

# AS TECNOLOGIAS DIGITAIS

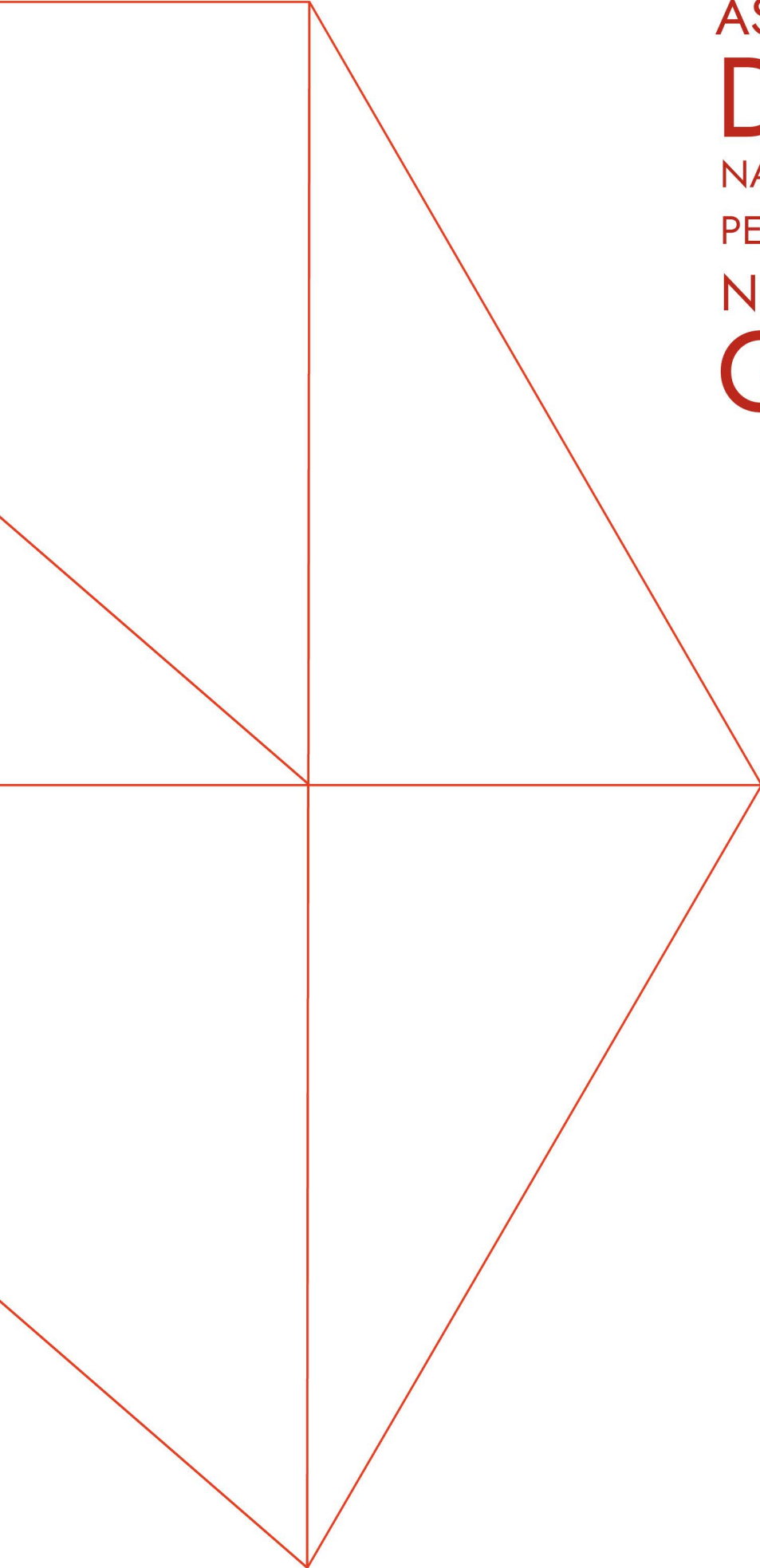
NAS AÇÕES DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO  
NO LABORATÓRIO  
GREA3D

Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes  
(Org.)



**PROEXC**  
PRÓ-REITORIA DE  
EXTENSÃO E CULTURA





# AS TECNOLOGIAS DIGITAIS

NAS AÇÕES DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO  
NO LABORATÓRIO  
GREA3D

Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes  
(Org.)



**PROEXC**  
PRÓ-REITORIA DE  
EXTENSÃO E CULTURA

  
**Editora  
UFPE**

## Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Alfredo Macedo Gomes

Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho

EDITORA ASSOCIADA À



Associação Brasileira  
das Editoras Universitárias

## Editora UFPE

Diretor: Junot Cornélio Matos

Vice-Diretor: Diogo Cesar Fernandes

Editor: Artur Almeida de Ataíde

## Conselho Editorial (Coned)

Alex Sandro Gomes

Carlos Newton Júnior

Eleta de Carvalho Freire

Margarida de Castro Antunes

Marília de Azambuja Machel

## Pró-Reitoria de Extensão e Cultura

Pró-Reitor: Oussama Naouar

## Coordenação de Gestão Editorial e Impacto Social

Coordenador: Adriano Dias de Andrade

Assistentes: Artur Villaça Franco, Rodrigo Ferreira dos Santos

## Editoração

Revisão de Texto: João Gabriel Pereira da Silveira (1ª Revisão); Ana Beatriz Lessa Rosendo, Isabel Padilha de Castro Perazzo de Andrade, Marina de Lima Coutinho da Silva, Tiago dos Santos Calaça (2ª Revisão)

Projeto Gráfico: Adriana Oliveira

## Catálogo na fonte

Bibliotecária Kalina Ligia França da Silva, CRB4-1408

---

T255 As tecnologias digitais nas ações de ensino, pesquisa e extensão no laboratório GRE3D [recurso eletrônico] / organizadoras : Auta Luciana Laurentino, Leticia Teixeira Mendes. – Recife : Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFPE ; Editora UFPE, 2023.

Vários autores

Inclui referências.

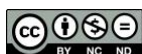
ISBN 978-65-5962-258-0 (online)

1. Desenho técnico – Estudo e ensino. 2. Tecnologia educacional. 3. Tecnologia de ponta e educação. 4. Prototipagem. 5. Extensão universitária – Pernambuco. I. Laurentino, Auta Luciana (Org.). II. Mendes, Leticia Teixeira (Org.).

378.1554

CDD (23.ed.)

UFPE (BC2023-009)



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons  
Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional.

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife, PE.

CEP 50670-90, Tels.: (81) 2126-8134/ 2126-8105

E-mail: proexc@ufpe.br

# Pareceristas ad hoc

Edital Proexc/UFPE nº 6/2022 - Incentivo à Publicação de Livros Digitais (e-books) com Temáticas de Extensão e Cultura

**Alexandre Lima Castelo Branco**  
Centro Universitário Estácio do Recife

**Alfredo Manoel de Rezende Silva**  
Universidade Estadual de Campinas

**Ana Lúcia Ribeiro Gonçalves**  
Universidade Federal de Uberlândia

**Ana Paula de Sant'Ana**  
Faculdade FAIPE

**Andrea de Barros**  
Universidade Paulista

**Cezar Grontowski Ribeiro**  
Instituto Federal do Paraná

**Denise Maria Hudson de Oliveira**  
Universidade de Brasília

**Felipe Fernandes Ribeiro**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Francine Carla de Salles Cunha Rojas**  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Gisele Marcia de Oliveira Freitas**  
Universidade do Estado da Bahia

**Graziella Ribeiro de Sousa**  
Universidade de São Paulo

**Janaína Fernandes Guimarães Polonini**  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

**Jefferson da Silva Moreira**  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**Josué Souza Gleriano**  
Universidade do Estado de Mato Grosso

**Isabella Giordano Bezerra**  
Universidade Federal de Pernambuco

**Henrique César da Costa Souza**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Leandro Nunes**  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Letícia Virginia Leidens**  
Universidade Federal Fluminense

**Lucas Manca Dal'Ava**  
Universidade Estadual de Campinas

**Lucia Maria de Freitas Perez**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Marcos Adriano Barbosa de Novaes**  
Universidade Estadual do Ceará

**Mariana Hennes Sampaio Lôbo**  
Universidade Federal de Alagoas

**Marília Feitosa de Alencar Arruda**  
Universidade de Lisboa

**Michele Lins Aracaty e Silva**  
Universidade Federal do Amazonas

**Patrícia Cristina dos Santos Costa**  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

**Paulo José da Fonseca Pires**  
Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul

**Pedro Esteves de Freitas**  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

**Reginaldo Pereira França Júnior**  
Universidade Federal de Campina Grande

**Renata Janaína Pereira de Souza**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Rosangela Silveira Garcia**  
Instituto Federal Catarinense

**Sueli Ribeiro Mota Souza**  
Universidade do Estado da Bahia

**Túlio Reis Hannas**  
Instituto de Previdência dos Servidores do Estado de Minas Gerais


# Sobre as/os autoras/es



## **Adilson Torres de Oliveira Sobrinho**

Graduando do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/0918200937298727>


 <https://orcid.org/0000-0002-1953-6679>



## **Auta Luciana Laurentino**

Docente do Departamento de Expressão Gráfica do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/3805752873099282>


 <https://orcid.org/0000-0002-3478-5614>



## **Joaquim Emanuel Aragão Araújo**

Graduando do curso de Engenharia de Energia Nuclear do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (CTG-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/0792619000568133>


 <https://orcid.org/0000-0001-6597-5616>



## **Leticia Teixeira Mendes**

Docente do Departamento de Expressão Gráfica do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/2029198603605223>


 <https://orcid.org/0000-0002-1011-1420>



## **Marcos Eduardo Araújo de Lima**

Graduando do curso de Engenharia Mecânica do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (CTG-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/9873917587756620>


 <https://orcid.org/0000-0001-6828-2567>



### **Mário Ruiz Manrique**

Licenciado em Expressão Gráfica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/2128983055707119>


 <https://orcid.org/0000-0002-9000-2960>



### **Ney Brito Dantas**

Professor doutor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/3943497493556232>


 <https://orcid.org/0000-0001-7872-4541>



### **Pedro Ivo Albuquerque de Araújo e Silva**

Graduando do curso de Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (CTG-UFPE)


 <http://lattes.cnpq.br/8230753744148730>


 <https://orcid.org/0000-0003-4290-406X>



### **Sadi da Silva Seabra Filho**

Professor mestre do Departamento de Expressão Gráfica (DEG) do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/3451337969863065>


 <https://orcid.org/0000-0002-8788-2389>



### **Walter Franklin Marques Correia**

Professor doutor do Departamento de Design do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE)

 <http://lattes.cnpq.br/3252289006108114>

 <https://orcid.org/0000-0002-6491-9783>

# Agradecimentos

Agradecemos a todos os docentes envolvidos na construção do laboratório do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (Grea3D) do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco (DEG-UFPE). Além desses, também agradecemos a todos os discentes, monitores voluntários e bolsistas, pesquisadores e extensionistas que passaram pelo Grea3D.

O laboratório do Grea3D foi criado com recursos da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe), da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc) e da Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (Propesqi), da UFPE. Por isso, agradecemos, também, a todas essas entidades.

Também dedicamos nossos sinceros agradecimentos a todos os autores que toparam participar desta empreitada e às nossas famílias, que nos acompanham e apoiam o nosso trabalho de ensino, pesquisa e extensão.

**Auta Luciana Laurentino**  
**Leticia Teixeira Mendes**  
(Org.)

# Prefácio

## Extensão e Cultura na UFPE: 60 anos de contribuição à sociedade

Em 2022, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) celebra o legado de 60 anos de institucionalização das ações de extensão e cultura, a partir da fundação do Serviço de Extensão Cultural (SEC) na então Universidade do Recife (UR) em 1962. A iniciativa de João Alfredo Gonçalves da Costa Lima, reitor à época, Paulo Freire, jovem professor que despontava no cenário intelectual pernambucano, e demais colaboradores conjugou, no âmbito do SEC, a *Rádio Universidade* e a *Estudos Universitários: revista de cultura*. Essas atividades tinham objetivos claros: desenclausurar a universidade, levá-la para perto dos anseios da sociedade, aproximá-la do povo – categoria ainda em construção naquele momento da nossa história. Esses objetivos fundantes persistem na história da UFPE e são diuturnamente reelaborados pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc), descendente direta daquele projeto de Universidade encarnado pelo SEC, cuja existência fora precocemente interrompida pelos acontecimentos que marcaram a década de 1960 no Brasil.

A partir dos muitos editais, que anualmente são lançados, e das muitas atividades de extensão e cultura, que são fomentadas ou apoiadas pela Proexc, a UFPE tem reavivado, especialmente nos últimos anos, o sentimento de que uma Universidade pública não se faz apenas nos *campi* universitários ou apenas com o protagonismo dos atores sociais acadêmicos. Ao colocar em evidência outros saberes e outros protagonismos sociais, a Universidade fortalece as relações sociais que alimentam as suas atividades finalísticas de ensino, pesquisa e extensão, ao mesmo tempo em que ocupa espaços nos quais

o saber acadêmico-científico se faz indispensável para o desenvolvimento humano e social do nosso estado e do nosso país.

A obra que você tem diante de si neste momento é resultado de ações performadas pela UFPE em interação com outros setores da sociedade, com a participação de servidores docentes e técnico-administrativos e com o protagonismo de nossos estudantes de graduação e pós-graduação, cuja formação desponta para além de saberes técnicos e científicos e inclui sociabilidades imprescindíveis para suscitar profissionais aptos a exercer seus ofícios de forma ética e responsável, tendo ciência dos desafios postos pela sociedade contemporânea.

Esta obra é fruto do Edital UFPE/Proexc nº 06/2022 - *Incentivo à Publicação de Livros Digitais (e-books) com Temáticas de Extensão e Cultura*, cujo objetivo é aumentar a visibilidade da Universidade, no âmbito das celebrações pelos 60 anos da Extensão e Cultura na UFPE. Assim como na edição de 2021, este edital materializa, na forma de *e-books*, experiências e resultados de ações de extensão e cultura desenvolvidas pela UFPE nos últimos anos. Dessa maneira, permite aos leitores conhecer, sentir e analisar o impacto social de uma Universidade pública e de qualidade.

As obras que compõem o conjunto deste edital tratam de questões diversas que atravessam as áreas temáticas da extensão, como *Cultura, Direitos Humanos, Educação, Justiça, Meio Ambiente, Produção, Saúde, Tecnologia e Trabalho*. Essa diversidade reflete a nature-



za multidisciplinar das universidades públicas brasileiras e demonstra a inserção da UFPE em múltiplas frentes de atuação.

Ao publicar esta série de *e-books*, a Universidade Federal de Pernambuco, através da Proexc, fortalece suas atividades de extensão e cultura, tornando-as mais visíveis e potencializando seu impacto. Assim, estes textos tornam-se também uma ferramenta valiosa para expor como a Universidade pública é fundamental para o país – um patrimônio que precisa ser defendido.

Desejamos que esta leitura seja prazerosa e estimule a criação de novos projetos, capazes de aprimorar a relação Universidade-sociedade e de deixar marcas permanentes e significativas na formação de nossos estudantes e no trabalho cotidiano de nosso corpo técnico e docente.

Recife, outubro de 2022.

**Oussama Naouar**

Pró-Reitor de Extensão e Cultura - Proexc/  
UFPE

**Adriano Dias de Andrade**

Coordenador de Gestão Editorial e Impacto  
Social - Proexc/UFPE

# Apresentações

## Início das atividades do Grea3D

Em 4 de maio de 2016, na Reunião do Pleno do Departamento de Expressão Gráfica (DEG), o Prof. Pedro Martins Alessio trouxe à assembleia a informação de que o Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (Grea3D) elaborou um projeto para conseguir a compra de uma cortadora a *laser*, utilizada com o objetivo de ampliar as atividades que já vinham sendo desenvolvidas pelas Profas. Leticia e Auta e pelo Prof. Pedro e que, assim, precisavam de um espaço físico para instalar o laboratório prático/didático de prototipagem. Esse projeto já tinha se originado a partir da compra da primeira impressora 3D do laboratório, com recursos da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe), e possibilitou arrecadar recursos para a referida compra, sendo necessário um local seguro com ar-condicionado, mesas, cadeiras e um exaustor. Visando a apoiar essa iniciativa, o Pleno deliberou que se fizesse uma reorganização dos espaços do DEG, subdividindo a sala de pranchetas 1 com a finalidade de albergar o laboratório.

No dia 14 de setembro do mesmo ano, o Pleno do DEG designou como coordenadora do Grea3D a Profa. Leticia Teixeira Mendes e, na mesma ocasião, iniciou as discussões do Regimento Interno — lido pela Profa. Leticia — para o uso do referido laboratório.

Com esses feitos, iniciaram-se as atividades do Grea3D, que são levadas a cabo para uso e consolidação de ações de ensino, pesquisa e extensão que proporcionam a abertura de espaços e oportunidades para a formação e

para o campo de trabalho dos egressos do curso de Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG), assim como de outros cursos da UFPE. Estiveram à frente dessas ações embrionárias da prototipagem no DEG quatro jovens professores promissores do departamento: Leticia, Auta, Edeson e Pedro, que, tais quais *D'Artagnan e os três mosqueteiros*, lutaram por recursos, empreenderam ações inovadoras no campo do ensino e receberam todo o apoio do DEG.

O resultado de todo esse esforço embrionário resultou neste *e-book* que disponibilizamos à sociedade. O livro é composto por capítulos que relatam a experiência de prototipagem e criação de diferentes objetos/recursos com a finalidade de levar para fora dos muros da universidade o conhecimento e a melhoria na produção e ensino dessa mesma sociedade que nos sustenta, enquanto universidade pública, através de seus impostos.

Sendo assim, neste *e-book* constam seis capítulos que conectam o ensino, a pesquisa e a extensão por meio da fabricação digital no Grea3D. Com um olhar que promove, ao mesmo tempo, a acessibilidade e a reciclagem de recursos, temos o capítulo de abertura, denominado *A impressão 3D e a criação de moldes para injeção de material reciclado na produção de um jogo geométrico didático*.

Além deste, inserimos o trabalho intitulado *Atividades de extensão na área do design para um grupo de artesãs da associação dos artesãos de Pernambuco*, elaborado com o

objetivo de trazer à tona a promoção da troca de experiências e técnicas na área da produção artesanal junto às tecnologias digitais entre professores e alunos de Expressão Gráfica e os artesãos da Associação dos Artesãos de Pernambuco (Associape).

Com foco na formação do licenciado, o texto *Do material ao virtual: exposição de cartazes da licenciatura em expressão gráfica por vários formatos* nos proporciona o conhecimento de uma atividade de extensão como uma maneira de estimular a criatividade e o compromisso dos discentes, atividade essa que vem sendo realizada desde 2015 e ainda se encontra em pleno funcionamento neste ano de 2022.

No texto intitulado *Geomynoes: um jogo geométrico didático voltado para o estudo dos poliedros*, há a abordagem de um jogo que funciona como aglutinante e comum denominador entre a Geometria Gráfica, o Polietileno de Alta Densidade (Pead) e a inclusão.

Além disso, seguindo uma perspectiva ambiental, o texto *Precious plastic e inovação inclusiva: fabricação digital e reciclagem aplicadas ao desenvolvimento de produtos* traz uma discussão atual e necessária acerca da luta pela preservação ambiental e do reaproveitamento/reciclagem de recursos.

Por fim, tratando da utilização dos benefícios das tecnologias para a confecção de EPIs do tipo escudo facial — equipamento que tanto protegeu e ajudou a diminuir o risco de contaminação pela Covid-19 —, contamos com o texto intitulado *Redesign de um escudo facial direcionado para a produção por manufatura aditiva no contexto da pandemia*.

Com base nos capítulos e nas temáticas brevemente apresentadas, esperamos que a leitura deste *e-book* traga o conhecimento e o

desejo de promover atividades que utilizem a produção de artefatos para o desenvolvimento sustentável e criativo da nossa sociedade.

Recife, 26 de setembro de 2022.

**Sandra de Souza Melo**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

## As ações do Grea3D e os capítulos do livro

Este e-book pode ser categorizado em vários eixos, conectando a Geometria e a fabricação de múltiplos produtos a partir das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) à utilização dos artefatos computacionais envolvendo fabricação digital (FD) e prototipagem rápida (PR). Assim, temas relevantes são integrados à Geometria por meio da tríade *ensino-pesquisa-extensão*, tais como a sustentabilidade, a inclusão social e a acessibilidade, além da produção de material lúdico como recurso didático e da fabricação de equipamentos de proteção individual (EPIs). Aqui, observamos a universidade pública em sua totalidade, produzindo conhecimento científico e tecnológico e criando soluções inteligentes aos problemas demandados pela sociedade, formando capital humano qualificado e compartilhando essas produções com a comunidade externa.

Nesse sentido, o laboratório do Grupo de Experimentação de Artefatos 3D do Departamento de Expressão Gráfica (Grea3D-DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) tem contribuído com a formação dos atores envolvidos nas diversas ações de ensino, pesquisa e extensão, estimulando a interdisciplinaridade e contribuindo para o desenvolvimento da criatividade e dos processos científicos, educativos, culturais e políticos como forma de integração da formação acadêmica, profissional e cidadã dos discentes da Licenciatura em Expressão Gráfica e dos cursos de Arquitetura, *Design* e Engenharia. A participação e a promoção dessas ações são imperativas para essa construção profissional e pessoal dos graduandos, uma vez que reafirmam a importância do papel da UFPE junto às demandas da sociedade.

Assim sendo, este livro busca apresentar, em seis capítulos, algumas ações desenvolvidas no Grea3D que atestam seu compromisso com as ideias expostas anteriormente.

No primeiro capítulo, temos, sob o título *A impressão 3D e a criação de moldes para injeção de material reciclado na produção de um jogo geométrico didático*, um texto que versa sobre Geometria, TICs e sustentabilidade. Aqui, é abordada a criação de um produto mediante um *software* de modelagem 3D feito com material reciclado, denominado Polietileno de Alta Densidade (Pead) — ou plástico tipo 2 —, na confecção dos moldes (plástico impresso 3D e chapa de plástico para posterior usinagem), com destaque para a diminuição dos custos e do tempo de fabricação. Para a confecção e a consequente materialização de um conceito abstrato, com o intuito de transformá-lo em um elemento tangível, foi utilizada uma impressora 3D.

Os capítulos dois e três tratam de Geometria, Arte, associativismo, ensino e extensão. O primeiro capítulo aborda as *Atividades de extensão na área do design para um grupo de artesãos da associação dos artesãos de Pernambuco* a partir de um projeto intitulado *A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco*. O objetivo do capítulo foi promover a troca de experiências e técnicas, na área da produção artesanal junto às tecnologias digitais, entre professores e alunos do curso de Licenciatura em Expressão Gráfica e os artesãos da Associação dos Artesãos de Pernambuco (Associape). A partir dos resultados das ações de extensão expostas, constatou-se que os projetos de assessoramento conseguiram gerar alguns impactos para o grupo nos âmbitos social, tecnológico e econômico.

