez mais divulgados e conhecidos, pois se trata de soluções que podem ser facilmente alcançadas e, por intermédio delas, atingir resultados de alta complexidade e baixo impacto ambiental.

## REFERÊNCIAS

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A., 2008.

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. 1. ed. 2. reimpr. São Paulo: Edusp, 2008. 366 p.

McLENNAN, Jason F. **The philosophy of sustainable design**: the future of architecture. Ecotone Publishing, 2004.

OEN DESIGN. **Primitive & simple** – Dolmena chair by Russian manufacturer polli. 2019. Disponível em: <https://the189.com/furniture/primitive-simple-dolmena-chair-by-russian-manufacturer-polli/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

PEZINNI, Olivia; PINHEIRO, Olympio; BARATA, Tomas. Mudalab e Precious Plastic: considerações sobre o movimento *maker*, sustentabilidade e periferia com o uso do lixo plástico. *In*: SIMPÓSIO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, 2021, Curitiba. **Anais** [...].

PUPPO, Regiane. **Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto**: um novo desafio para o ensino de arquitetura. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2009.

## REGISTRO DE CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

PFCN. Conceitualização, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Redação – original, Redação – revisão e edição, Validação

IMNC. Conceitualização, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Validação, Redação – original, Redação – revisão e edição

IRODS. Conceitualização, Redação – original, Redação – revisão e edição

ALL. Curadoria de dados, Metodologia, Conceitualização, Validação, Supervisão, Gestão de projetos

LTM. Conceitualização, Curadoria de dados, Metodologia, Gestão de projetos, Supervisão, Validação

**Declaração de conflito:** nada foi declarado.