Já o capítulo seguinte, intitulado *Do material ao virtual: exposição de cartazes da licenciatura em expressão gráfica por vários formatos*, apresenta os resultados de um projeto, iniciado no ano de 2015, que relaciona atividades de ensino e extensão. As produções desenvolvidas pelos estudantes na disciplina de Desenho Aplicado às Artes Visuais, do curso da Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG), são expostas após a sua realização, tendo sido feitas durante as aulas, nas orientações e nas produções materializadas em papel ou digitalmente, passando do desenho feito à mão e pelo desenho digital até a inserção de peças gráficas no ambiente virtual e comercial.

No capítulo quatro, tem-se o texto intitulado *Geomynoes: um jogo geométrico didático voltado para o estudo dos poliedros*, que, por sua vez, detalha a produção de um material didático lúdico para o ensino de Geometria. Nele, tem-se o relato da criação do recurso didático voltado para a construção de conhecimento do conteúdo Poliedros, produzido com material reciclado. Além de sustentável, o projeto também é inclusivo, uma vez que as peças possuem sinalização em Braille. O trabalho possui fundamentação na teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval (2012) e na teoria da evolução do pensamento geométrico de Dina e Pierre Van Hiele (1957). Quanto à produção das fichas em material Pead reciclado, o procedimento é feito com o auxílio de moldes impressos em 3D.

No quinto capítulo, a sustentabilidade volta à tona a partir do texto intitulado *Precious plastic e inovação inclusiva: fabricação digital e reciclagem aplicadas ao desenvolvimento de produtos*. O capítulo trata de um projeto de extensão que tem o objetivo de introduzir e capacitar jovens em situação de vulnerabilidade social na utilização de equipamentos de

prototipagem rápida e fabricação digital. Ele considera o crescimento significativo de temas que envolvem as tecnologias digitais e sua importância para a inserção no mercado de trabalho, demonstrando o potencial da iniciativa internacional *Precious plastic* — sendo o primeiro instalado no Nordeste, em 2018. Essas iniciativas ocorrem desde 2016 na comunidade do Pilar, localizada no bairro do Recife Antigo, por meio das parcerias entre a organização não governamental (ONG) Instituição Plano B, a Prefeitura do Recife e a UFPE.

Por fim, chegamos ao último capítulo, de título *Redesign de um escudo facial direcionado para a produção por manufatura aditiva no contexto da pandemia*. No texto, são descritas as produções dos laboratórios *makers* do Grea3D-DEG e do Laboratório de Concepção e Análise de Artefatos Inteligentes (LaCA2I), vinculado ao Departamento de *Design*, ambos lotados no Centro de Artes e Comunicação (CAC) da UFPE. Os laboratórios atuaram em parceria junto a uma equipe multidisciplinar e, por meio das atividades, habilidades e técnicas, foi feita a produção de equipamentos de proteção individual (EPIs). Para tal, as equipes envolvidas utilizaram a materialização digital para o planejamento e fabricação dos artefatos em pleno contexto crítico de emergência ocasionado pela Covid-19, e o uso da manufatura aditiva permitiu agilizar a confecção e análise de EPIs durante a demanda gerada pela pandemia. Com isso, a manufatura aditiva — ou impressão 3D — mostrou ser capaz de suprir parte da necessidade de EPIs de uma maneira muito rápida e com uma produção significativa, reforçando o papel fundamental exercido pela comunidade *maker* e pelas instituições comprometidas com a tecnologia que atuaram em uma frente ampla de combate à Covid-19.

Dito isso, desejamos que a leitura dos textos mencionados acima sirva de inspiração e incite a reflexão acerca do papel fundamental que nossas instituições públicas exercem na produção de Ciência, Tecnologia e Inovação, que, por sua vez, são indispensáveis para a construção e a promoção da nossa soberania.

Recife, 9 de outubro de 2022.

**José Edeson de Melo Siqueira**  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

## As tecnologias digitais nas ações de Ensino, Pesquisa e Extensão no Laboratório Grea3D

Toda e qualquer iniciativa que possa gerar ações criativas, inclusivas e inovadoras merece admiração. Do artesanato à tecnologia digital, não importa a técnica, mas sim o caminho que se percorre. A jornada agrega conhecimento, desafia limites, aguça a criatividade e, principalmente, aproxima pessoas. A tecnologia, por si só, não faz milagres, mas instiga um percurso de descobertas que amplia possibilidades. A partir disso, este prefácio fala de caminhos, jornadas e percursos que se moldam para novos voos, novas tentativas e conquistas.

Em 2011, durante meu pós-doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), na área de Fabricação Digital, tive a oportunidade de ter Leticia Teixeira Mendes cruzando meu caminho como aluna da primeira disciplina de Fabricação Digital Aplicada à Arquitetura no Brasil, disciplina essa que ministrei no Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (Lapac), da mesma instituição, coordenado pela professora Gabriela Celani. O aprendizado era mútuo e a tecnologia ali, como novidade, desafiava-nos a todo o tempo para a resolução de problemas ainda desconhecidos. O perfil entusiasta da minha aluna se mostrava promissor no sentido do interesse, da observação, da empatia e, sempre, da animação que envolvia a jornada. De maneira muito leve, as adversidades encontradas pela ainda falta de conhecimento o suficiente para domesticar o desconhecido eram vistas como estímulos para beneficiar o caminho sobre o qual me referi acima. E assim foi feito. Desbravamos esses caminhos, descobrimos técnicas e criamos procedimentos. Fizemos história!

O tempo passou e, como é comum nas jornadas acadêmicas, os caminhos que um dia se

cruzavam passaram a se expandir para novos horizontes, com novas pessoas e novas histórias. Porém, o interessante de tudo isso é que, não importando a quantidade de tempo que se passa, a essência daquelas jornadas de aprendizado ainda se perpetuam e afloram em outras veredas. E, mais uma vez, o caminho se mostra importante: o de Leticia cruza com o de Auta, também com um perfil acadêmico que encoraja, procura conhecimento e desperta curiosidade e entusiasmo.

Pronto, estava formada a alquimia que coloca em ebulição toda a carga de conhecimento e fundamentação para um bem maior e comum. A criação do laboratório do Grupo de Experimentação de Artefatos 3D do Departamento de Expressão Gráfica (Grea3D-DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), fundado em 2016, preconiza o cruzamento de vários caminhos. Leticia e Auta, que aqui reúnem seis dos tantos caminhos que proporcionaram, ainda têm muitos caminhos pela frente, várias jornadas a serem cruzadas. E, como uma progressão geométrica, esses caminhos seguirão novos caminhos e outros e outros e outros virão. A história se repete dentro do seu tempo, mas com a certeza de que a experiência da trajetória se perpetua para novos saberes. Por isso, torço para que o Grea3D-DEG possa iluminar e cruzar muitos outros caminhos. Termino com a sabedoria de Fernando Pessoa, que preconiza o caminho em poesia quando cita que “Qualquer caminho leva a toda parte. Qualquer ponto é o centro do infinito”.

Florianópolis, 1 de novembro de 2022.


**Regiane Trevisan Pupo**

Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC)

# SUMÁRIO

- 17 1. A impressão 3D e a criação de moldes para injeção de material reciclado na produção de um jogo geométrico didático  
Mário Ruiz Manrique  
Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes
- 34 2. Atividades de extensão na área do design para um grupo de artesãs da Associação dos Artesãos de Pernambuco  
Auta Luciana Laurentino
- 44 3. Do material ao virtual: exposição de cartazes da Licenciatura em Expressão Gráfica por vários formatos  
Auta Luciana Laurentino
- 56 4. *Geomynoes*: um jogo geométrico didático voltado para o estudo dos poliedros  
Mário Ruiz Manrique  
Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes
- 76 5. *Precious Plastic* e inovação inclusiva: fabricação digital e reciclagem aplicadas ao desenvolvimento de produtos  
Leticia Teixeira Mendes  
Joaquim Emanuel Aragão Araújo  
Pedro Ivo Albuquerque de Araújo e Silva  
Adilson Torres de Oliveira Sobrinho  
Marcos Eduardo Araújo de Lima
- 89 6. Redesign de um escudo facial direcionado para a população por manufatura aditiva no contexto da pandemia  
Sadi da Silva Seabra Filho  
Walter Franklin Marques Correia  
Ney Brito Dantas  
Joaquim Emanuel Aragão Araújo  
Marcos Eduardo Araújo de Lima





# A impressão 3D e a criação de moldes para injeção de material reciclado na produção de um jogo geométrico didático

Mário Ruiz Manrique  
Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes



## INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve o processo de criação e execução de um jogo geométrico didático chamado *Geomynoes*, que foi produzido a partir de material reciclado, especificamente de polietileno de alta densidade (Pead), com a finalidade de criar um modelo didático duradouro que sirva de reforço para o conteúdo curricular *Poliedros*, para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Historicamente, passamos por três revoluções tecnológicas, sendo elas a agrária, a industrial e a informática. Segundo Steele (2001), a revolução informática vem provocando mudanças no processo de criação e produção de serviços e produtos; no entanto, ainda não sabemos avaliar, com exatidão, os impactos sociais dessas mudanças em relação à transformação social. Nesse contexto, a utilização de recursos digitais na era tecnológica propicia o uso desses elementos importantes em áreas distintas e aqui a defendemos como ferramenta de auxílio para questões ambientais.

Na atual conjuntura, considerando os tempos imprevisíveis da pandemia de Covid-19, a tecnologia digital, considerada essencial para a produção de artefatos e para propiciar pesquisas acadêmicas, tornou-se imprescindível, hoje mais do que nunca, com ela inserida nas mais variadas esferas da sociedade, nos campos da Comunicação, Saúde, Mobilidade Urbana etc. Dessa maneira, a tecnologia digital — dentro dessa revolução informática citada anteriormente — e sua aplicação são um dos pilares para o desenvolvimento desta pesquisa.

Quando se pensa em materiais recicláveis para o desenvolvimento de novos produtos, é comum relacioná-los a materiais efêmeros, de segunda linha, até negligenciando aspectos de higiene que raras vezes imaginamos que possam ter

um valor agregado a eles. Para tanto, cabe a pergunta: é possível criar novos produtos com material reciclável, duradouro, com qualidade e com valor de produção acessível? Partindo desse questionamento, o presente capítulo objetiva apresentar a proposta de desenvolvimento de um produto — um modelo didático — a partir de plástico reciclado. A sua criação e desenvolvimento demandam um pouco mais de tempo e complexidade, mas o resultado busca concorrer com produtos existentes no mercado. Essa não é a finalidade do projeto, mas sim um dos pontos-alvo desta pesquisa: a criação de moldes que permitam a replicação de objetos com qualidade, contribuindo para a redução do consumo de matéria-prima, demonstrando que o descarte consciente do plástico é uma questão urgente e, ainda, servindo como inspiração para futuros trabalhos com outros materiais experimentais para a fabricação de protótipos com longa vida útil.

O material escolhido para a construção dos produtos foi o Pead — ou plástico tipo 2 (figura 1). O Pead tem um processo de reutilização, que pode ser feito com máquinas mais simples, para a injeção do plástico e outros materiais de baixo custo, sendo utilizado inclusive para a confecção dos moldes (plástico impresso 3D e chapa de plástico para posterior usinagem), diminuindo, assim, os custos e os tempos de fabricação:

Figura 1 – Embalagens de Pead



Fonte: Senir (1998).

Em linhas gerais, a principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi criar um produto feito com material reciclado, porém apresentando mais características do que os produtos feitos com esse tipo de material, a exemplo da durabilidade e do auxílio na construção de conhecimento para várias gerações.

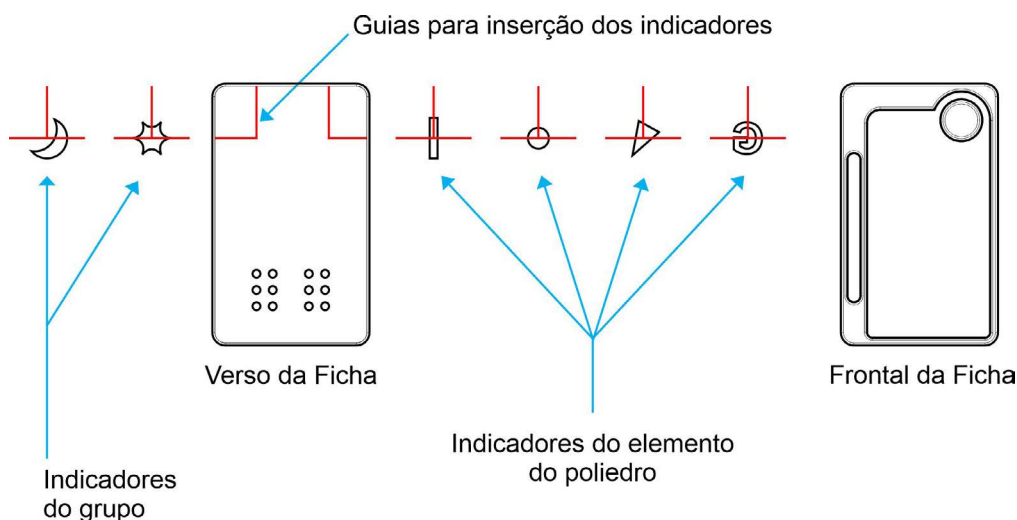
## DESENVOLVIMENTO

A idealização do projeto foi feita com o auxílio de uma ferramenta de modelagem digital: o *software* de modelagem 3D Rhinoceros 3D,

desenvolvido pela Robert McNeel & Associates. Após a definição do tamanho, da espessura e do formato do projeto, o processo de modelagem torna-se mecânico, uma vez que todos os elementos têm o mesmo formato e as mudanças que os individualizam acontecem no verso de cada elemento, denominado “ficha” (figura 2).

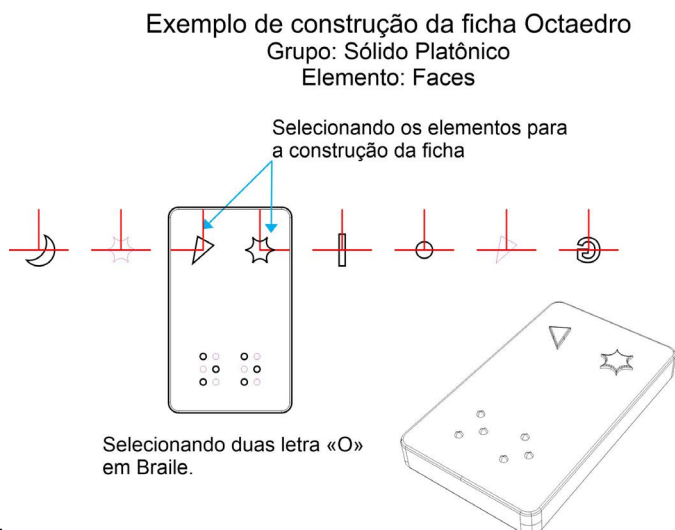
Dentro do *software* de modelagem 3D, foram selecionados os elementos necessários para a construção do projeto em questão; nesse caso, o projeto escolhido, conforme é apresentado na figura 3.

Figura 2 – Elementos componentes do projeto



Fonte: Os autores (2021).

Figura 3 – Construção do projeto



Fonte: Os autores (2021).

Nas figuras 4 e 5, mostra-se o resultado do processo de modelagem da ficha, junto a todos os componentes que a definem e a identificação dos elementos.

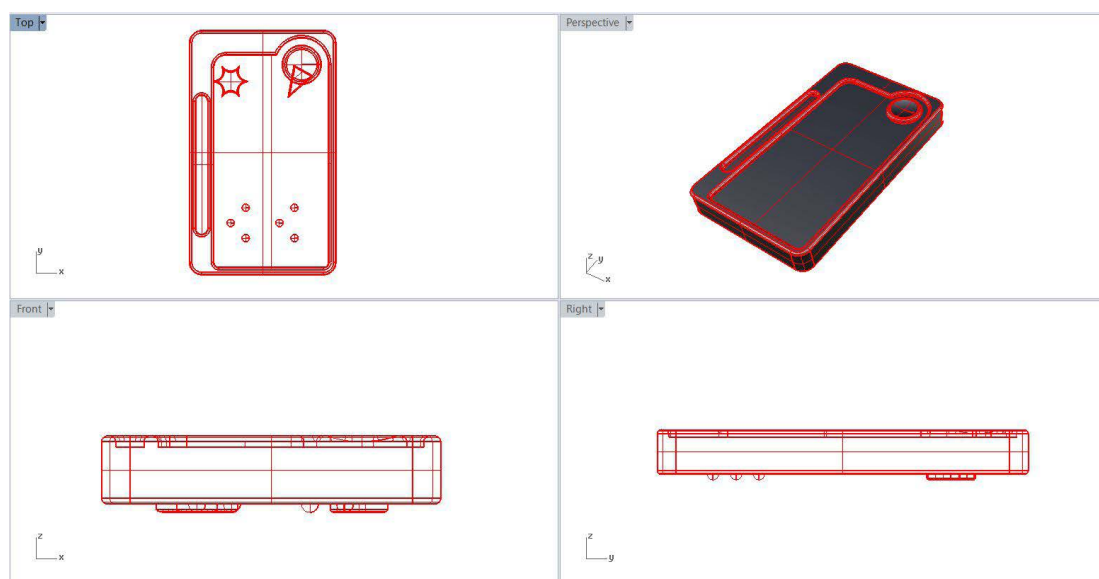
Na figura 6, são apresentadas as dimensões da ficha.

O material para a fabricação do jogo e dos moldes foi o Pead e sua escolha é justificada ba-

seando-se nos resultados obtidos em uma pesquisa realizada entre os anos de 2018 e 2019, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação da Universidade Federal de Pernambuco (Propesqi-UFPE).

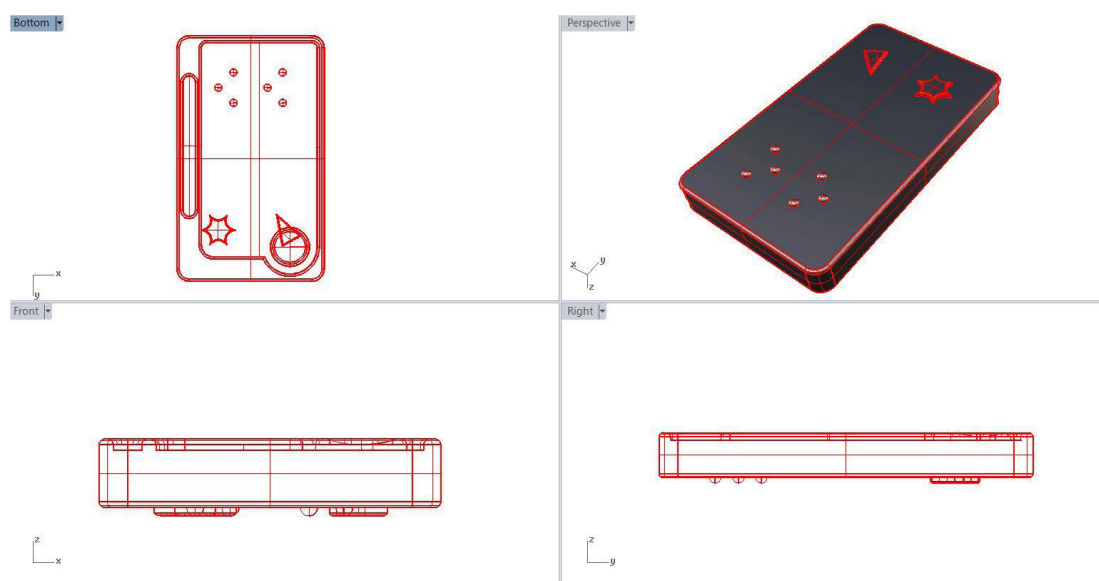
Além disso, vale ressaltar que, primeiramente, a experiência de monitoria no laboratório do Grupo de Experimentação de Artefatos 3D

**Figura 4** – Projeto (frente) / Interface Rhino3D



Fonte: Os autores (2021).

**Figura 5** – Projeto (verso) / Interface Rhino3D



Fonte: Os autores (2021).

Figura 6 – Dimensão da ficha



Fonte: Os autores (2021).

(Grea3D), vinculado ao curso de Expressão Gráfica da UFPE, permitiu explorar o potencial dos materiais para impressão 3D — sendo o principal deles o ácido polilático (PLA) — em um projeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic)<sup>1</sup>, com a apresentação do trabalho intitulado *Plástico precioso: reciclagem de resíduos de impressões 3D e prototipagem rápida no desenvolvimento de produtos*. Nesse trabalho, usou-se como matéria-prima para a produção de material didático o PLA reciclado, produto de impressões 3D malogradas, e, como resultado, constatou-se que, pelas suas características químicas, o PLA não era o melhor material para produzir um modelo didático. O PLA é naturalmente um material muito rígido e quebradiço e, quando submetido a elevadas temperaturas para sua nova fusão,

1 O projeto em questão foi o projeto intitulado *Precioso Plástico: reciclagem de resíduos de impressão 3D e prototipagem rápida no desenvolvimento de produtos*, de autoria de Mário Ruiz Manrique. Tratou-se de um projeto de iniciação científica vinculado ao projeto de extensão *Projeto protótipo pilar: o uso da prototipagem rápida no desenvolvimento criativo das crianças da comunidade do Pilar* (Sigproj nº 298311.1657.213583.05032018), sob coordenação da Profa. Leticia Teixeira Mendes, do Departamento de Expressão Gráfica da UFPE.

apresenta consistência ainda mais quebradiça do que originalmente, sendo esse o motivo porque ele não é o material ideal para o desenvolvimento de um produto que seja manipulado com frequência, além de estar em constante estresse, causado pelo impacto de umas peças nas outras. A partir desse resultado, nossa pesquisa foi em busca de um novo material que permitisse sua reciclagem pelo processo de fusão sem que isso alterasse suas características originais; e foi com base em outra experiência adquirida durante o curso que se chegou à conclusão de que o Pead era o melhor material para a produção do projeto, com características realmente duradouras.

Dito isso, fica o questionamento: por que o Pead e não o Polietileno tereftalato (PET)? Considerando a ampla categoria de plásticos recicláveis, o PET é o mais recorrente e o que tem maior descarte, portanto, a sua utilização como insumo é simples, mas existem limitações quanto à sua reutilização, a exemplo da temperatura de fusão (quando uma substância passa do estado sólido para o líquido), em que a do PET (260° C) é maior do que a do Pead (135° C). Isso cria um entrave, uma vez que a sua transformação de elemento original (garrafa de refrigerante e/ou água mineral) para um elemento final (projeto idealizado) requer a utilização de um maquinário de maior complexidade e alto custo e, em contraposição ao Pead, o processo deste pode ser feito com máquinas mais simples, para a injeção do plástico, e materiais de baixo custo, para a confecção dos moldes (plástico impresso 3D e chapa de plástico para posterior usinagem), diminuindo, assim, os custos e os tempos de fabricação.

Somada às características ditas anteriormente para a escolha do material, também influenciou, nessa escolha, a experiência adquirida desde a infância do pesquisador Mário Ruiz, que lidou

Figura 7 – Experiência com o material Pead

### Botões feitos em PEAD com moldes de acrílico



Fonte: Os autores (2021).

com várias máquinas injetoras de plástico na oficina de seu pai, que contribuíram para que ele compreendesse o processo de fundição do plástico e de funcionamento dos moldes. Além disso, também é importante mencionar a sua vivência em uma oficina de *design* realizada no curso de Expressão Gráfica, na qual foi sugerida a fabricação de botões em Pead usando moldes acrílicos (figura 7).

Tendo sido feita a escolha do material para o desenvolvimento do projeto, resultou-se na seleção de um material menos sofisticado para a fabricação do molde, dado que o material para a produção das fichas é um material maleável, cuja fusão consiste em uma temperatura relativamente baixa, permitindo, assim, que o molde seja confeccionado mediante o processo de impressão 3D. Dessa forma, escolheu-se o insumo para a impressão 3D: um filamento PLA com adição de alumínio<sup>2</sup> para fazê-lo mais resistente (quando comparado com o PLA simples).

<sup>2</sup> Atualmente, o PLA comum custa em média R\$ 120,00 reais o quilo. Já o PLA com adição de alumínio tem um valor intermediário a esses dois: R\$ 250,00 o meio quilograma. A escolha por esse tipo específico de PLA, da marca Acccreate Alumiem, foi feita com base na garantia de uma dureza maior do que a do PLA simples, além de um preço acessível.

Iniciados os testes de impressão e do material, descobriu-se que o PLA com adição de alumínio era sensível demais às mudanças de temperatura e que seria melhor imprimi-lo em uma impressora fechada, pois, quando a impressão se iniciava, ficava muito difícil manter a aderência da peça na mesa de impressão. Na pesquisa, contava-se unicamente com uma impressora aberta, o que obrigou a mudança do material para um PLA simples. Nos testes, constatamos que a estrutura do molde como fora desenhada era forte o suficiente para não ceder à pressão exercida pela injeção do plástico, e, por isso, foi possível utilizar um filamento PLA comum (sem adição de alumínio).

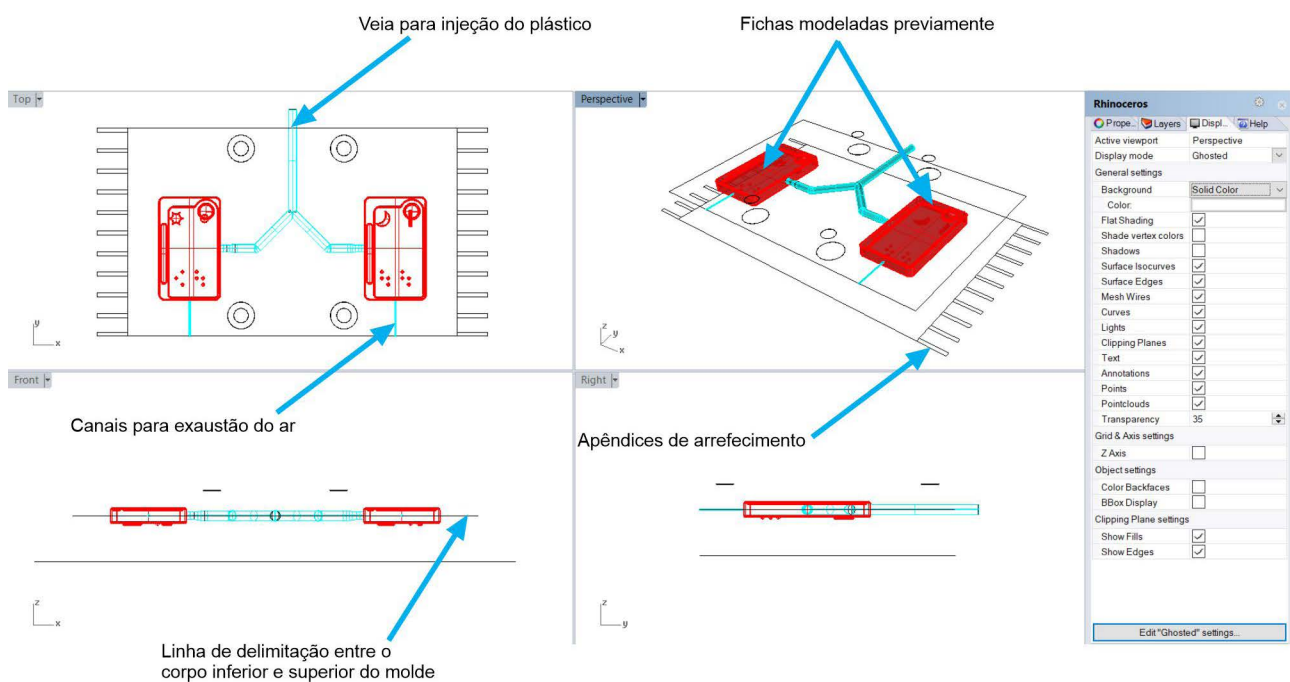
O processo de fabricação dos moldes foi totalmente dependente do processo de fabricação das fichas (produto final nesse processo). Isso se deve ao fato de que a ficha foi usada como negativo na modelagem 3D, para extraí-la do elemento que formará o molde, deixando, dessa forma, um espaço vazio no qual será injetado o Pead, para a materialização das fichas. Os moldes, da mesma forma que as fichas, foram modelados no *software* 3D Rhinoceros. Na figura 8, que será apresentada em breve, será mostrado o primeiro passo para a produção do molde para a injeção do projeto em Pead.

Os elementos modelados anteriormente (fichas) foram importados do seu arquivo original para esse novo arquivo de fabricação dos moldes. Os elementos básicos do molde estão representados com linhas na cor preta (figura 8) e foram os que determinaram a volumetria básica do molde. Definindo a largura, a profundidade e a altura, indicou-se também onde ficaram colocados os apêndices de arrefecimento que ajudaram em um resfriamento mais rápido do molde, além de localizarem as indicações dos pinos de encaixe que guiaram os corpos superior e inferior do molde para seu fechamento. Em azul (figura 8), são apresentados dois elementos importantes para o funcionamento do molde: (i) a veia de injeção, que foi o canal pelo qual o Pead fundido entrou no molde para poder formar as fichas; e (ii) os canais de exaustão do ar, que foram criados para dar saída ao fluxo do ar e evitar a formação de bolhas na injeção e, como consequência, a existência de peças injetadas com defeitos ou incompletas (figura 8).

No processo de construção dos moldes, trabalha-se com cores diferentes (que indicam *layers* diferentes, isto é, camadas distintas) para facilitar a identificação dos diferentes componentes constituintes da criação dos moldes. Na figura 9, as linhas vermelhas representam as fichas que foram injetadas; em azul, estão representados os diferentes canais para injeção e exaustão, com elementos aramados em preto, aparecendo o arcabouço da construção total; e, em verde, mostra-se o corpo inferior do molde, com seus apêndices de arrefecimento.

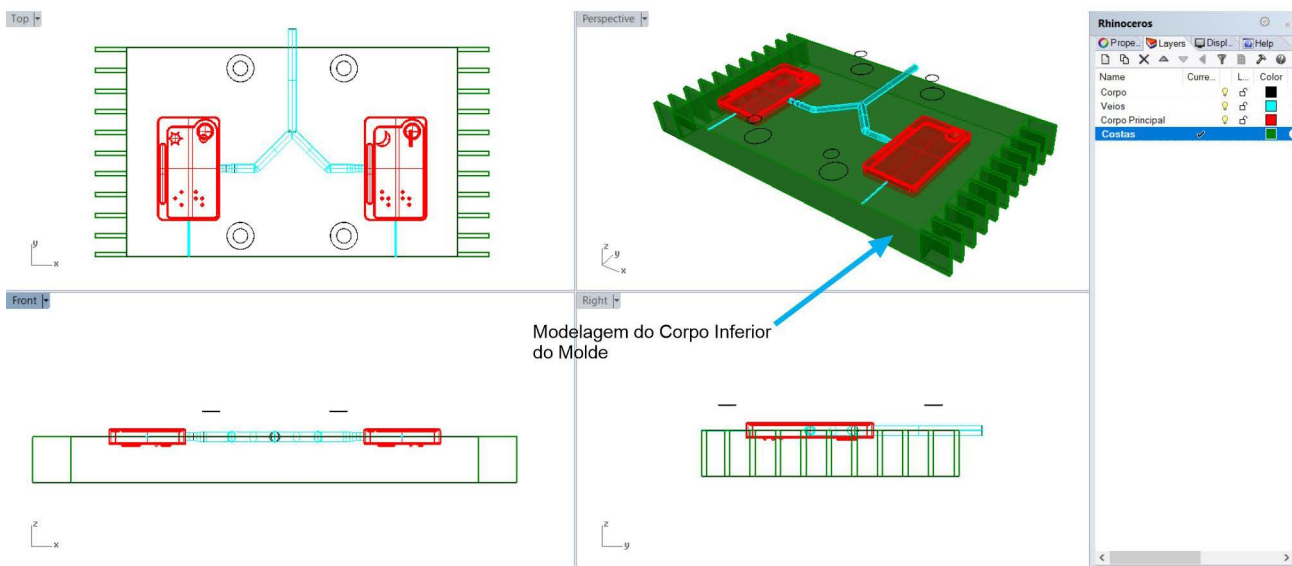
Na figura 10, na vista frontal e lateral, consegue-se visualizar que o componente projeto, veias e canais de exaustão estão divididos exatamente na metade da sua altura; ou seja, o corpo inferior do molde e o corpo superior do molde dividiram metade desses componentes.

**Figura 8** – Modelagem do molde, 1º passo



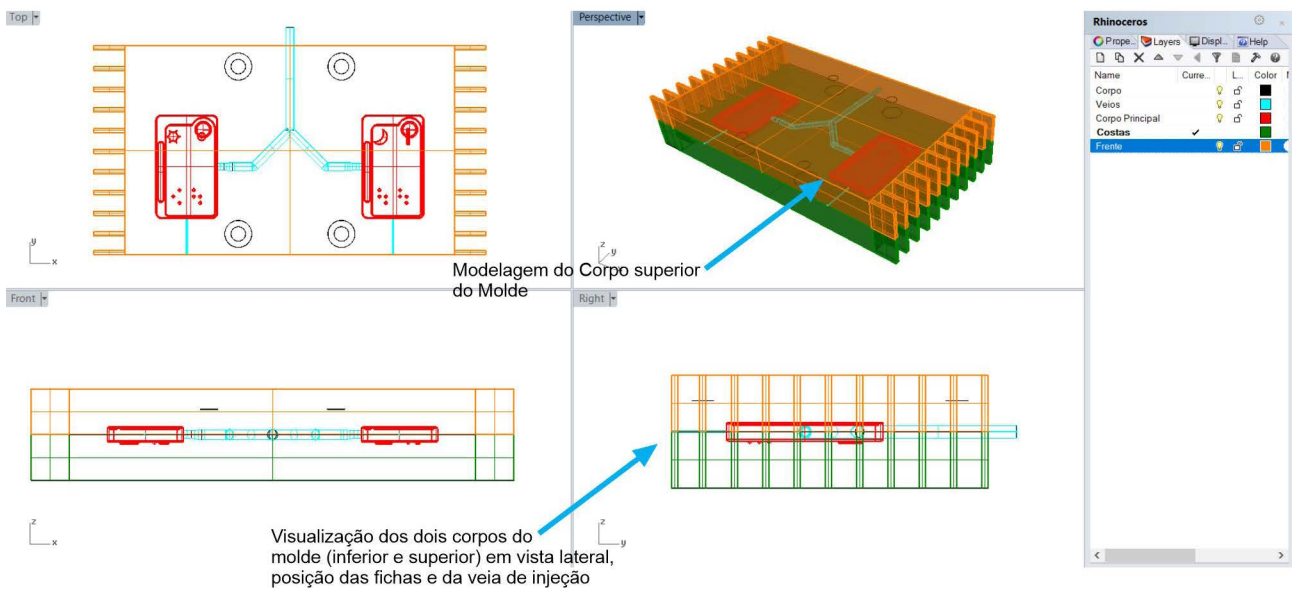
**Fonte:** Os autores (2021).

Figura 9 – Modelagem do molde, 2º passo



Fonte: Os autores (2021).

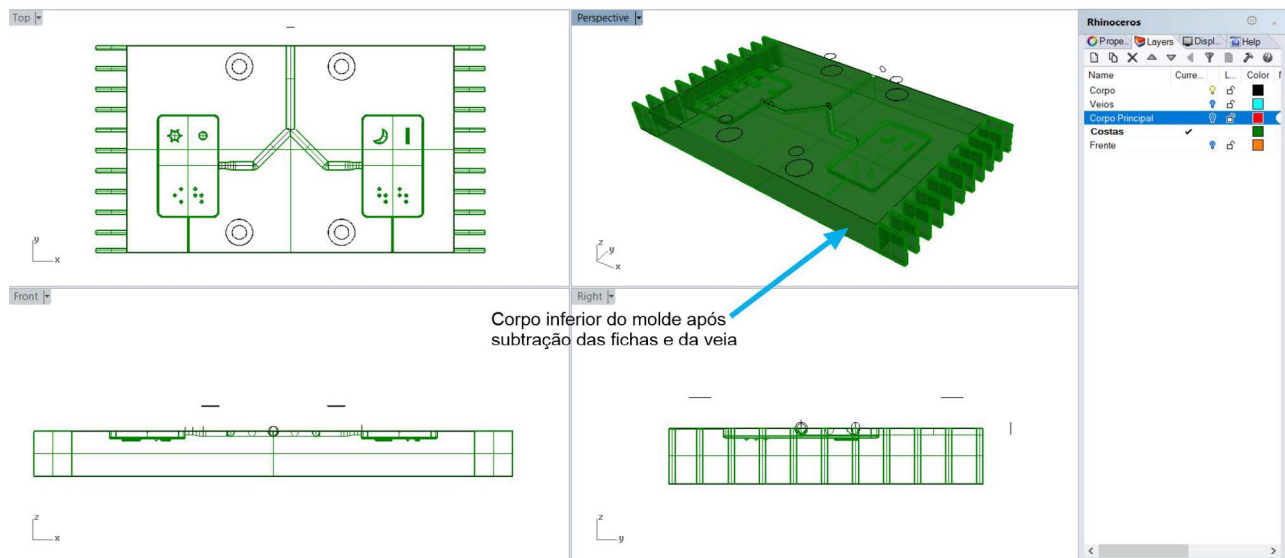
Figura 10 – Modelagem do molde, 3º passo



Fonte: Os autores (2021).

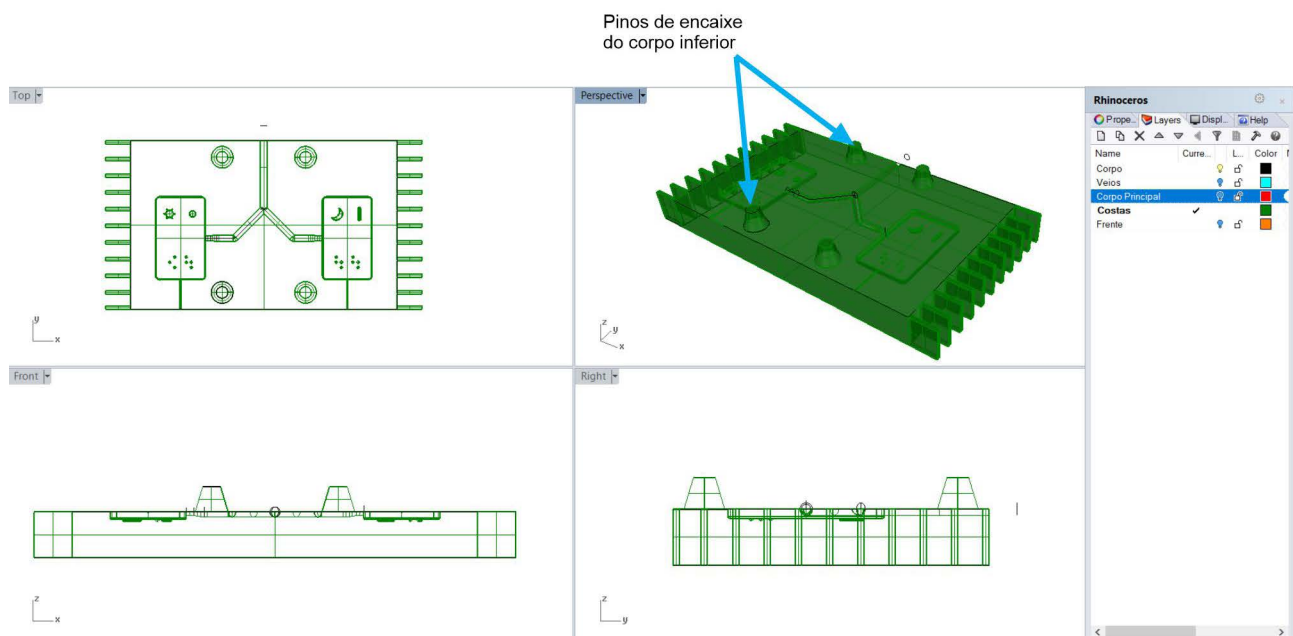


Figura 11 – Modelagem do molde, 4º passo



Fonte: Os autores (2021).

Figura 12 – Modelagem do molde, 5º passo



Fonte: Os autores (2021).

Na figura 11, por sua vez, apresenta-se o resultado de subtrair o componente projeto, veias de injeção e canais de exaustão para criar as cavidades que receberam o material injetado no corpo inferior do molde.

Já na figura 12, mostra-se a adição dos pinos de encaixe do corpo inferior, elementos que servirão como guias para o fechamento dos dois corpos do molde.

Na figura 13, aparecem os furos de encaixe do corpo superior e as cavidades (resultado da subtração dos componentes projeto, veias e canais de exaustão) criadas para receber o material injetado. Os furos de encaixe apresentam uma folga de 0,1 mm em relação aos pinos de encaixe, para evitar que, quando montados, fiquem presas aos dois corpos do molde.

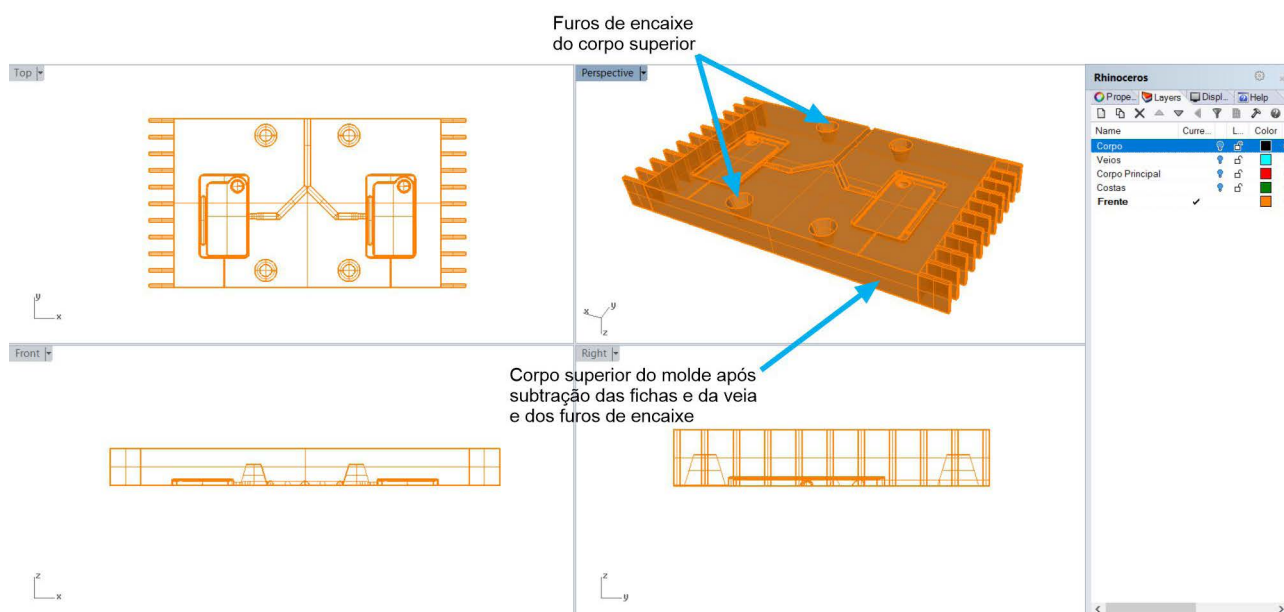
Na figura 14, aparece o resultado da modelagem 3D do projeto do molde para duas fichas,

mostrando o corpo inferior (linhas em verde) e o superior (linhas em laranja).

Usando uma ferramenta de planejamento de impressão 3D — ou *software* de “fatiamento” (do inglês *slicer*), como é conhecido —, definem-se os parâmetros de impressão do modelo, a exemplo da resolução, da densidade do preenchimento, da espessura da “parede” da peça e de outras características. O *software* Cura, criado por uma das maiores empresas fabricantes de impressoras 3D, chamada Ultimaker, disponibiliza, de maneira gratuita, 80% das ferramentas suficientes para realizar impressões com qualidade bastante satisfatória, sendo necessária a aquisição da licença do *software* para acessar recursos mais aprimorados.

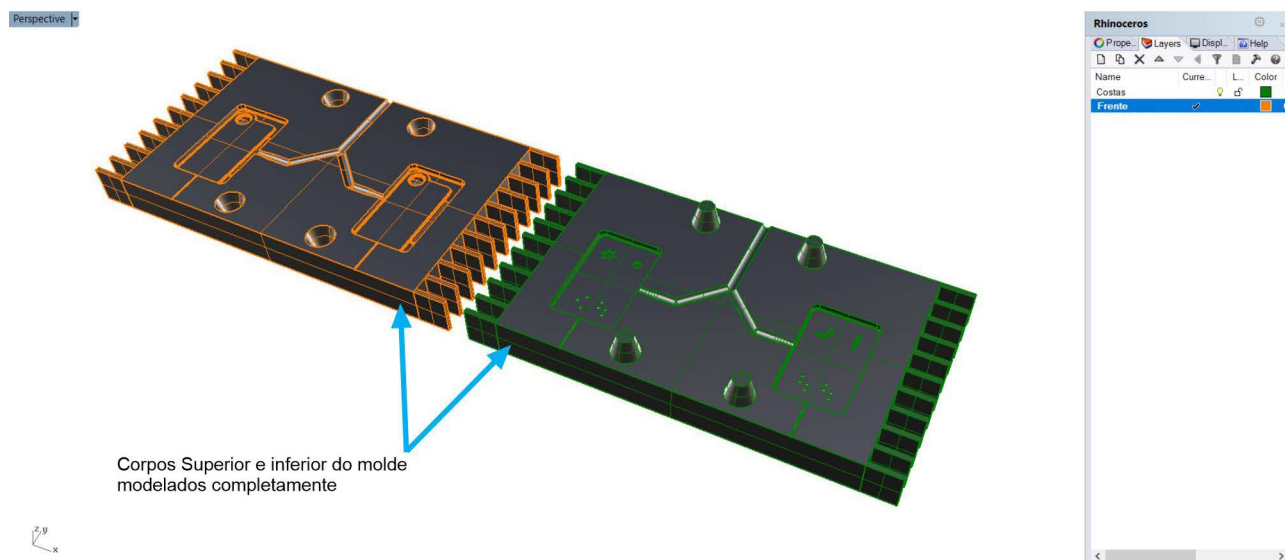
O modelo 3D criado em um *software* de modelagem é exportado com a extensão STL (*stereolithography*), que, por sua vez, é reconhecida pelo fatiador, permitindo a materialização do

**Figura 13** – Modelagem do molde, 6º passo



**Fonte:** Os autores (2021).

Figura 14 – Modelagem do molde, 7º passo



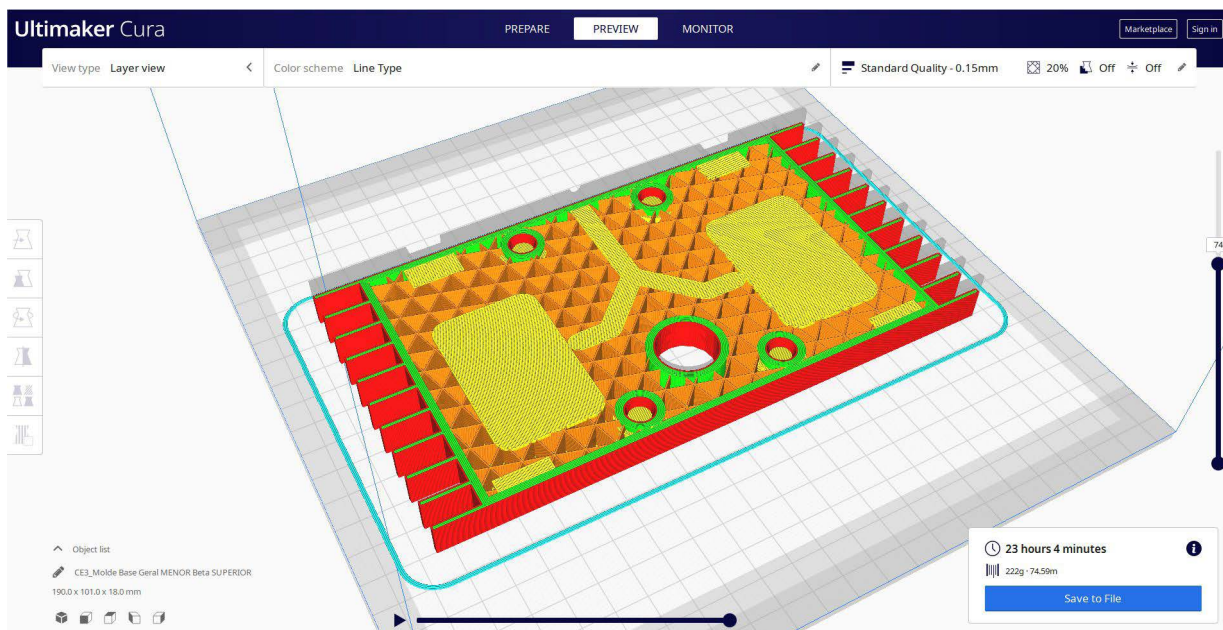
Fonte: Os autores (2021).

modelo 3D digital em um objeto físico. No *software* fatiador, são definidos os parâmetros de impressão, como a espessura das paredes, da base e do topo da peça, o preenchimento (*infill*), o modelo e a distância dos elementos de preenchimento na parte interna da peça; identificando, também, se a peça criada precisa de suporte<sup>1</sup> para sua impressão. Alguns recursos são necessários para auxiliar na fixação do modelo na mesa durante o processo de impressão, como por exemplo o *brim*, semelhante a uma base ao redor da peça, para criar maior aderência com a mesa da impressora; e o *skirt*, um perímetro separado da peça onde a máquina começa a impressão para regularizar o fluído e depois iniciar a impressão da peça. Além disso, também deve ser considerada a velocidade nos distintos momentos da impressão e a temperatura de impressão do bico (*hotend*) e da mesa durante o processo de impressão.

1 Suportes são elementos adicionais à peça em si que ajudam a sustentá-la enquanto é impressa.

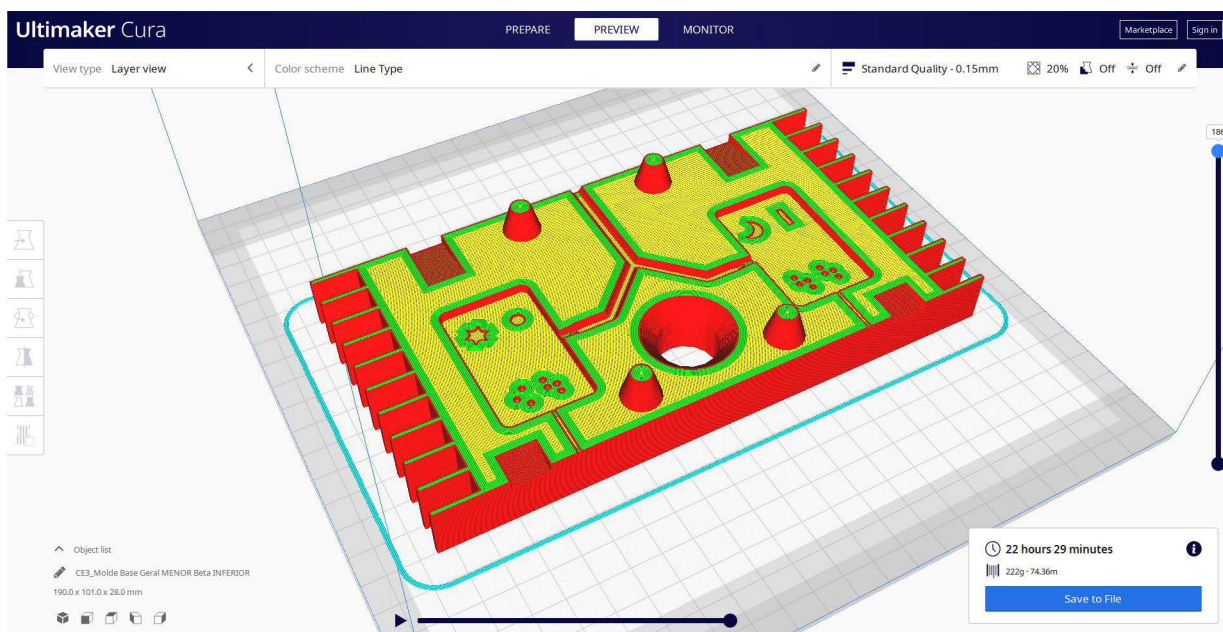
Os distintos parâmetros são selecionados no *software* fatiador, sendo esse encarregado por dar uma estimativa do tempo e do material gastos na impressão da peça. Na figura 15, conseguimos visualizar a interface do fatiador, o tempo estimado, a quantidade de material a ser gasto, as distintas camadas a serem realizadas, o *infill* (cor laranja), as paredes externas (vermelho), as paredes internas (verde) e as bases (amarelo). A imagem retrata um momento intermediário do processo de impressão, sem a impressão estar totalmente concluída; por isso consegue-se visualizar o *infill*, elemento que, quando concluído, faz com que a impressão fique interna à peça. O *software* recebe o nome de “fatiador” porque a impressora vai depositando camada após camada (*layer*) de material, como se, de fato, se tratassem de fatias dispostas umas sobre as outras, para, no final, conseguir-se um produto homogêneo (figura 15).

Figura 15 – Preparação para a impressão 1



Fonte: Os autores (2021).

Figura 16 – Preparação para a impressão 2



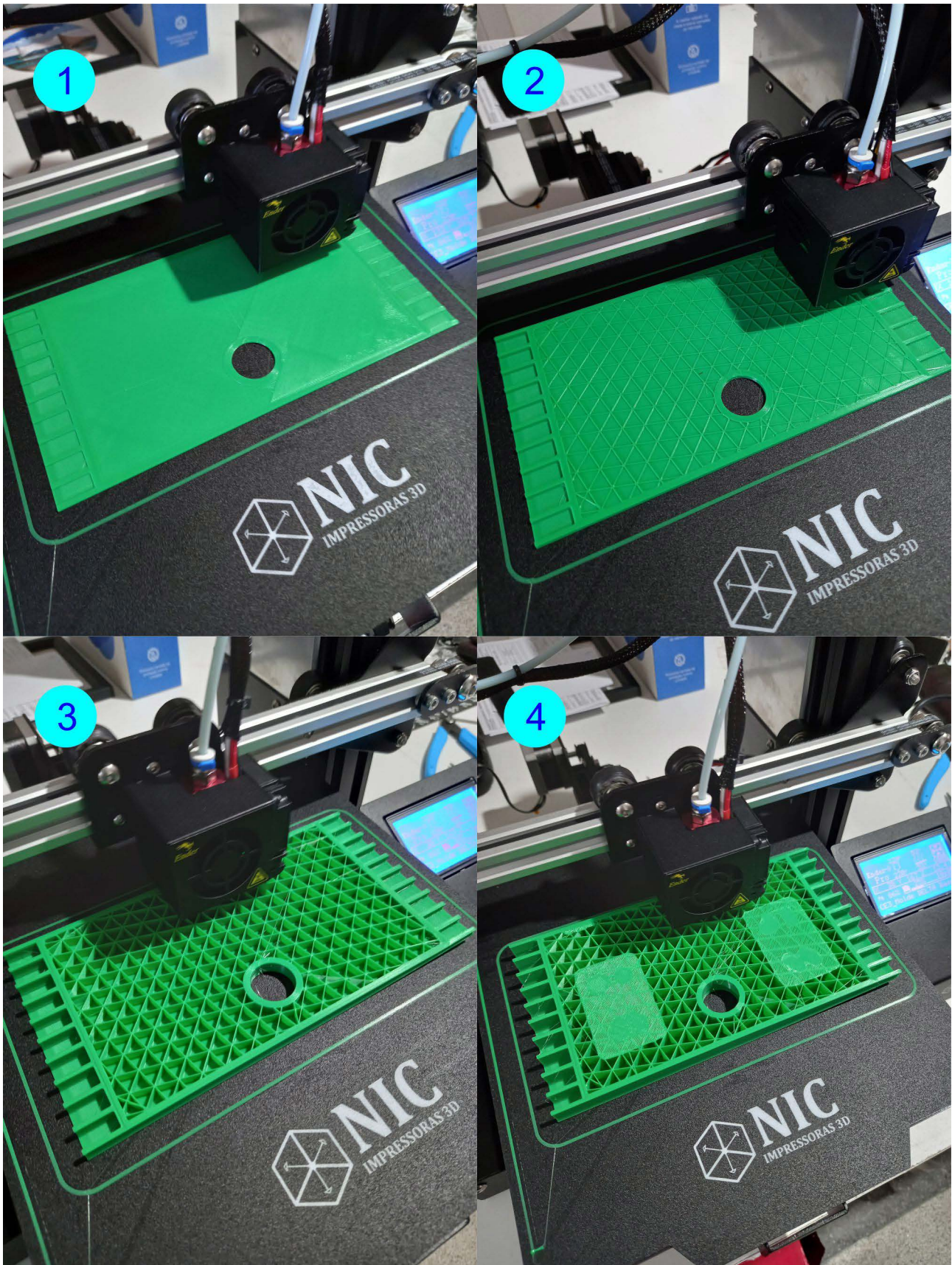
Fonte: Os autores (2021).

Na figura 16, dentro da interface do fatiador, pode-se visualizar a peça concluída e pronta para sua impressão, com as cores diferenciando os elementos. Essas cores podem aparecer como na imagem abaixo ou podem ser desprezadas, como quando já se tem uma experiência muito maior com o uso da ferra-

menta, virando uma imagem monocromática. A seguir, será mostrada uma série de imagens do processo de impressão do molde, separado por etapas.

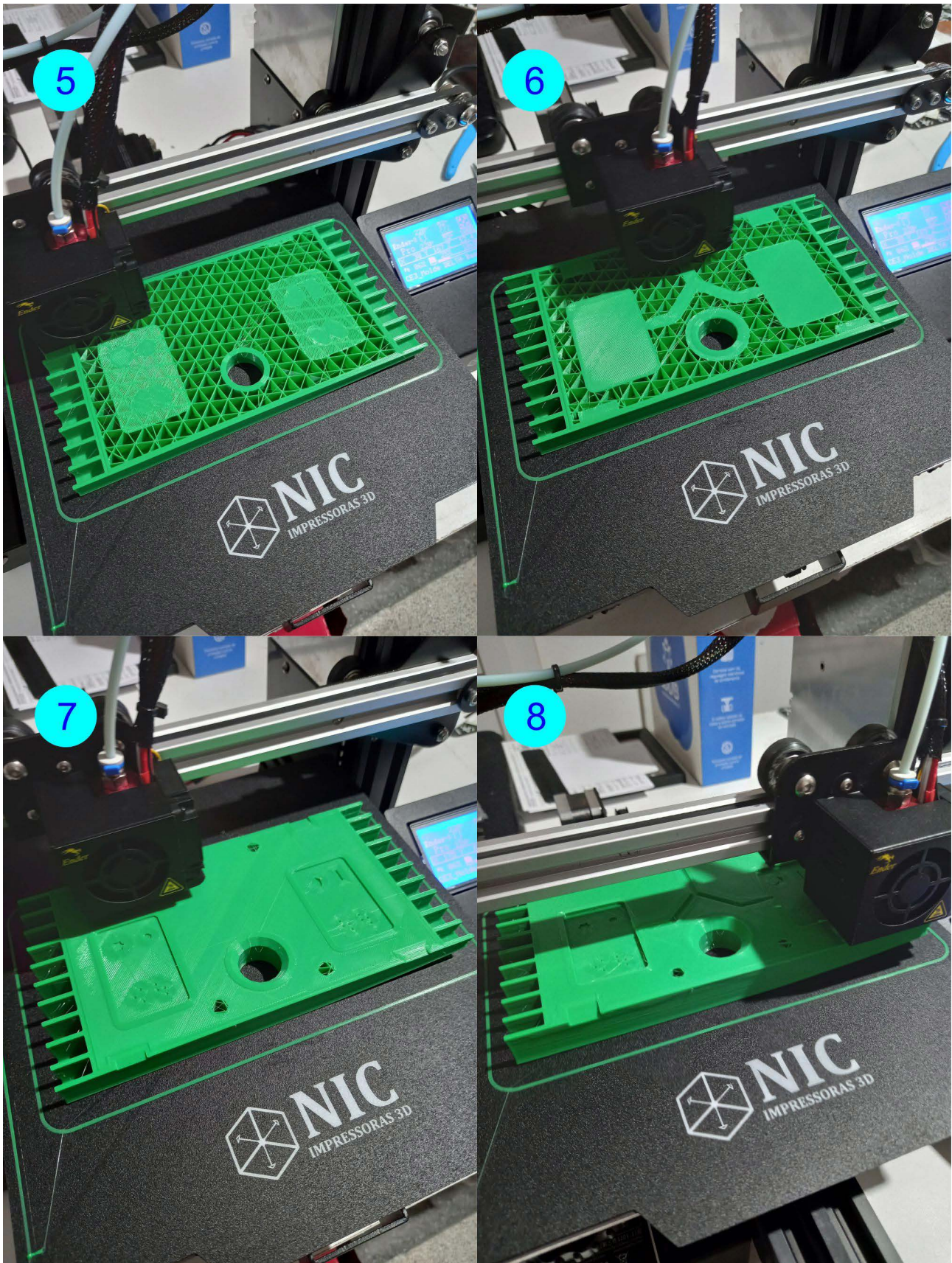
Processo de impressão do molde na impressora 3D (figuras 17 a 19).

Figura 17 – Processo de impressão 3D



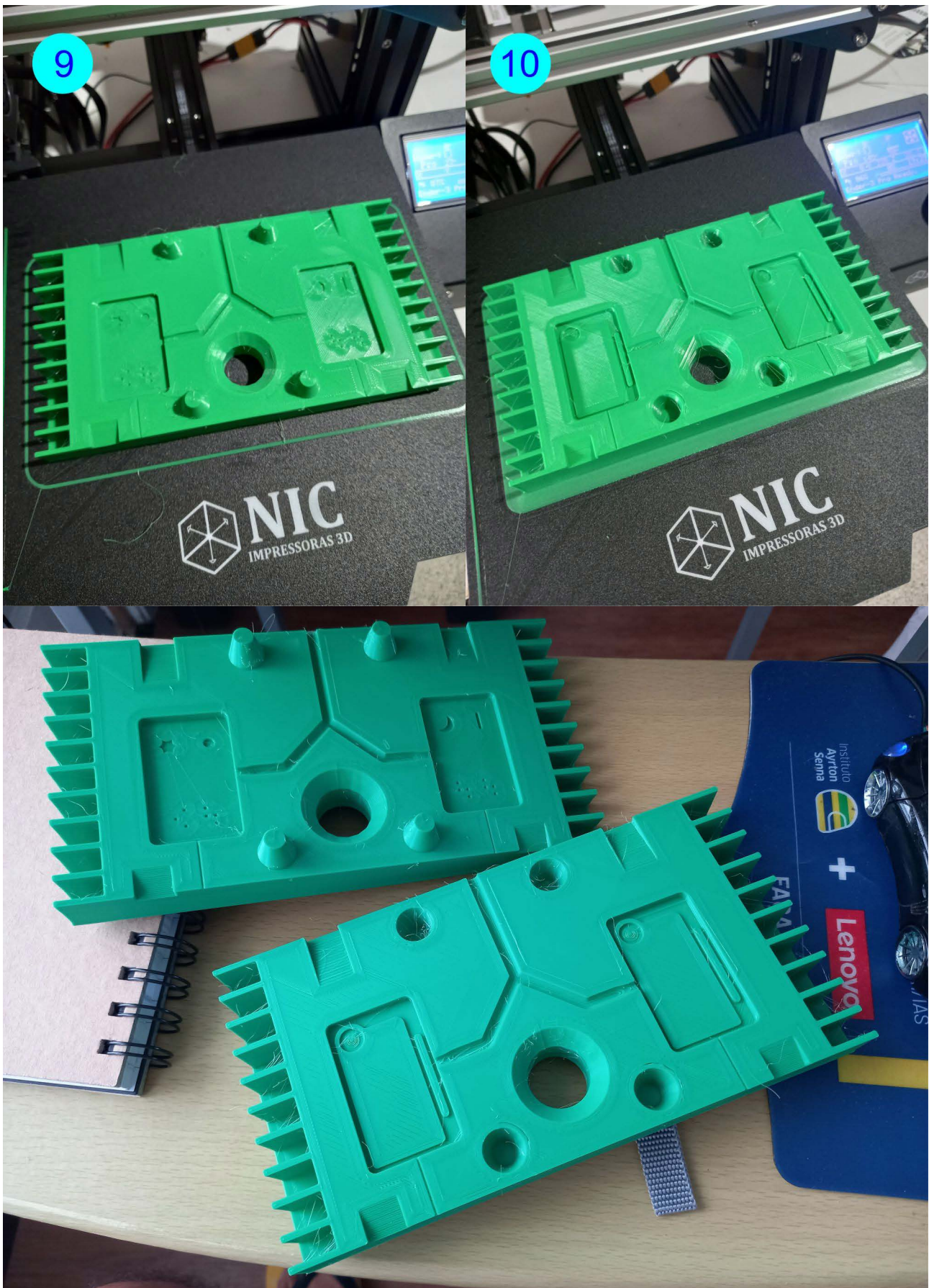
Fonte: Os autores (2021).

Figura 18 – Processo de impressão 3D



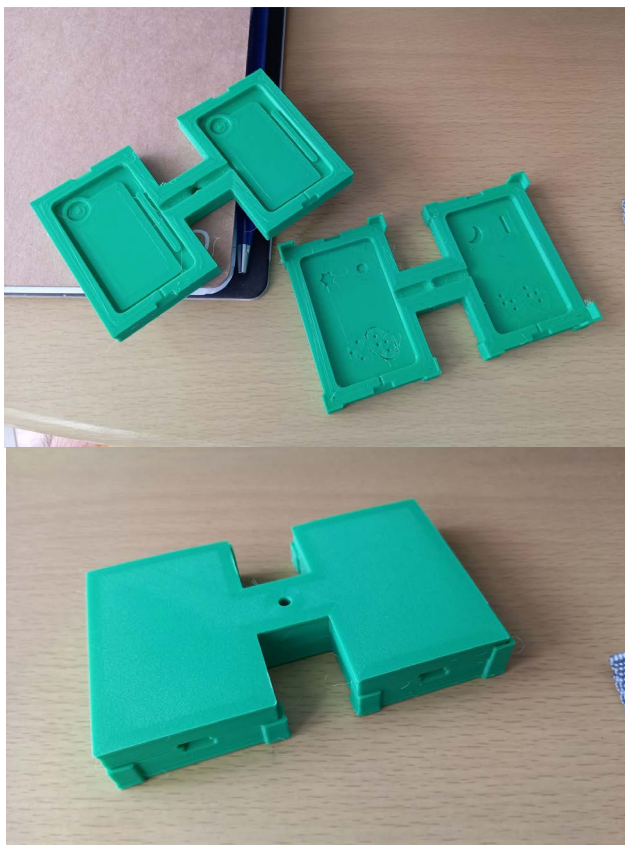
Fonte: Os autores (2021).

Figura 19 – Processo de impressão 3D



Fonte: Os autores (2021).

**Figura 20** – Molde impresso em impressora 3D



**Fonte:** Os autores (2021).

O molde apresentado na figura 20 foi criado como uma opção alternativa ao primeiro molde, economizando material para posteriores testes, com o intuito de saber a quantidade mínima de material para a confecção do molde sem interferir no seu funcionamento.

Mesmo com os resultados, ocorreram algumas dificuldades no decorrer da pesquisa, sendo as principais: (i) a pandemia de Covid-19, que limitou o acesso ao laboratório Grea3D para a execução de testes; e (ii) as máquinas não chegaram em tempo útil para serem utilizadas em nosso processo de experimentação e produção. Com o desfecho citado anteriormente, recorreu-se emergencialmente à impressão dos elementos para visualizar-se o protótipo de como ficaria o resultado. Nas figuras 21 e 22, mostra-se o protótipo realizado:

**Figura 21** – Impressão 3D, projeto (frente)



**Fonte:** Os autores (2021).

**Figura 22** – Impressão 3D, projeto (verso)



**Fonte:** Os autores (2021).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Graças à caminhada de vários anos no curso de Expressão Gráfica, que propiciou o uso de ferramentas gráficas digitais e mecânicas, foi possível a criação do projeto mediante um *software* de modelagem 3D. Essa ferramenta permitiu passar de um projeto de curta duração para a confecção de outro projeto com validade superior. Além disso, tivemos a sua realização valendo-se de uma impressora 3D para materializar um conceito abstrato e transformá-lo em um artefato físico.

Quanto à produção do projeto em material Pead reciclado, sabe-se, a partir da experiência na oficina de botões impressos e das atividades de monitoria do laboratório Grea3D, do Departamento de Expressão Gráfica (DEG), que é possível a fabricação dos produtos nesse tipo de plástico com o auxílio de moldes impressos em 3D.


Devido às limitações impostas pela pandemia de Covid-19, as etapas de teste utilizando o equipamento final (injetora manual de plástico) e o material reciclável (Pead) infelizmente não puderam ser concluídas, abrindo-se, portanto, a possibilidade de experimentações e desdobramentos futuros. Dessa forma, no atual momento, este estudo está em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em *Design* da UFPE, por meio de uma pesquisa de mestrado que objetiva não apenas contribuir para o desenvolvimento de produtos reciclados a partir da reutilização de plásticos descartados, mas também demonstrar o potencial da utilização de ferramentas de fabricação digital — como a impressão 3D — para a produção de soluções personalizadas e de baixo custo, a exemplo do molde para produção de modelo didático apresentado nesse capítulo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao apoio da Propeq-UFPE, pela bolsa concedida ao aluno Mário Ruiz Manrique, e da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Facepe), através do processo nº APQ-0581-6.12/21, que possibilitou a aquisição das máquinas *precious plastic* (tritadora, injetora e prensa) para viabilizar as etapas desse experimento.

## REFERÊNCIAS

- MANRIQUE, M. R. *et al.* Plástico precioso: prototipagem rápida e reciclagem de resíduos de manufatura aditiva. In: SIMPÓSIO DESIGN SUSTENTÁVEL, 7., 2019, São Paulo. *Anais* [...]. São Paulo: Blucher Design Proceedings, 2019. p. 1-12. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/7dsd/2.2.036.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- SENIR. Embalagem Pead. *Senir*, Nova Odesa, 2003. Disponível em: <https://www.senirembalagens.com.br/embalagem-pead>. Acesso em: 28 out. 2022.
- STEELE, J. *Arquitectura y revolución digital*. Tradução: Jean Escofet. São Paulo: Editora Gustavo Gilli, 2001.



# Atividades de extensão na área do design para um grupo de artesãos da Associação dos Artesãos de Pernambuco

Auta Luciana Laurentino

2

## INTRODUÇÃO

Apresentamos neste capítulo um projeto de extensão que vem sendo executado pelo Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e pela Associação dos Artesãos de Pernambuco (Associape), sendo esse projeto denominado *A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco* e cadastrado pela primeira vez em 2017, por meio do Edital de Fluxo Contínuo para Registro de Ações de Extensão da UFPE, e, em seguida, nos anos de 2018, 2019 e 2020. Em todas as edições do projeto, nosso objetivo foi o de promover a troca de experiências e técnicas na área da produção artesanal, junto às tecnologias digitais, entre professores e alunos de Expressão Gráfica e os artesãos da Associape. Além desse objetivo geral, estabelecemos como objetivos específicos: (i) a capacitação dos discentes do curso de Expressão Gráfica para o uso das tecnologias digitais, através da impressão 3D e do corte a *laser*; (ii) o envolvimento das artesãs no desenvolvimento de moldes, gabaritos, ferramentas e acessórios para o grupo da Associape, a partir do uso dessas tecnologias digitais; e (iii) o assessoramento pela equipe no que diz respeito ao processo de criação de novas peças artesanais e à melhoria de produtos já existentes.

A Associape, cujas atividades foram iniciadas em março de 1999, abrange associados de toda a Região Metropolitana do Recife (RMR), sendo sua sede localizada no bairro do Cordeiro, em Recife-PE. A associação surgiu a partir da necessidade de um grupo de pessoas com diversas habilidades manuais, que uniu forças para conseguir promover parcerias institucionais e obter visibilidade no mercado através do apoio para capacitações e participações em feiras locais, regionais e nacionais, principal-

mente com o objetivo de fortalecer um grupo de artesãs que desejavam, de alguma forma, oficializar o seu trabalho e possibilitar a geração de renda para suas famílias. Muitas dessas associadas têm como grau de escolaridade o Ensino Médio e o Ensino Básico, como também o Superior completo.

A diversidade de materiais empregados por esse grupo é grande e neles podemos encontrar produtos desenvolvidos em madeira, papel, metal, linhas e aviamentos (aplicados a trabalhos manuais como crochê, bordados e costuras), tecido, vidro, sucatas, parafina etc., com as mais variadas técnicas. Os principais produtos são: jogos para cozinha, quarto e sala; peças decorativas; esculturas; *souvenirs*; bonecas; quadros; jarros; bolsas; carteiras; bijuterias; *nécessaires*; almofadas; luminárias; lembranças infantis; peças em porcelanas etc. Essa associação não possui espaço físico fixo para vendas — como uma loja, por exemplo; no entanto, as artesãs participam de uma feira mensal na pracinha de Casa Forte, com o apoio da Prefeitura do Recife (LAURENTINO, 2016).

A associação busca promover a capacitação e profissionalização das suas artesãs e, com isso, nos últimos anos, conseguiu parcerias importantes junto ao Governo do Estado de Pernambuco e ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). Dessa maneira, o grupo já participou de várias palestras e cursos focados em sua produção, dos quais podemos citar como exemplos cursos e oficinas de *design*, planejamento de custos, montagem de planos de negócios, vitrinismo, fotografia e muitos outros. Com 23 anos de atuação, hoje a Associape tem clientes em todo o território nacional, além de contar com integrantes com perfil empreendedor e que têm interesse em aprender e experimentar novos recursos e repassar suas técnicas manuais.

É com interesse nessas técnicas manuais, que sobrevivem há séculos e alimentam nossa cultura até os dias atuais, que temos uma parceria através de projetos de extensão, com a finalidade de promover uma troca de experiências entre o saber popular e as novas tecnologias utilizadas, na academia, pelos nossos docentes e discentes.

A produção artesanal é relevante para o nosso estado e país, pois, de acordo com dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2006), em consonância com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, existem cerca de nove milhões de pessoas que vivem do artesanato<sup>1</sup> no Brasil. O setor de artesanato corresponde a 2,8% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

Trabalhamos com demandas que envolvem a produção artesanal e o *design* desde 1998, e, nesta nossa experiência, vimos de perto o quanto as mulheres são protagonistas nesse setor produtivo. Dessa maneira, a fabricação artesanal é um campo que nos fornece dados e reflexões sobre questões de gênero, organização social, estratégias criativas de subsistência, manutenção da cultura, distribuição de renda e outras características pertencentes às relações sociais de um grupo, comunidade ou região, que, por sua vez, não seriam possíveis de se entender apenas com o estudo da produção e consumo de produtos industrializados.

Para o desenvolvimento deste projeto, no que diz respeito aos conceitos sobre as tecnologias digitais atuais, temos a fabricação digital (FD) e a prototipagem rápida (PR) a partir da impressão 3D e do corte a *laser*. Dessa maneira, tra-

---

1 Trata-se de um “[...] sistema que funciona como um grande banco de dados, onde é possível enviar ativos digitais, contratos e arquivos sem intermediários, e de qualquer lugar do mundo” (CASTRO, 2022, n. p.).

zemos a definição da FD a partir da pesquisa de Pupo (2009), quando esta afirma ser muito clara a revolução que a era digital vem provocando no processo de concepção e produção de um projeto. Essas mudanças puderam ser percebidas a partir da introdução dos sistemas CAD/CAM na Arquitetura, por exemplo, e, mais recentemente, a sua aplicação para a FD, que, a partir da utilização de códigos, permite desde a produção de um modelo impresso até a construção de um projeto em sua etapa final, em três dimensões. Quanto à PR, que possibilita a produção de peças bidimensionais, consideramos-na uma ferramenta com grande potencial, pois permite a redução dos custos da produção e do tempo e o aumento da qualidade do produto final. Uma das características da aplicação dessas tecnologias é a não necessidade da produção de peças em larga escala, mas sim customizadas, ou seja, ter uma produção restrita à real necessidade.

Hoje, as universidades, institutos e empresas da iniciativa privada dispõem de laboratórios voltados para a pesquisa e para a produção de artefatos, por exemplo. Esses laboratórios são conhecidos como espaços *makers* e promovem projetos colaborativos e a partilha de equipamentos, de *softwares*, de ideias, de informações e de tecnologias, de maneira a estimular a experimentação em todo o processo criativo e viabilizar a inovação. Nessa conjuntura, atores da área da Educação vem percebendo que a inserção de espaços *makers* e tecnológicos em suas estruturas podem contribuir para o desenvolvimento de pesquisas em diversas atuações e setores. Pensando na formação dos nossos estudantes, Silva; Souza; e Teixeira (2020) defendem a aproximação dos jovens e dos professores em ambientes tecnológicos, em parceria com ambientes educacionais, por entenderem que se tratam de ambientes que trabalham competências e incentivam habilidades inovadoras.

Neste projeto, priorizamos a busca pela atualização dos processos produtivos e pela inovação e criatividade a serem aplicadas nas atividades realizadas através do *design*, com o intuito de promover resultados significativos nas ações atreladas às competências e experiências das artesãs, dos estudantes e dos professores.

## DESENVOLVIMENTO

A parceria com a Associape acontece desde 2015, junto ao DEG. Nessa ação de extensão, conseguimos circular nos espaços físicos da universidade e da associação que atendemos. Podemos afirmar, também, que, nesta parceria, realizamos encontros presenciais com uma produção prática muito intensa, a partir das necessidades indicadas por cada artesã. O assessoramento acontece desde a melhoria de um produto até a criação de uma nova peça, de sugestões na apresentação da produção, como a execução de materiais gráficos (figura 1) e de embalagens, até a fabricação de moldes, gabaritos, ferramentas e acessórios (figura 2).

Através das demandas desse grupo de artesãs, buscamos promover uma experiência prático-pedagógica envolvendo professores e estudantes da graduação em Expressão Gráfica. Esse intercâmbio vem sendo realizado através de uma metodologia participativa, concebida a partir da percepção de comunicação horizontal e participativa segundo Paulo Freire (1983), de forma a estimular a mudança de paradigmas sociais. Paulo Freire (1983) traz a comunicação como prática dialógica, ou seja, privilegiando o diálogo na comunicação entre agentes externos e integrantes de uma sociedade, acreditando na valorização do homem para suscitar mudanças no processo da transformação da realidade e crendo na troca de conhecimentos que se dão em ações de intervenção. Com

base nesses conceitos, estimulamos a interação entre o saber tradicional da nossa cultura, através das artesãs, e a aplicação concreta de ferramentas contemporâneas de FD e PR, para o desenvolvimento e a execução de artefatos artesanais. Temos encontros presenciais nos espaços do Laboratório Grea3D, na UFPE, e na sede da Associape. Com o grupo de mulheres, realizamos oficinas de *design*, repasse de técnicas, pesquisa de mercado, estudos e produção de protótipos.

Nas reuniões presenciais, que acontecem junto ao grupo, surgem as demandas, e, a partir de então, fazemos o nosso planejamento para o atendimento (figura 3). Esse atendimento pode acontecer com todo o grupo ou de maneira individual, sempre com dias e horários agendados nas duas formas.

A figura 1 apresenta, em primeiro lugar, a imagem de um produto que foi trazido por uma artesã, sendo seus produtos confeccionados com tecido. Nesse exemplo, sugerimos melhorias no processo de produção, de maneira que reduzissem o tempo de produção e a quantidade de materiais. A artesã também precisava de uma marca para a sua linha de produção, assim, desenvolvemos a *Joaninha Artes* e suas aplicações. Além disso, ainda no conjunto de imagens a seguir, trazemos uma outra marca, redesenhada, para uma produção de perfumes e sabonetes artesanais, como também uma terceira marca, a ser aplicada na produção de cadernos artesanais (figura 1).

Uma das grandes necessidades do grupo gira em torno da melhoria da produção. Dessa maneira, a partir das tecnologias digitais disponíveis no laboratório Grea3D, o uso da impressão 3D e do corte a *laser* têm possibilitado o desenvolvimento e a melhoria de alguns moldes, gabaritos, régua, ferramentas e

Figura 1 – Produtos artesanais e as marcas desenvolvidas com as suas aplicações



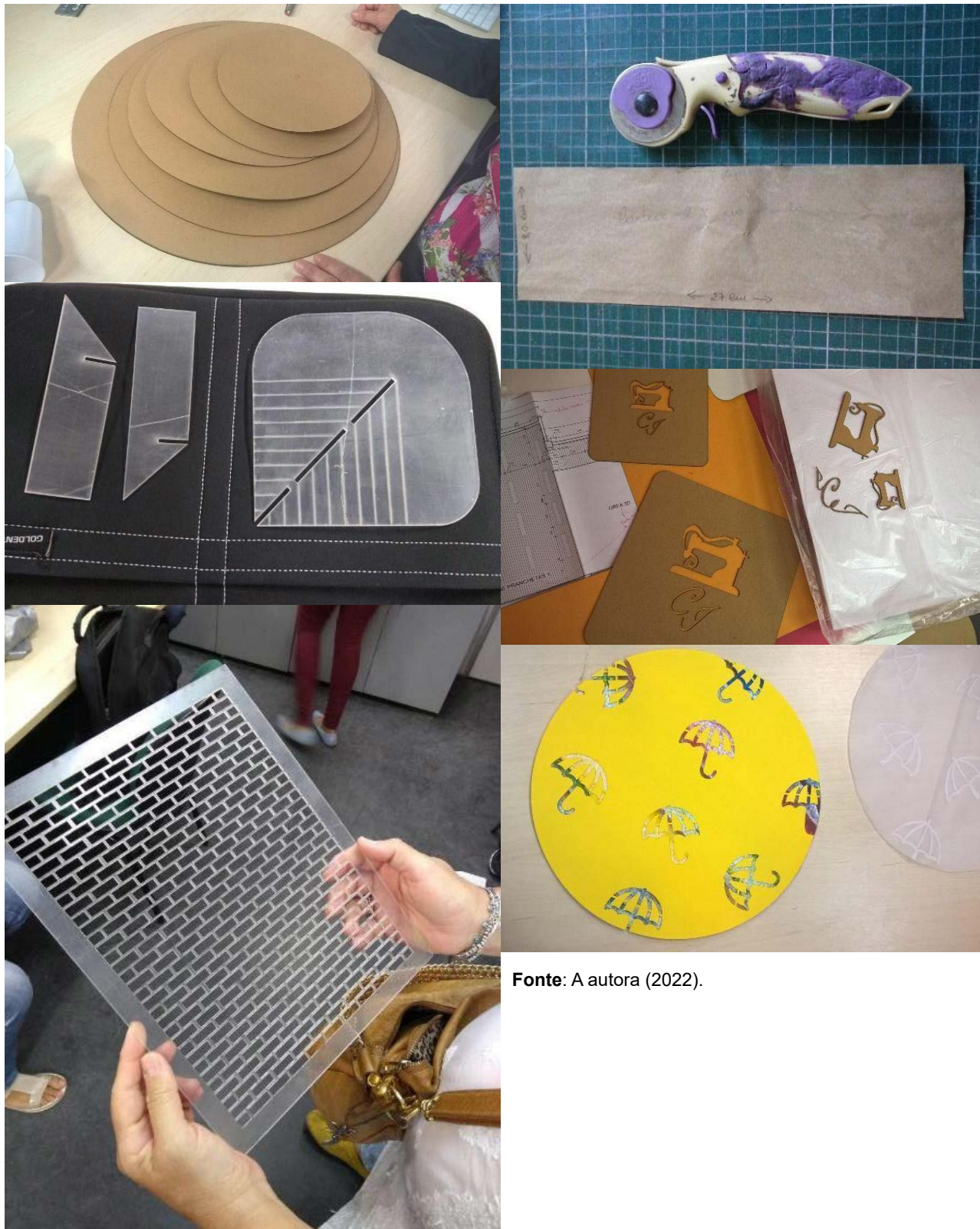
Fonte: Rockwell

Fonte: A autora (2022).

acessórios para as artesãs. Na figura 2, apresentamos a produção de gabaritos (*stencil*), de moldes e de régulas, nos formatos solici-

tados pelas artesãs. Para a confecção desses artefatos, foram utilizados papel guache, papelão pinheiro e chapas de acrílico (figura 2).

**Figura 2** – Moldes, gabaritos, régulas e acessórios desenvolvidos para as artesãs



**Fonte:** A autora (2022).

Já na figura 3, temos imagens gráficas vetorizadas que foram aplicadas para o corte a *laser* dos moldes e gabaritos apresentados anteriormente, como também a produção de acessórios para incremento em bolsas de tecido. Trazemos a imagem de um selo que foi desenvolvido para a Associape, com a finalidade de validar os produtos dessa associação e estabelecer uma estratégia do grupo para a divulgação e vendas (figura 3).

Além disso, realizamos oficinas de *design*, com foco no desenvolvimento de produtos (figura 4). A

realização das oficinas aconteceu tanto na sede da associação quanto no laboratório do Grea3D. Nessa atividade, buscamos trabalhar com a inserção de temas culturais do nosso estado e tratamos das características das peças, explorando o uso das cores, das proporções, das dimensões, do emprego dos materiais, dos acabamentos e de outros aspectos que envolvem os artefatos ligados à produção artesanal (figura 4).

Dentre as atividades que desenvolvemos junto ao Associape, temos o acompanhamento na

**Figura 3** – Imagens vetorizadas e corte a *laser*



Fonte: A autora (2022).



participação em eventos. Destacamos a presença desse grupo em todas as edições da Feira Nacional de Negócios do Artesanato (Fenearte), realizada no Centro de Convenções da cidade de Olinda-PE. As artesãs pensaram em todos os aspectos e atributos do estande, como o *layout*, a seleção dos produtos, a maneira de expor as peças, a sinalização, os suportes e outros detalhes. Abaixo, temos imagens do estande e de uma placa cortada a *laser* no Grea3D, para a sinalização nesse evento (figura 5). Nessa atuação do DEG através de ações de

extensão, dedicamos o acompanhamento às integrantes da Associape por temos interesse em produzir pesquisa na área da produção artesanal e por entendermos o quanto é importante e rica a experiência para os alunos em se depararem com problemas reais que existem no cotidiano das pessoas externas à UFPE, buscando, a partir dessa experiência, encontrar soluções. Essas atividades incentivam o alunado a colocar as teorias e conhecimentos em prática, o que é fundamental para a formação acadêmica nas perspectivas profissional e pessoal.

**Figura 4** – Reuniões e oficinas no Grea3D e na sede da Associape



**Fonte:** A autora (2022).

Figura 5 – Participação em eventos



Fonte: A autora (2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados das ações de extensão aqui expostas, podemos considerar que os projetos de assessoramento conseguem gerar alguns impactos nos âmbitos social, tecnológico e econômico para o grupo. Apontamos como impacto social a integração entre universidade e sociedade a partir do acesso à cultura, aos formatos de produção e aos conhecimentos acadêmicos, ao mesmo tempo em que temos a oportunidade de trocar experiências entre os atores envolvidos. Além disso, também buscamos proporcionar, com a realização dessas ações, a formação integral dos estudantes, em sua maioria voluntários, a partir de uma experiência prático-pedagógica com a finalidade de desenvolver um pensamento voltado para a resolução das necessidades sociais, para a pesquisa e extensão.

Ao tratar dos impactos tecnológicos, conseguimos apresentar ao grupo das artesãs os processos tecnológicos através da FD e da PR, garantindo a inovação no processo produtivo desse grupo. Com isso, apresentamos as tecnologias digitais para o público atendido nesse projeto, de maneira a desmistificar o seu uso e acesso. Além desses resultados, possibilitamos a materialização de artefatos por meio da FD e da PR, com a finalidade de trazeremos mudanças na formação de pessoas com conhecimentos diversos, abordando conteúdo para preparar os estudantes e cidadãos para os desafios do futuro. Quanto aos impactos econômicos, buscamos melhorar as etapas de produção junto às artesãs, com o objetivo de garantir soluções em vários aspectos do processo produtivo, inclusive o econômico. Assim sendo, esse projeto visa ao estímulo à melhoria da geração de renda para um grupo de mulheres artesãs.

Podemos apresentar, como resultado das ações junto à Associape, a criação de novos produtos para algumas artesãs, a melhoria de peças existentes para outras e a construção de moldes, gabaritos, ferramentas e acessórios como auxílio na atividade desse público durante a execução dos seus artefatos, empregados nas mais variadas técnicas, materiais e temas. Em relação aos estudantes, estes aprenderam o uso de *softwares* computacionais, técnicas de *design*, uso das tecnologias relacionadas à impressão 3D e ao corte a *laser* e planejamento de tempo e de materiais, além de terem a oportunidade de desempenhar uma comunicação efetiva com o público-alvo, de saber resolver problemas e de pensar em demandas que envolvam a sua área de estudo, como a Geometria, que é o tema principal na formação de um licenciado em Expressão Gráfica.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os estudantes que se envolveram nas nossas atividades de extensão: Sarah Diniz, Yuri de Macedo, Gabriel Varela e Polyana Tarquinio. Também agradecemos à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc), pelo apoio nas ações, aos docentes parceiros do laboratório do Grea3D e ao DEG, pelo apoio e incentivo nessa empreitada.

## REFERÊNCIAS

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?* 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Informações sobre o setor de serviços no Brasil (2007). *Gov.br*, Brasília, 2007. Disponível em: [www.mdic.gov.br/sitio/interna](http://www.mdic.gov.br/sitio/interna). Acesso em: 28 out. 2022.

LAURENTINO, A. L. *Idea: um modelo de gestão do design aplicado à produção de artefatos artesanais*. 2016. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/24252>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Dados sobre o Produto Interno Bruto brasileiro. *Gov.br*, Brasília, 2006. Disponível em: [www.mte.gov.br/noticias/conteudo/10689.asp](http://www.mte.gov.br/noticias/conteudo/10689.asp). Acesso em: 28 out. 2022.

PUPO, R. T. *Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino da arquitetura*. 2009. 240 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/442574>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SILVA, L. S.; SOUZA, R. K.; TEIXEIRA, C. S. Espaços makers educacionais: conectando inovação, ensino e aprendizagem. *VIA Revista*, Florianópolis, v. 4, n. 8, p. 30-33, 2020. Disponível em: <https://via.ufsc.br/>. Acesso em: 28 out. 2022.



# Do material ao virtual: exposição de cartazes da Licenciatura em Expressão Gráfica por vários formatos

Auta Luciana Laurentino

3

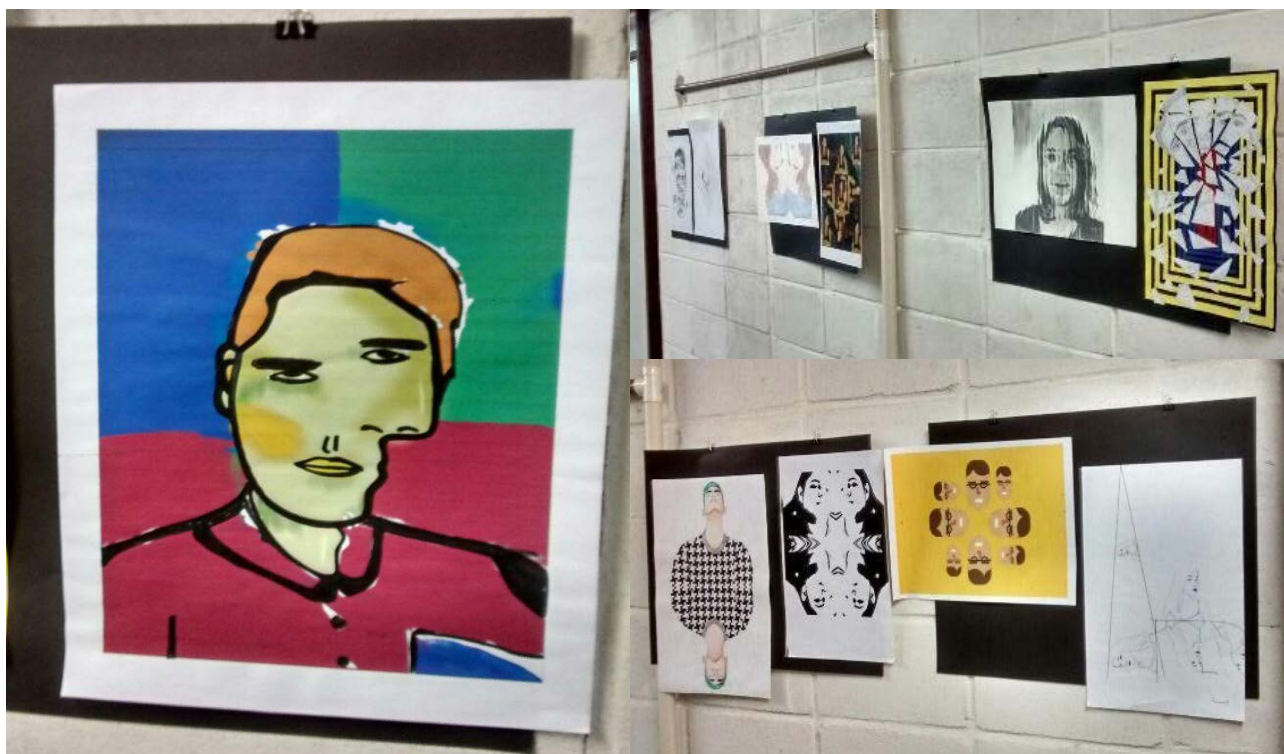
## INTRODUÇÃO

A ação de extensão intitulada *Do material ao virtual: exposição de cartazes da Licenciatura em Expressão Gráfica por vários formatos* se trata de uma ação iniciada no ano de 2015, a partir da qual buscou-se realizar a apresentação das imagens desenvolvidas pelos estudantes na disciplina de *Desenho aplicado às Artes Visuais* do curso de Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG), que se encontra no Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE). Encontramos nessa atividade uma maneira de estimular a criatividade e o compromisso dos discentes, além de inseri-los em uma atividade de extensão universitária. A partir disso, os resultados são expostos após a produção feita durante as aulas, nas orientações e nas produções materializadas em papel ou digitalmente. Todas as edições das exposições da LEG estão regis-

tradas no Sistema de Informação e Gestão de Projetos (Sigproj).

Para contextualizar, apresentamos um resumo das edições realizadas de 2015 a 2022. Em 2015, realizamos a primeira edição da Exposição de Cartazes da LEG (figura 1). O tema proposto foi *a representação de autorretratos* e, a partir dele, montamos a amostra no corredor do Departamento de Expressão Gráfica (DEG). Já em 2016, de maneira mais organizada, registramos o evento no Edital 01/2016 de Fluxo Contínuo de Registro das Ações de Extensão, tendo envolvido 7 estudantes e sido realizado no período de 23 de agosto a 4 de outubro de 2016, na Biblioteca Joaquim Cardozo do CAC, que, por sua vez, disponibilizou o espaço físico *Cobogó* para a montagem da Exposição de Cartazes da LEG. Em sua segunda edição, o tema escolhido pela turma foi *cultura geek*, e 600 pessoas assinaram o livro de ata que disponibilizamos no evento (figura 2).

**Figura 1** – Imagens da primeira edição da Exposição de Cartazes da LEG, cujo tema foi *autorretrato*



Fonte: A autora (2022).

**Figura 2** – Imagens da segunda edição da Exposição de Cartazes da LEG, cujo tema foi *cultura geek*



Fonte: A autora (2022).

A terceira edição aconteceu em 2017 e foi registrada no Edital de Fluxo Contínuo para Registro de Ações de Extensão da UFPE, envolvendo 14 estudantes e tendo sido realizada no período de 14 de agosto a 14 de setembro de 2017, também na Biblioteca Joaquim Cardozo do CAC. Nessa edição, com tema sobre *sapatos e bicicletas*, 480 pessoas foram registradas no livro de ata (figura 3). No ano de 2018, com o tema *mitologia*, tivemos a quarta edição do evento, registrado no Edital 01/2018 Fluxo Contínuo - Registro das Ações de Extensão de 2018, envolvendo 11 alunos e tendo sido realizado no período de 21 de agosto a 25 de setembro de 2018. Novamente, a exposição foi montada na Biblioteca Joaquim Cardozo do CAC, no espaço físico *Cobogó*. Nessa edição, 456 pessoas registra-

ram suas assinaturas e comentários no livro de ata do evento (figura 4).

Também no formato presencial, realizamos a quinta exposição de cartazes, agora em 2019, com cadastro no Edital Registro de Cursos, Eventos e Serviços de Extensão 2019. Essa versão envolveu 17 alunos e foi realizada no período de 20 de setembro a 23 de outubro de 2019, em uma sala de vidro no *hall* do CAC, em que o tema escolhido pelos estudantes foi *animais de estimação* (figura 5). Nessa edição, 170 pessoas assinaram o livro de ata do evento. Em todas as versões presenciais da mostra dos cartazes, as ações foram voltadas para discentes, docentes, técnicos administrativos e visitantes internos e externos à comunidade acadêmica.

**Figura 3** – Imagens da terceira edição da Exposição de Cartazes da LEG, cujo tema foi *sapatos e bicicletas*



Fonte: A autora (2022).

**Figura 4** – Imagens da quarta edição da Exposição de Cartazes da LEG, cujo tema foi *mitologia*



Fonte: A autora (2022).

**Figura 5** – Imagens da quinta edição da Exposição de Cartazes da LEG, cujo tema foi *animais*



Fonte: A autora (2022).

Verificamos, com essa descrição, que, até a quinta edição, estávamos promovendo o evento no mesmo formato, com as peças gráficas impressas e expostas em um espaço físico do nosso centro. Porém, em 2020, deparamo-nos com a pandemia de Covid-19 e tivemos que começar a pensar em soluções diferentes para as nossas disciplinas e nossos projetos de pesquisa e de extensão. Dessa maneira, a edição de 2020, cadastrada no Edital 02/2020 de Registro de Cursos, Eventos e Serviços de Extensão, promoveu uma *perspectiva de casa, um olhar de dentro para fora* e passou a ser a primeira

Exposição Virtual da LEG. O tema escolhido pelo grupo foi a *representação de algum artefato de dentro de casa*.

Nesse contexto, o semestre denominado 2020.3 envolveu 8 estudantes na disciplina de *Desenho Aplicado às Artes Visuais* e contou com a monitoria de 2 licenciandos. A mostra foi iniciada no dia 20 de novembro, com previsão de encerramento para o dia 20 de dezembro de 2020, na plataforma da Behance, com a exposição ainda *on-line* (figura 6). Nesse formato, tivemos 626 visualizações até o dia 9 de maio de 2022.

**Figura 6** – Imagem da plataforma Behance, que hospeda a primeira edição da Exposição Virtual de Cartazes da LEG, com o tema *coisas de casa*



Fonte: A autora (2022).



Dessa primeira exposição virtual, surgiu um novo projeto que diz respeito a um desdobramento da proposta inicial e se intitula Arte com destino: cartões postais da Expressão Gráfica. O projeto foi cadastrado e aprovado por meio do Edital 08/2020 de Apoio à Pesquisa e Ações Artístico-Culturais da UFPE (2ª abertura), tendo sido realizado no período de 19 de março a 8 de setembro de 2021. Além disso, o projeto envolveu os mesmos estudantes e monitores e foi focado nos discentes, docentes, técnicos administrativos, familiares, instituições de ensino e visitantes que frequentam a UFPE. Nessa versão, conseguimos atender 8.130 pessoas e enviamos cartões postais para todo o território nacional (figura 7).

No ano de 2021, ainda com a pandemia decretada, continuamos a ministrar as aulas

de maneira remota. Com o objetivo de manter as ações de extensão na LEG e com a repercussão positiva que tivemos do público com a ação dos cartões postais, sugerimos a execução de mais um evento. Dessa vez, o apoio veio a partir do Edital 08/2021 - Edital Pibexc de Apoio Financeiro a Programas e Projetos de Extensão (2ª edição) e a ação foi realizada no período de dezembro de 2021 a junho de 2022, envolvendo 18 estudantes e tendo três formatos distintos: (i) a exposição virtual; (ii) a exposição física, no CAC; e (iii) a exposição *marketplace* de *non-fungible token* (NFT). Essa última apresentação permite a exposição e venda das artes em formato digital, a partir do uso de criptomoedas. Para Castro (2022, n. p.) e Barboza; Ferneda; e Sass (2021, p. 101), a definição de NFT significa:

**Figura 7** – Cartões postais enviados para o público do projeto



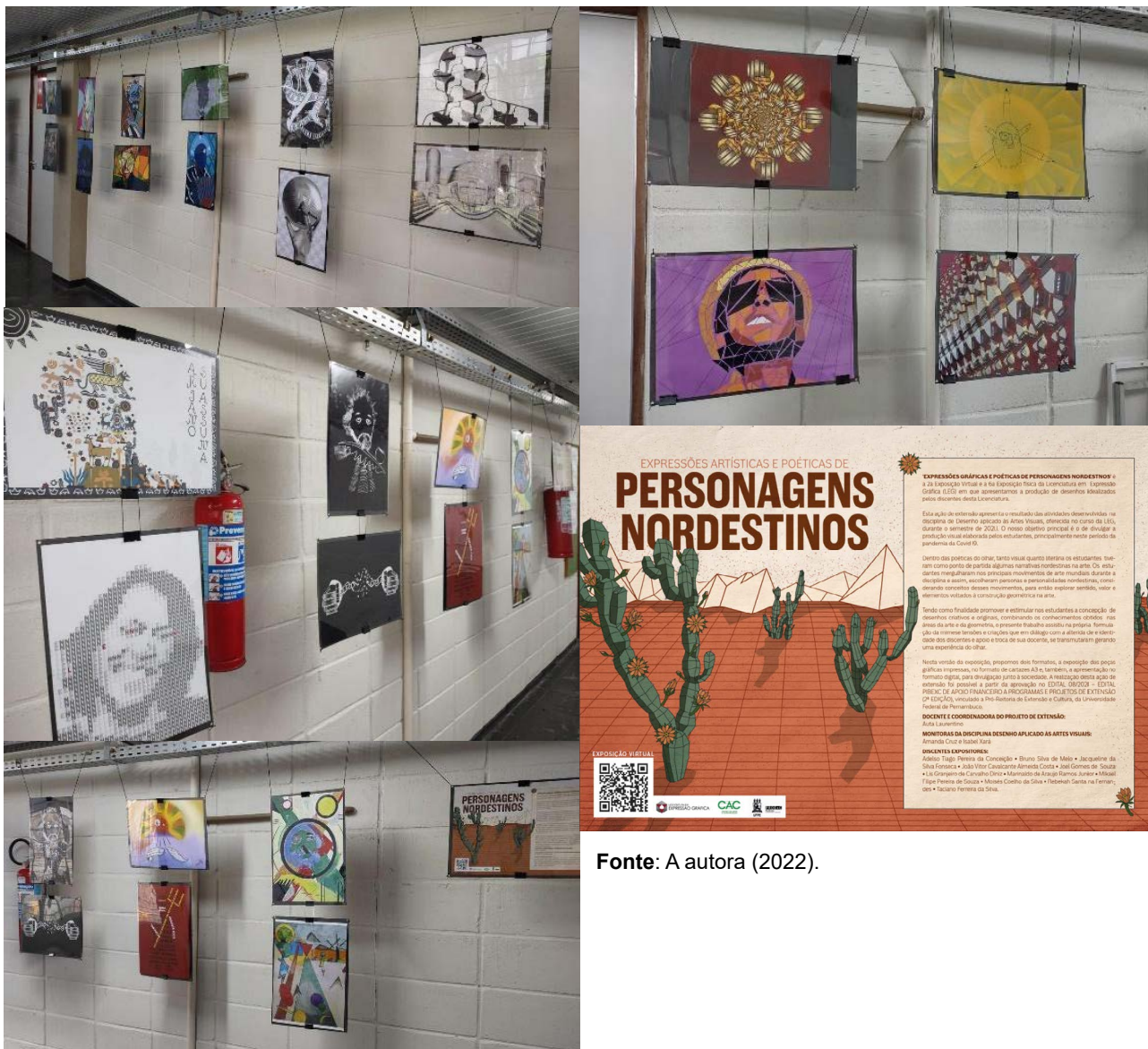
Fonte: A autora (2022).

**Figura 8** – Imagem da plataforma Behance, que hospeda a segunda edição da Exposição Virtual de Cartazes da LEG, tema *personagens nordestinos*



Fonte: A autora (2022).

**Figura 9** – Exposição física montada no CAC-UFPE e cartaz de divulgação



Fonte: A autora (2022).

NFT é uma sigla para *non-fungible token* – ou token não-fungível. De forma simplificada, o NFT é um código de computador que serve como autenticação de um arquivo. Em outras palavras, ele é a garantia de que o NFT é único (CASTRO, 2022, n. p., grifos do autor).

É o que hoje se denomina de Non-Fungible Token (NFT), que, por sua vez, é registrado em Blockchain. A partir dessa nova possibilidade de certificação e registro de obras intelectuais [...] (BARBOZA; FERNEDA; SASS, 2021, p. 101).

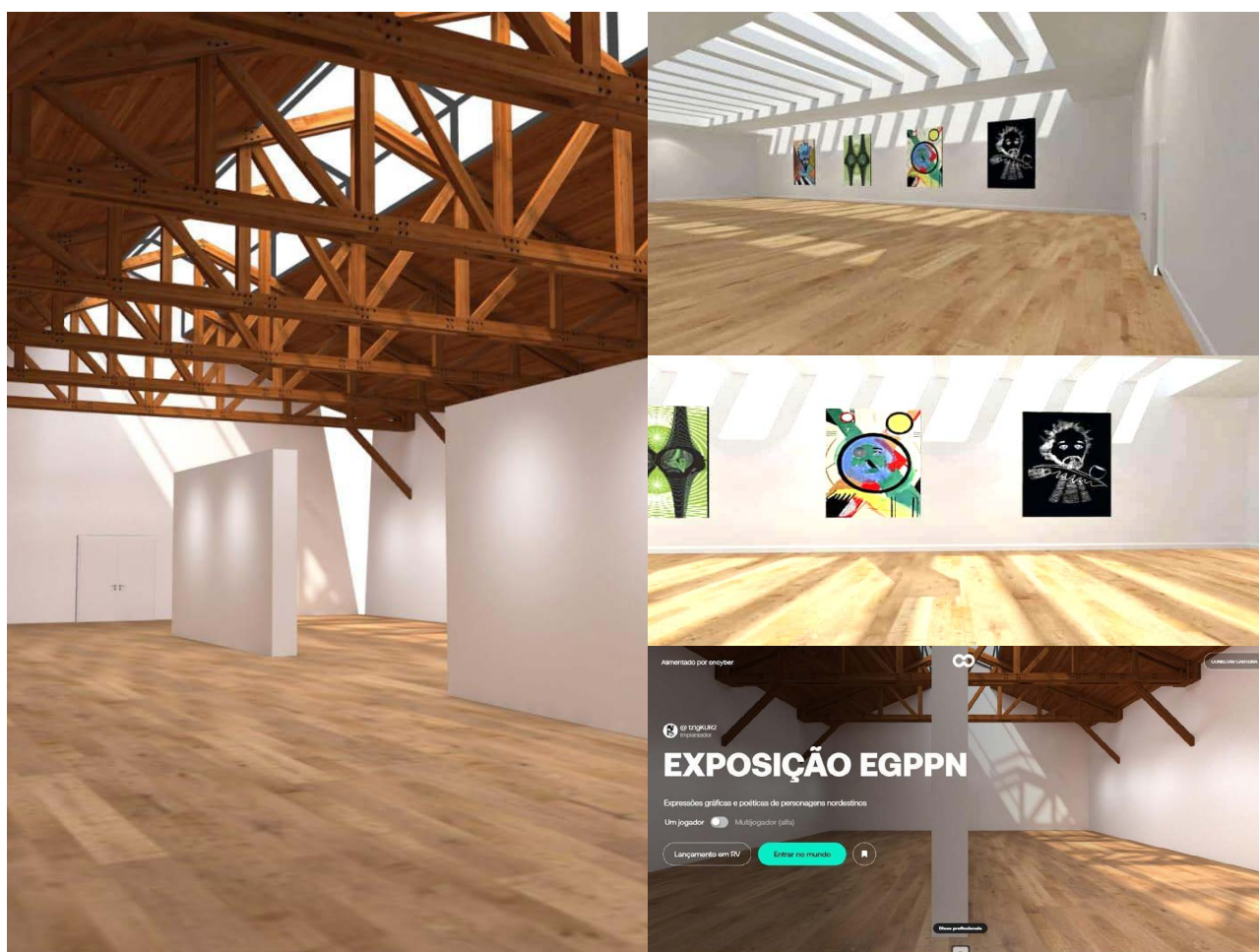
Nesse mundo digital, com a presença do avanço tecnológico, Barbosa; Ferneda; e Sass (2021, p. 108) explicam que “[...] as obras de arte, antes pintadas ou desenhadas

manualmente em telas, estão, gradativamente, dividindo – ou mesmo perdendo – espaço para as artes digitais (ou criptoartes)”. Assim sendo, estamos falando de um tipo de sistema que garante a autenticidade de uma obra, ou seja, certifica a autoria, além de preservar a quantidade e disponibilidade das obras no mercado.

Para a exposição virtual, mais uma vez utilizamos uma plataforma *on-line* (Behance) para a apresentação das peças gráficas, que contou com 525 visualizações até o dia 9 de maio de 2022 (figuras 8 e 9).

Conforme foi dito anteriormente, também apresentamos as peças gráficas em uma plataforma específica para a exposição e a venda

**Figura 10 – Marketplace de NFT da exposição**



Fonte: A autora (2022).

de artes, em um *marketplace* de NFT. Essa demanda partiu dos estudantes que tinham interesse em aprender sobre o funcionamento desse sistema no ambiente virtual e entendê-lo, assim como sua linguagem e características para expor uma arte digital. Assim, contratamos uma consultoria que orientou todo o processo para exposição das obras digitais através de tecnologia de *blockchain*<sup>1</sup>, criptomoedas e NFT (figura 10). Nessa consultoria, foram realizadas algumas atividades para implementação do *marketplace* de NFT, das quais citamos as principais: (i) definição da quantidade de alunos e obras; (ii) criação da carteira digital para cada aluno; (iii) criação dos perfis no *marketplace* de NFT; (iv) cadastro das obras no *marketplace*; (v) estruturação da exposição das obras; e (vi) criação de um plano de divulgação (figura 10).

## DESENVOLVIMENTO

Encontramos na extensão universitária um espaço para propor atividades que envolvam os nossos alunos e estimulem o seu desenvolvimento intelectual, cultural e social a partir da busca pela troca de conhecimentos e de experiências, a partir da identificação de demandas, da investigação de soluções e da capacidade de enxergar a relação entre o mundo acadêmico e a sociedade. Com esse entendimento, destacamos como aporte para as nossas ações dois objetivos apresentados na Política Nacional de Extensão Universitária:

7. Possibilitar novos meios e processos de produção, inovação e disponibilização de conhecimentos, permitindo a ampliação do acesso ao saber e o desenvolvimento tecnológico e social do País.

<sup>1</sup> Trata-se de um “[...] sistema que funciona como um grande banco de dados, onde é possível enviar ativos digitais, contratos e arquivos sem intermediários, e de qualquer lugar do mundo” (CASTRO, 2022, n. p.).

10. Estimular a utilização das tecnologias disponíveis para ampliar a oferta de oportunidades e melhorar a qualidade da educação em todos os níveis (FORPROEX, 2012, p. 10).

Com isso, afirmamos que procuramos incentivar a aprendizagem e o uso de tecnologias atuais na formação dos discentes da LEG, seja a partir da utilização de um *software* computacional, seja pelas tecnologias que dispomos no laboratório do Grea3D, em nosso departamento. Atrelado às tecnologias, trabalhamos no desenvolvimento de habilidades (técnicas, de criatividade e de planejamento), para que sejam aplicadas em projetos gráficos, projetos de produtos e em projetos voltados para a área da Educação a partir da resolução de problemas e de desafios.

No período 2015.1, ministramos pela primeira vez a disciplina *Desenho Aplicado às Artes Visuais*, realizada junto à turma do terceiro período da LEG. Nessa disciplina, tivemos a oportunidade de desenvolver exercícios visuais sobre alguns movimentos e processos artísticos, a exemplo do tratamento acerca da obra de Kandinsky, Escher e Picasso, bem como dos movimentos *Pop Art* e *Arte Conceitual* etc., além de experimentar atividades voltadas às transformações geométricas, proporção áurea, ladrilhamento e fractais, sugerindo a observação de elementos geométricos nas artes.

Inicialmente, ao pensarmos no projeto de extensão propondo a realização de exposições de cartazes da LEG, tivemos como objetivo geral apresentar a produção dos estudantes como resultado da disciplina *Desenho Aplicado às Artes Visuais*, da LEG. Assim, nos objetivos específicos, buscamos estimular o aluno a valorizar as atividades desenvolvidas no curso; fazer o aluno produzir, planejar e executar uma exposição de cartazes; e divulgar o curso de Licenciatura em Expressão Gráfica. No período da pande-

mia de Covid-19, acrescentamos como um dos objetivos ativar a criatividade dos discentes em tempos de isolamento social.

Em todas as versões que realizamos, tivemos um evento idealizado e montado pelos discentes, com a orientação da professora e dos monitores, por meio dos quais apresentamos desenhos dos estudantes da LEG em formato de cartazes. Além disso, adotamos a criação de uma exposição como proposta de atividade após a finalização da disciplina já mencionada. O planejamento e a montagem funcionam como exercício para que se coloque em prática algumas das teorias trabalhadas em sala de aula. Trabalhamos, com o grupo, voltando as atenções para a área de planejamento, montagem, manutenção e desmontagem de uma exposição. Além disso, tratamos de questões sobre a relação entre os expositores, trabalho em equipe, articulação, negociação e o comprometimento do grupo com a atividade de extensão. Essas são habilidades importantes para a formação dos estudantes, tanto no âmbito pessoal quanto no profissional.

Desde a produção de 2015, os alunos utilizam recursos manuais e/ou digitais para a realização das imagens gráficas. Na versão da exposição de 2020, o uso de *softwares* pelos discentes foi mais significativo e se intensificou, visto que eles aprenderam a manusear distintos *softwares* computacionais para vetorização de desenhos em 2D. Além disso, eles conseguiram produzir, mesmo que de maneira isolada, todas as imagens e as etapas da exposição, tais como: produção das peças a serem expostas, curadoria, seleção e montagem da plataforma utilizada para expor, produção de textos, produção de identidade visual e suas aplicações. Os estudantes aprenderam a usar *softwares* voltados para a representação e tratamento de imagens, assimilaram todo o processo de produção para

impressão de peças gráficas e participaram de toda a articulação para o desenvolvimento da ação de extensão.

Na proposta de 2020, com o apoio do Edital Pibexc, a equipe de execução conseguiu produzir e distribuir 8.130 cartões postais, os quais foram enviados para pessoas e instituições com abrangência nacional. O *Arte com destino: cartões postais da Expressão Gráfica* foi, portanto, um desdobramento da exposição *Perspectiva de casa, um olhar de dentro para fora: 1a Exposição Virtual da LEG*, realizada em dezembro de 2020 e referente ao semestre suplementar de 2020.3, período em que apresentamos a produção de desenhos idealizados pelos discentes da LEG. Nesse processo, trabalhamos as principais características configuracionais de movimentos artísticos, além de explorarmos elementos de construção geométrica na arte, com a finalidade de promover e estimular nos alunos a execução de desenhos originais.

No semestre 2021.1, tivemos mais uma vez o desafio de ministrar a disciplina *Desenho Aplicado às Artes Visuais*, realizada junto às turmas do terceiro e quinto períodos da LEG, atualizando sempre os materiais e métodos para o formato remoto. Para essa versão da disciplina, o tema sugerido foi a escolha de *personagens nordestinos que inspiram*, a serem pesquisados e representados visualmente de diversas maneiras. Assim, pedimos aos alunos que fizessem releituras das imagens escolhidas individualmente, respeitando as características de cada movimento ou processo estudado. As atividades podiam ser feitas à mão ou com recursos computacionais. Da produção da turma (em torno de 100 peças gráficas), os discentes escolheram 40 imagens para a impressão e exposição da LEG.

A metodologia adotada privilegia a comunicação participativa, através de atividades síncronas e

assíncronas, com aulas expositivas, encontros e reuniões utilizando a plataforma Google Meet, a qual permite a utilização da apresentação de slides, modelos didáticos, livros e catálogos, além de um ambiente planejado no Google Classroom, contendo informações sobre os movimentos artísticos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O compartilhamento dos resultados das atividades desenvolvidas na disciplina *Desenho Aplicado às Artes Visuais* da LEG precisava ser promovido, por um lado para incentivar os discentes a terem interesse na execução dos seus desenhos; e por outro para promover a participação no planejamento de uma atividade de extensão. Todas essas variáveis foram trabalhadas. Além disso, entendemos ter sido essa uma forma de promover o interesse pela produção artística e cultural discutidas durante o desenvolvimento da disciplina, a partir de uma aplicação em cartazes.

O interesse pelo material produzido pelos discentes, seja o exposto na Biblioteca Joaquim Cardozo e na sala de vidro do CAC, seja o apresentado nos ambientes virtuais, conseguiu atingir um dos principais objetivos da ação de extensão que era a divulgação da LEG para as comunidades interna e externa à UFPE. Expor a produção de ideias desenvolvidas pelos alunos da LEG foi de suma importância para a divulgação do curso e de seus integrantes. Ser reconhecido na comunidade acadêmica e fora dela é importante para a promoção da nossa área de atuação.

O formato da exposição de 2020 chamou a nossa atenção pela linguagem e pelas ferramentas utilizadas para a montagem de uma

exposição virtual, deixando o grupo muito animado e estimulado durante a realização da ação. Entendemos que esses sentimentos foram bastantes positivos e necessários para os jovens estudantes do terceiro período em um cenário de pandemia e de isolamento social. Dessa maneira, o evento *Perspectiva de casa, um olhar de dentro para fora: 1ª Exposição Virtual da LEG* atendeu às expectativas planejadas de acordo com os objetivos indicados na proposta. Com isso, conseguimos estimular os alunos a valorizarem as atividades desenvolvidas na disciplina e a praticarem a criatividade, tanto os discentes quanto os monitores, além de termos conseguido, de maneira virtual, planejar e executar uma exposição de cartazes, que fazíamos sempre no formato presencial.

Em relação ao projeto por meio do qual enviamos 8.130 cartões postais, constatamos que essa ação foi de muita valia (pelos relatos da equipe e dos agradecimentos postados nas redes sociais de quem recebeu o material gráfico impresso), uma vez que conseguimos promover momentos de alento em plena pandemia e reviver a prática de enviar cartões postais, em um momento em que as relações e imagens são muitas vezes virtuais.

Também destacamos o quanto vem sendo importante a nossa atualização no que se refere aos formatos produzidos em cada edição das exposições, tanto para os docentes quanto para os discentes. Na construção desse capítulo, pudemos verificar que passamos do desenho feito à mão para o desenho digital e até promovemos a inserção de peças gráficas no ambiente virtual e comercial, como tratamos ao falar sobre o *marketplace* de NFT. Isso, de certa forma, mostra-nos o quanto as ações de extensão proporcionam a aprendizagem e a constante busca, nesse caso, por ideias e ferramentas contemporâneas que colaboram para a produção acadêmica.

Além disso, vemos também que essa experiência com a extensão vem levando os nossos estudantes a desejarem atuar na área das Artes em conjunto com a Geometria, a produzirem e discutirem sobre essa área nos seus trabalhos de conclusão de curso (TCCs), nas atuações durante os estágios e nas residências pedagógicas que a licenciatura proporciona.

Temos consciência sobre o papel da extensão na formação dos atores envolvidos nas diversas ações de extensão aqui expostas e, com essas atividades, buscamos estimular os processos interdisciplinares, educativos, culturais, científicos e políticos como formas de integração da formação acadêmica, profissional e cidadã dos discentes da LEG. Entendemos que a realização de projetos de extensão proporciona a integração e articulação entre os conhecimentos acadêmicos referentes a teorias e técnicas em distintas áreas do conhecimento, possibilitando o desenvolvimento de publicações e análises de processos junto às atividades executadas. Em virtude disso, a participação e a promoção dessas ações de extensão são imperativas para essa construção profissional e pessoal dos graduandos da LEG, visto que essas ações colaboram para afirmar a importância do papel da UFPE junto às demandas da sociedade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os estudantes que se envolveram nas nossas atividades de extensão, assim como também agradecemos à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc) pelo apoio nas ações e pela aprovação nos editais com recurso financeiro, o que contribuiu bastante para a realização de várias atividades aqui expostas. Além disso, também agradecemos aos docentes parceiros do laboratório do Grupo de

Experimentação em Artefatos 3D (Grea3D) e ao Departamento de Expressão Gráfica (DEG) pelo apoio e incentivo nessa empreitada.

## REFERÊNCIAS

BARBOZA, H. L.; FERNEDA, A. S.; SASS, L. B. A garantia de autenticidade e autoria por meio de non-fungible tokens (NFTs) e sua (in) validade para a proteção de obras intelectuais. *International Journal of Digital Law*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 99-117, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47975/IJDL.barboza.v.2.n.2>. Disponível em: <https://journal.nuped.com.br/index.php/revista/article/view/barboza2021>. Acesso em: 28 out. 2022.


CASTRO, J. O que é NFT? Conheça a tecnologia que permite comprar um meme. *Nubank*, São Paulo, 6 maio 2022. Disponível em <https://blog.nubank.com.br/nft-criptomoeda-metaverso/?utm>. Acesso em: 28 out. 2022.

EXPO Personagens nordestinos. *Behance*, [S.l.], 2022. Disponível em: [https://www.behance.net/gallery/139089151/EXPO-PERSONAGENS-NORDESTINO%20S?tracking\\_source=project\\_owner\\_other\\_projects](https://www.behance.net/gallery/139089151/EXPO-PERSONAGENS-NORDESTINO%20S?tracking_source=project_owner_other_projects). Acesso em: 22 nov. 2022.

EXPOSIÇÃO EGPPN. *Oncyber*, [S.l.], 2022. Disponível em: <https://oncyber.io/egppn?coords=0x11.52x0x2.60>. Acesso em: 22 nov. 2022.

FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRAS (FORPROEX). *Política Nacional de Extensão Universitária*. Manaus: Forproex, 2012. 68 p. Disponível em: <https://proex.ufsc.br/files/2016/04/Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Extens%C3%A3o-Universit%C3%A1ria-e-book.pdf>. Acesso em: 28 out. 2022.

PERSPECTIVA de casa: um olhar de dentro pra fora. *Behance*, [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.behance.net/gallery/108199961/Perspectiva-de-casa-um-olhar-de-dentro%20-para-fora>. Acesso em: 22 nov. 2022.



# *Geommynoes: um jogo geométrico didático voltado para o estudo dos poliedros*

Mário Ruiz Manrique  
Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes

4



## INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve a criação de um jogo geométrico didático chamado *Geommynoes*, que foi pensado para o uso de material reciclado, especificamente por polietileno de alta densidade (Pead), com a finalidade de criar um modelo didático resistente que sirva de reforço para o conteúdo curricular Poliedros, voltado aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, de forma que seja inclusivo para alunos com baixa visão. O trabalho acompanha o processo de criação desde a idealização até sua fabricação. A ideia fundamental é estimular nos professores a reflexão de que é possível criar modelos didáticos reciclados com materiais que realmente tenham uma vida útil extensa, auxiliados pela tecnologia e, assim, manter um custo de produção acessível.

A decisão de formular um jogo foi provocada pela experiência que tivemos com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAP-UFPE) na disciplina de Geometria Gráfica. Com o intuito de reforçar a construção de conhecimento no conteúdo programático Poliedros, o professor abordava o conteúdo por dois caminhos que concorrem em um mesmo resultado, sendo um deles o caminho algébrico e o outro o caminho gráfico, auxiliado pelo *software* geométrico Geogebra. Já com a criação do jogo, acrescenta-se uma terceira linha: a lúdica, que é a proposta deste trabalho. Portanto, criam-se três abordagens distintas para a mesma temática, o que pode facilitar a aprendizagem. Assim, a partir de Clements (2018, p. 8), entende-se que:

A capacidade das crianças para se envolverem no pensamento geométrico e no raciocínio espacial pode apoiar o seu desenvolvimento global matemático e cognitivo.

Contudo, a geometria nem sempre é considerada nos currículos de educação pré-escolar e, mesmo quando incluída, não é explorada de acordo com as recomendações [...] (CLEMENTS *et al.*, 2018, p. 8).

Para fins de contextualização, a citação anterior foi proferida em cenário internacional, mais especificamente em países considerados de primeiro mundo no âmbito educacional. Para evidenciar mais ainda a realidade sobre a qual falamos, recorrer-se-á às ideias de Almouloud (2004), por meio das quais conclui-se que a porcentagem média de conteúdos de geometria em relação ao total dos conteúdos matemáticos é de 29.36%, um valor pouco expressivo se comparado com o resto de atividades matemáticas compreendidas nos livros de Matemática. Mais uma vez, essa referência tem origem em um país de primeiro mundo. Quando consideramos a realidade brasileira, a situação não é muito diferente e alentadora, pois:

[...] identificamos como fator de dificuldades o nosso sistema educativo, que define a política da educação com recomendações e orientações gerais sobre os métodos, os conteúdos e o saber fazer, deixando para cada escola definir os conteúdos que julga importantes para a formação de seus alunos, o que faz com que a geometria seja frequentemente esquecida (ALMOULOU *et al.*, 2004, p. 99).

Frente à esta realidade, os professores e os futuros professores deverão estar melhor preparados para lidar com os desafios desse campo de ensino, já que o professor de Geometria deve ser um especialista na área, uma pessoa com amplo domínio dos conteúdos e que busca sempre tirar o melhor dos seus alunos, para

construírem, juntos, um conhecimento que seja de proveito para ambas as partes. Nesse sentido, o jogo *Geommynoes* poderá ser de grande valia como recurso didático.

A sua criação toma como base o jogo existente *Rummi*, mostrado na figura 1, de autoria de Ephraim Hertzano, o qual é regido por algumas das regras do baralho, mas adaptando as regras ao interesse geométrico da pesquisa, trabalhando com um conjunto de cores, como no jogo original, porém mudando os números das fichas por imagens de sólidos geométricos e acrescentando elementos para fazer dele um jogo inclusivo. Assim, cria-se o jogo *Geommynoes*.

A principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi a de criar um jogo geométrico didático que reforçasse a construção de conhecimento no conteúdo Poliedros, jogo este a ser confeccionado com material reciclado, além de possibilitar o uso do *Geommynoes* por todos os estudantes, pensando-se na inclusão:

Sendo ou não uma mudança radical, toda crise de paradigma é cercada de muita incerteza, de insegurança, mas também de muita liberdade e de ousadia para buscar outras alternativas, outras formas de interpretação e de conhecimento que nos sustente e nos norteie para realizar a mudança [...] A escola se entupiu de formalismo da racionalidade e cindiu-se em modalidades de ensino, tipos de serviço, grades curriculares, burocracia. Uma ruptura da base em sua estrutura organizacional, como propõe a inclusão, é uma saída para que a escola possa fluir, novamente, espalhando sua ação formadora por todos os que dela participam. A inclusão, portanto, implica mudança desse atual paradigma educacional, para que se encaixe no mapa da educação escolar que estamos retrazendo (MANTOAN, 2003, p. 12).

## DESENVOLVIMENTO

O referencial teórico que deu substrato à pesquisa está ancorado na teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval (2012). Segundo o autor, cada registro de repre-

Figura 1 – Exemplo do jogo original, *Rummi*



Fonte: Rummikub (2020).

sentação semiótica é um item de intercorrência, consoante com os elementos cognitivos que são inerentes a ele. Exemplificando: se tomarmos uma representação gráfica e sua contraparte algébrica, temos por obrigação elencar todas as variações que são visualmente perceptíveis para reduzirmos um compromisso afim entre as duas partes (DUVAL, 2012). Precisa-se, portanto, de, no mínimo, duas representações diferentes para que o aluno possa fazer uma análise conjunta dos elementos que caracterizam cada uma delas e, assim, sistematizar automaticamente seu entendimento e a construção de um novo conhecimento (DUVAL, 2012):

Enfim, permite ainda compreender por que o entendimento dos objetos e dos conceitos em matemática começa, somente, no momento em que o aluno é capaz de mobilizar e de coordenar espontaneamente dois registros de representação para um mesmo objeto. Obtêm-se, assim, as bases para um modelo cognitivo de funcionamento do pensamento que leva em conta todos os problemas suscitados no ensino da matemática (DUVAL, 2012, p. 266).

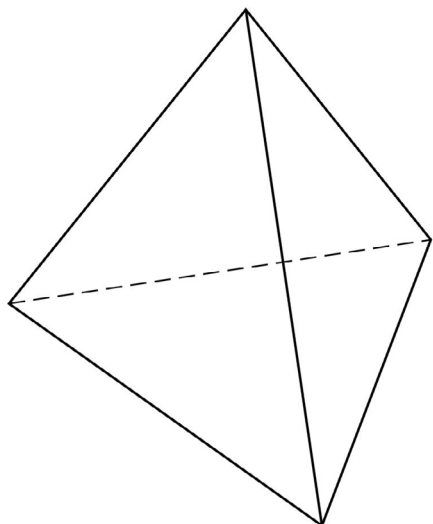
O presente texto apoia sua crença nas ideias de Duval (2012), por pensar que mais de uma parábola facilita, no âmbito cognitivo dos estudantes, a construção e expansão dos seus conhecimentos, já que, quando se tem mais opções para um mesmo fim, facilita-se a obtenção dessa meta. Dessa forma, um aluno A pode encontrar uma maior facilidade em resolver um problema se tiver as opções Y e Z. Assim, ele pode perceber que consegue compreender totalmente as representações que aparecem em Y e, mesmo que inicialmente não compreenda por inteiro o modelo Z, sua dedução em Y o fará, aos poucos, ver essas mesmas representações explanadas em Z. Logo, quanto maior o leque de opções de representação, maior a possibilidade de compreensão e solução do problema.

A teoria de Duval (2012) está aliada ao conteúdo programático da disciplina de Geometria Gráfica do CAP, uma vez que, no início da III Etapa, analisam-se questões algébricas sob um viés geométrico. Operações fundamentais são vistas a partir de outra ótica, do ponto de vista que nos interessa (da Geometria Gráfica), além da matéria tratar de temas transversais para relacionar os conteúdos, especificamente o tema de Poliedros, que são analisados desde o olhar químico no tema de Geometria Molecular. Esse tipo de amálgama é um exemplo para ser visualizado desde o ponto de vista da teoria de registros de representação semiótica.

O jogo *Geomynoes*, usando como arcabouço para a teoria de Duval (2012), tem elementos que nos mostram mais de uma representação. Dentro dele estão citados os elementos que compõem os poliedros, visualizados de maneira gráfica, e, como parte da solução para a realização de jogadas, os participantes podem-se valer o tempo todo da relação de Euler ( $V-A+F=2$ ), uma relação algébrica que, conectada à representação gráfica, ajuda a fazer a ponte para inter-relacionar as duas representações de um mesmo elemento, neste caso, a relação que existe entre um poliedro gráfico e seu similar algébrico.

Durante as aulas vivenciadas com os alunos do 9º ano do CAP, antes de entrarem na temática dos poliedros, eles viram, de maneira algébrica, como funciona a relação de Euler, uma simples, porém extraordinária, solução, para saber alguns elementos que, até aquele momento, podiam ser desconhecidos durante as tarefas da disciplina, que eram destinadas aos momentos assíncronos. Porém, eram nesses momentos que estava a resolução para encontrar elementos os quais fossem de grande dificuldade dentro dos poliedros convexos. Dito

Figura 2 – Relação de Euler



Tetraedro

Fonte: Os autores (2021).

isso, mostraremos neste capítulo um exemplo de como é possível relacionar as duas representações.

Valendo-se da relação de Euler, os estudantes deduzem algebricamente, por analogia dos dois *registros de representação* e com um modelo físico criado anteriormente por eles, também auxiliados de maquetes profissionais próprias do colégio, qual é o resultado para aquele elemento pedido que está faltando. Especificamente no exemplo a seguir, a pergunta que se faz é qual é a quantidade de arestas (figura 2).

É dessa maneira que a teoria dos registros de representação semiótica auxilia para a compreensão, justaposição e construção do conhecimento dos poliedros. Estudando algebricamente quais são os elementos que representam as arestas, as faces e os vértices e onde aparecem esses mesmos elementos na representação gráfica e nos modelos físicos

## Relação de Euler

$$V-A+F=2$$

Supondo que saiba-se a quantidade de Vértices e Faces, mas não de Arestas, valendo-se da relação de Euler, e usando álgebra, se encontra a solução.

$$V-A+F=2$$

$$4-A+4=2$$

$$-A+8=2$$

$$-A=2-8$$

$$-A=-6$$

$$A=6$$

tridimensionais, com todo esse arcabouço teórico-prático, chega-se a uma melhor fundação para o novo conhecimento a ser construído pelos alunos.

O trabalho estará auxiliado, além disso, por um segundo conceito, baseado na teoria da evolução do pensamento geométrico do casal *Van Hiele* (1957). Eles acreditavam que a Geometria deveria passar por 5 níveis diferentes de pensamento para ser compreendida e, a partir disso, criaram os níveis da seguinte forma: (i) reconhecimento; (ii) análise; (iii) ordenação; (iv) dedução; e (v) rigor. Existem, também, quatro atributos, sendo eles:

[...] *ordem fixa*: a ordem na qual os alunos progredem por meio dos níveis de pensamento não varia. Em outras palavras, um aluno não pode estar no nível  $n$  sem ter passado pelo nível  $n-1$ . [...] *adjacência*: em cada nível de pensamento que era intrínseco no nível anterior se torna extrínseco no nível atual. [...] *distinção*: cada nível possui seus próprios

símbolos linguísticos e sua própria rede de relacionamentos que conecta tais símbolos. [...] *separação*: duas pessoas com raciocínio em níveis diferentes não podem entender uma à outra (USIKIN, 1982 *apud* DE VILLIERS, 2010, p. 401, grifos nossos).

Nesta pesquisa, a utilização da teoria da evolução do pensamento geométrico é também muito importante, devido às máximas que dentro dela foram produzidas, mesmo que, atualmente, saiba-se que cada estudante tem seu ritmo particular de construção de conhecimento e que nem toda assimilação de conhecimentos por parte dos estudantes é linear. Ainda assim, a teoria dos Van Hiele (1957) continua válida:

[...] a criança constrói na sua cotidianidade utilizando o recurso das inteligências múltiplas tais como: lógico-matemática, linguística, espacial, musical, corporal-cinestésica, interpessoal e intrapessoal. Posteriormente foram identificadas outras inteligências, tais como a naturalista e existencial (MORAES; ALMEIDA, 2012, p. 2).

Sabendo da individualidade das crianças e suas possíveis inteligências, não se pode generalizar, como era feito antigamente, e pensar em um ensino-aprendizagem moldado e apoiado em um modelo teórico único. É por isso que esta pesquisa se fundamenta nos dois modelos que se complementam: no conceito da teoria da evolução do pensamento geométrico, em que existem coisas muito interessantes e positivas, focalizando nos atributos; e na *ordem fixa*, em que se acredita que um aluno não pode se apropriar de um novo conteúdo, isto é, não pode produzir novo conhecimento sem ter domínio total do precedente.

No caso específico dos alunos do 9º ano do CAP, primeiro os estudantes tiveram que construir os conhecimentos do conteúdo de polígonos e suas características, como ângu-

los internos e sua somatória. Após essa etapa, evoluem de um modelo bidimensional ao tridimensional e criam o conhecimento do que significam os ângulos internos de um poliedro, sendo a soma deles, assim, um caminho ascendente onde não podem ser pegos atalhos: precisa-se dominar o anterior para se ter a capacidade de compreender o seguinte desafio. Na *adjacência*, estudando o mesmo conteúdo (ângulos), diz-se que o conhecimento dos ângulos internos dos polígonos, quando foi analisado, era um conhecimento intrínseco, mas, quando dominado, passou-se para a nova temática: a dos ângulos internos dos poliedros. Sendo assim, a construção de conhecimentos sob a análise dessa teoria sempre é sequencial; não se podem pular as etapas. Entende-se que esse segundo atributo é uma extensão do primeiro, de ordem fixa.

Já na *distinção*, considera-se que existe uma terminologia atrelada a cada conteúdo e a cada etapa. Ao considerarmos a análise como algo intrínseco a esses atributos, os alunos do 9º ano primeiro compreenderam que os polígonos têm alguns elementos que os constroem e que parte desses elementos são os vértices, lados, ângulos etc. Quando se apresenta, posteriormente, o conteúdo sobre os poliedros, alguns desses elementos permanecem, mas outros sofrem mudanças: os lados viram arestas, aparecem as faces e a análise dos ângulos envolve não mais os lados do polígono, e sim as arestas do poliedro.

Para finalizar a análise dos atributos criados pelo casal dos Países Baixos (VAN HIELE, 1957), é importante falar da *separação*. Por exemplo: duas crianças de anos diferentes não podem estabelecer uma comunicação, tendo em vista que todos os atributos anteriormente mencionados criam uma barreira para que se possa estabelecer uma conexão em relação

a um tema que seja de domínio da criança de estágio mais avançado e que resulte em algo incompreensível para a criança com um leque menor de conteúdo.

Quando falamos em jogos como elemento cultural, a ideia de Huizinga (1951 *apud* KISHIMOTO, 2017) é a de não levar em consideração os jogos de animais, mas sim focar nos jogos criados dentro de um meio social, destacando os atributos a seguir: o prazer, a liberdade, o caráter “não-sério”, as regras, a separação dos fenômenos do cotidiano, o caráter fictício ou representativo, sua temporalidade e sua espacialidade. Como dito anteriormente, o prazer é um dos pontos elencados por Huizinga (1951 *apud* KISHIMOTO, 2017) para dizer que o jogo forma parte de elementos culturais. Entretanto, Vygotsky (1987) afirma que, às vezes, existem ocasiões nos jogos nas quais a falta de prazer está latente dentro da brincadeira. Um exemplo disso é quando se joga futebol com o placar adverso ou até mesmo quando se brinca de Faz de Conta e o personagem imitado deve agir de maneira oposta às convicções da criança, além de outros exemplos.

A liberdade é a característica mais intrínseca ao jogo. De todas as características citadas por Huizinga (1951 *apud* KISHIMOTO, 2017), toda criança tem a liberdade de escolher de que, quando e como brincar, visto que, no exato momento em que uma brincadeira é imposta, o jogo se perde. Para a criança, toda brincadeira é séria, pois ela se dedica por inteiro a esse momento. No instante em que ela decide brincar e todo mundo desaparece, restando apenas ela e o jogo, ocorre um desvio. Portanto, o caráter de falta de seriedade refere-se ao detalhe da brincadeira incluir risos, comédia e elementos caricatos da vida real.

As regras estão presentes em jogos, de maneira implícita ou não. Em jogos de tabuleiro como o *Geomynoes*, tem-se regras explícitas. Quando a criança brinca, ela cria uma microbolha que a isola do mundo real e, enquanto sua brincadeira existir, o mundo não terá relevância para ela. O jogo de Faz de Conta é o melhor representante do caráter fictício no brincar das crianças, imaginando realidades alternativas ou próprias. A temporalidade e espacialidade são características que permeiam o jogo, devido ao fato das brincadeiras terem começo e fim e serem realizadas em espaços específicos (KISHIMOTO, 2017).

Qual é o principal elemento que caracteriza o jogo? A incerteza que rodeia o resultado, mesmo existindo diversos tipos de jogos com regras ou sem elas — jogos que precisam, além da habilidade cognitiva, de uma habilidade motora ou até mesmo jogos com uma liberdade imaginativa sem limites. Seja qual for o jogo, existe sempre um agente chamado *prazer* por trás dele (KISHIMOTO, 2017). Todo jogo é jogado primeiramente por ser prazeroso, pois sem isso perde sua essência, seu elemento intrínseco; e esse cerne permanece independentemente da proposta do jogo. Todos os jogos, e especialmente os que são do interesse deste trabalho (os didáticos), serão sempre significativos dentro de um contexto social, pois é dentro desse grupo que ele ganha relevância. O brinquedo educativo aparece pela primeira vez com essa conotação nos tempos do Renascimento e, desde então, o jogo/brinquedo educativo com fins pedagógicos está imerso como instrumento em situações de ensino-aprendizagem (KISHIMOTO, 2017). Brincar, manipular, cheirar e ver são características lúdicas dos jogos/brinquedos, as quais deverão sempre prevalecer quando um dado jogo didático é criado.

Como toda proposta, sempre há elementos que podem fugir da ideia original, caminhar na direção oposta àquela na qual tinha-se pensado inicialmente, podendo trazer uma maior dificuldade para a compreensão de um tema específico. A utilização de jogos como material didático, quando usados da maneira incorreta, pode criar uma competição com resultados indesejados e, por essa razão, a figura do professor como mediador da atividade é de suma importância. Grando (2001 *apud* OLIVEIRA, 2012) nos mostra uma análise com os prós e contras de utilizar os jogos didáticos como recursos para a construção e assimilação de novos conhecimentos:

**Quadro 1** – Vantagens e desvantagens dos jogos didáticos

#### VANTAGENS

- *Fixação de conceitos já aprendidos, de uma forma motivadora para o aluno;*
- Introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão;
- Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas (desafio dos jogos);
- Aprender a tomar decisões e saber avaliá-las;
- Significação para conceitos aparentemente incompreensíveis;
- Propicia o relacionamento das diferentes disciplinas (interdisciplinaridade);
- O jogo requer participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento;
- O jogo favorece a socialização entre alunos e a conscientização do trabalho em equipe;
- A utilização dos jogos é um fator de motivação para os alunos;
- Dentre outras coisas, os jogos favorecem o desenvolvimento da criatividade, do senso crítico, da participação, da competição “sadia”, da observação, das várias formas de uso da linguagem e do resgate do prazer em aprender;
- *As atividades com jogos podem ser utilizadas para reforçar ou recuperar habilidades que os alunos necessitem. Além disso, essas atividades são úteis no trabalho com alunos de diferentes níveis;*

- As atividades com jogos permitem ao professor identificar e diagnosticar alguns erros de aprendizagem, bem como as atitudes e as dificuldades dos alunos.

#### DESVANTAGENS

- Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um “apêndice” em sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber por que jogam;
- O tempo gasto com atividades de jogo em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo;
- As falsas concepções de que se deve ensinar todos os conceitos através de jogos. Então as aulas, em geral, transformam-se em verdadeiros cassinos, também sem sentido algum para o aluno;
- A perda da “ludicidade” do jogo pela interferência do professor, destruindo a essência do jogo;
- A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo;
- A dificuldade de acesso e disponibilidade do material sobre o uso dos jogos no ensino, que possa vir a subsidiar o trabalho docente.

**Fonte:** Oliveira (2012).

Como foi dito anteriormente, a ideia de criar um jogo didático-geométrico surgiu da experiência com alunos do 9º ano do CAP da UFPE, na disciplina de Geometria Gráfica, com o objetivo de reforçar a construção de conhecimento no conteúdo programático Poliedros. O CAP tem, na sua grade curricular, a matéria de Geometria Gráfica, para os 6º e 8º anos, como componente obrigatório e, para o 9º ano, como um componente optativo. Tendo isso em mente, foi dado o pontapé inicial para a idealização do jogo porque os alunos já têm uma bagagem geométrica quando chegam ao nono ano, situação que cria o momento propício para a escolha do material *Geommynoes*. Além disso, ao ser a Geometria Gráfica para o 9º ano um

componente curricular eletivo, esse fator dá uma indicação de que as crianças que optarem por cursar essa matéria o fazem por vontade própria, sendo esse detalhe o que determina o momento ideal para o exercício didático.

Sobre a inclusão, trazemos uma discussão antagônica do sistema, das políticas e do pensamento por parte da sociedade: a inclusão não concebe a integração como uma solução e a vê mais como um paliativo, uma solução temporária. Assim, é percebida como um movimento de transição entre o sistema obsoleto atual e a total inclusão. Esse modelo visa a ter todos os diferentes alunos, com suas características únicas, dentro de uma mesma sala de aula. É nesse caminho que o CAP vem dando seus passos; por isso, fomos estimulados a desenvolver o projeto *Geommynoes* com elementos para fazer a inclusão de pessoas com baixa visão.

Sobre a origem do jogo *Geommynoes*, é importante salientar que este teve como inspiração o jogo *Rummi*, que mistura regras dos jogos de baralho com umas fichas parecidas com fichas de dominó. O jogo original tem, na face de cada ficha, números em quatro cores diferentes, para criar diferentes combinações no momento do jogo.

Inspirado nas regras originais, o *Geommynoes* mantém o uso das quatro cores, mas troca os números pela imagem do poliedro e seu nome e acrescenta os elementos representativos ao grupo poliédrico (platônico ou arquimediano) e ao elemento referido (vértices, arestas ou faces). A origem do nome *Geommynoes* vem da junção de três palavras: primeiro, a palavra “Geometria”, que consiste no tema de maior importância; segundo, o jogo *Rummi*, que foi a inspiração para o jogo didático; por fim, o plural da palavra “dominó”, em inglês *dominoes*, pela semelhança entre o formato das fichas:

Figura 3 – Jogo original e adaptação



Fonte: Os autores (2021).

No que se refere aos componentes do jogo, há 80 fichas indicadas com quatro cores diferentes: amarelo (arestas), vermelho (vértices), azul (faces) e verde (*Geommynoes* ou fichas coringa). As fichas são divididas em dois grandes grupos: ouro, para sólidos platônicos (tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro); e prata, para sólidos arquimedianos (trunco-tetraedro, cuboctaedro, tronco-cubo, rombicuboctaedro e tronco-cuboctaedro). Por último, há quatro suportes feitos em papelão ondulado reciclado.

O objetivo do jogo é que o ganhador seja o primeiro jogador a baixar todas as fichas do seu suporte. No tocante à preparação do jogo, este está planejado para ser jogado entre duas e quatro pessoas. Coloca-se as fichas na mesa com a face desenhada virada para baixo, para que elas sejam misturadas, e, depois, é colocado um pano por cima, de maneira que nenhum



**Figura 4 – Fichas aresta**



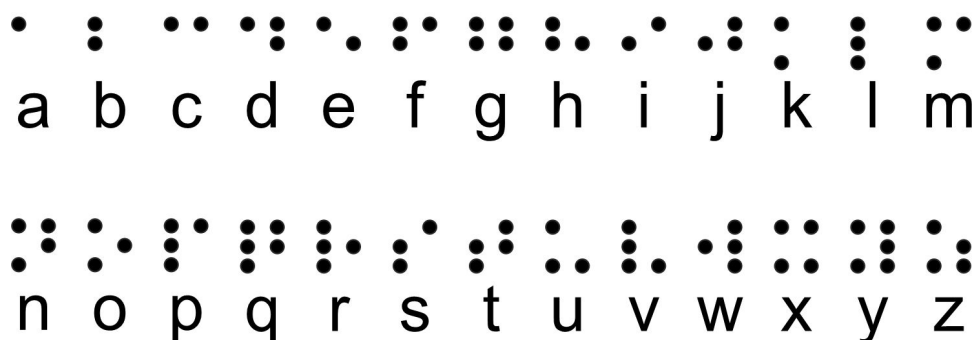
Fonte: Os autores (2021).

**Figura 5 – Verso das fichas aresta**



Fonte: Os autores (2021).

Figura 6 – O alfabeto Braille



Fonte: Os autores (2021).

jogador consiga ver o verso das fichas; em seguida, é solicitado que cada um dos jogadores escolha uma ficha e quem estiver com a ficha com mais faces começará a partida; com o jogo começando no sentido horário.

Antes de iniciar a partida, porém, os jogadores deverão devolver, debaixo do pano junto às outras fichas, a ficha que pegaram do monte para decidir quem seria o primeiro a jogar. Cada jogador deverá pegar 10 fichas do monte e colocá-las, da forma que melhor lhe agrada, no seu suporte; as fichas que sobrarem continuarão no monte debaixo do pano, ou, se preferir-se, dentro de uma sacola onde ninguém possa vê-las, para assim deixar a mesa livre para se colocar, posteriormente, os jogos que forem baixando. Seguem imagens das fichas (figura 4).

As fichas são divididas em dois grandes grupos: o grupo dos sólidos platônicos e o grupo dos sólidos arquimedianos, sendo os primeiros representados por um círculo dourado no canto superior direito da ficha e os segundos com um círculo na cor prata. A barra (neste caso de cor amarela) na lateral esquerda, como mostrado na figura anterior, indica o elemento constitutivo do poliedro ao qual essa ficha pertence: vermelho/vértices; amarelo/arestas; azul/faces e verde/*Geommynoes* (ficha coringa que pode ter

seu valor escolhido segundo a conveniência do jogador). O desenho no centro da ficha indica o poliedro em questão (figura 5).

Os versos das fichas, na figura 5, pertencem às mesmas fichas aresta mostradas pela parte frontal, e as imagens que aparecem no verso são alto-relevo, inspirados no sistema de leitura *Braille*<sup>1</sup>, para ajudar na jogabilidade de pessoas com baixa visão. O retângulo localizado na parte superior esquerda da ficha indica que essa ficha é uma ficha do grupo de aresta e o desenho do Sol e da Lua representam, respectivamente, os sólidos platônicos e arquimedianos. Ademais, as semiesferas localizadas na parte inferior são sempre duas letras do sistema *Braille*, que identificam essa única ficha (figura 6).

A dimensão da cela Braille e todos seus componentes foram definidos utilizando a Norma Brasileira: NBR 9050:2004 – 5.6 Sinalização tátil - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espa-

1 O projeto *Protótipo Pilar* consistiu em uma ação de extensão com apoio financeiro do Edital Pibexc 2018, organizado pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc) da UFPE. O projeto teve como objetivo aproximar as crianças e adolescentes que vivem em condição de vulnerabilidade social das tecnologias de prototipagem rápida, cujo acesso, muitas vezes, fica restrito à comunidade acadêmica, incentivando a criatividade e desenvolvimento da prática artística.

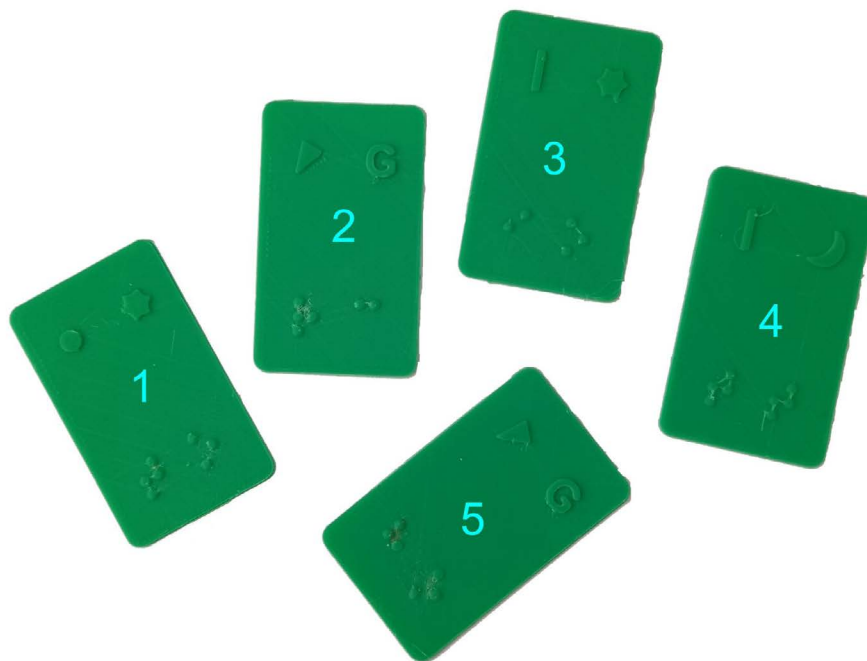
ços e equipamentos urbanos (ABNT, 2004 *apud* CONCEIÇÃO, 2012). Nessa norma, especifica-se o seguinte: diâmetro do ponto na base: 2mm; espaçamento vertical e horizontal entre pontos (medido a partir de um centro do ponto a outro): 2,7mm; largura da cela Braille: 4,7mm; altura da cela Braille: 7,4mm; separação horizontal entre as celas 6,6mm; e altura do ponto: 0,65mm (ABNT, 2004 *apud* CONCEIÇÃO, 2012). Foram impressos cinco versos de fichas com cinco combinações diferentes de elementos para reconhecimento Braille, como se mostra na figura 7, sendo esses elementos testados com duas pessoas com deficiência visual: o sr. Ronaldo Salgado e a sra. Flávia das Neves. Das 5 diferentes fichas, obteve-se um total de assertividade com os elementos para a identificação em Braille de 100%, com ambos os participantes (figura 7).

O jogo original foi concebido em papelão (figura 8) cortado a *laser* e pintado com tinta acrílica.

Foi depois da experimentação com esse modelo que se originou a ideia de produzir o mesmo jogo, também feito de material reciclável, mas com um material que fosse duradouro e que permitisse a jogabilidade por várias gerações de crianças. O jogo original foi testado pelo primeiro autor deste capítulo e por duas colegas de turma, sendo esse teste feito para descobrir sua funcionalidade, saber se a didática planejada era realmente utilizada dentro do jogo, descobrir os possíveis problemas e dar soluções. O jogo foi criado dentro da matéria de Modelos Didáticos, que, por sua vez, é um componente curricular do curso de Expressão Gráfica (figura 8).

Na figura 9, a ser apresentada abaixo, mostra-se a sinalização que aparece na parte frontal das fichas (destinada às pessoas com visão normal) e no verso delas, destinado para a jogabilidade de pessoas com baixa visão. As fichas são compostas por dois materiais

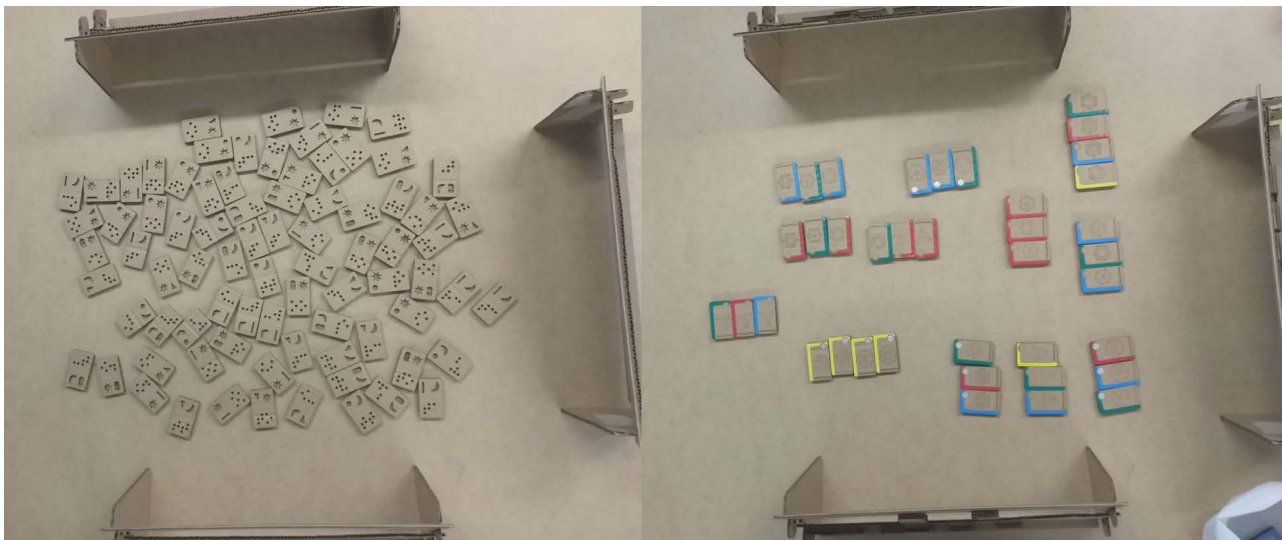
**Figura 7** – Verso de fichas para teste Braille



1. Platônico / Vértices / Tetraedro;
2. Geomynoes / Faces / Rombicuboctaedro;
3. Platônico / Arestas / Icosaedro;
4. Arquimédiano / Arestas / Tronco-Tetraedro;
5. Geomynoes / Faces / Hexaedro.

**Fonte:** Os autores (2021).

**Figura 8** – Primeiro jogo, feito em papelão

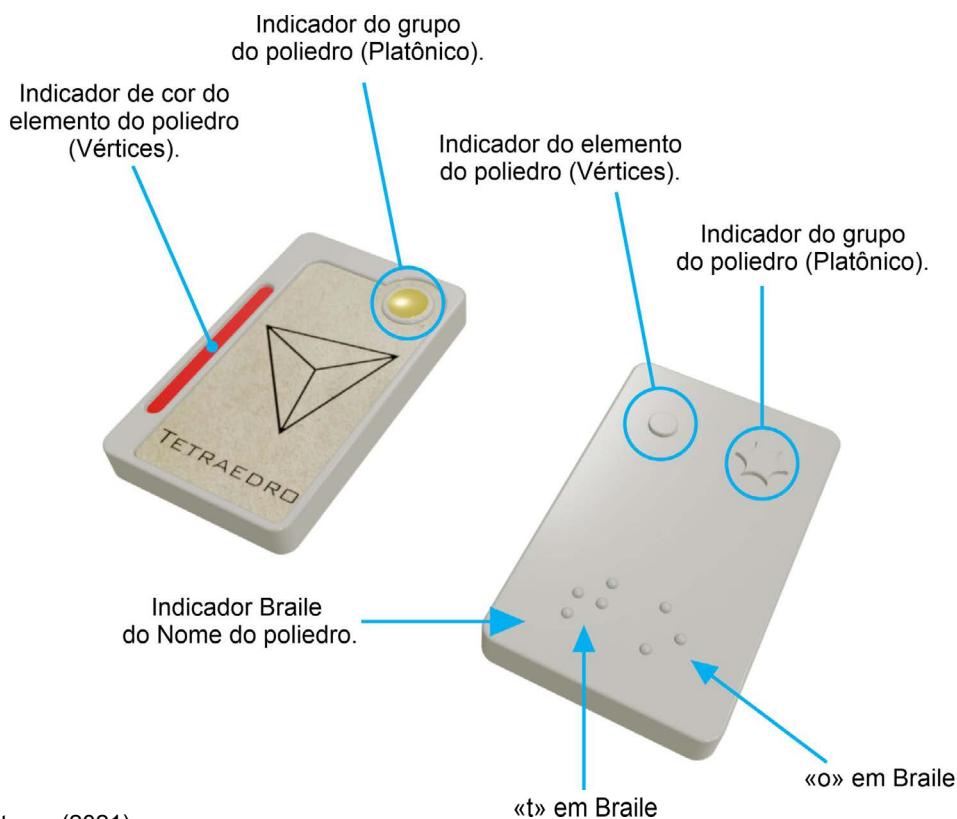


Fonte: Os autores (2021).

principais: uma ficha moldada em Pead e outra parte concebida em papelão pinheiro (ou papelão couro) na parte frontal da ficha onde se encontra gravada a imagem e o nome do poliedro. Ambas as partes são coladas uma na outra e existem outros elementos de destaque

que são entintados, sendo eles o indicador do elemento do poliedro, que usa as cores amarelo, azul, verde e vermelho dependendo do elemento em destaque; e o indicador do grupo do poliedro, dourado para sólidos platônicos e prata para sólidos arquimedianos (figura 9).

**Figura 9** – Detalhes das fichas feitas em Pead



Fonte: Os autores (2021).

No que se refere às regras do jogo, os jogadores deverão organizar séries de fichas sobre seus suportes sempre que for possível, sendo essas séries divididas em grupos ou sequências. Os grupos são formados por três ou quatro fichas do mesmo sólido e cores diferentes, por exemplo: quatro fichas tetraedro, nas cores amarela, vermelha, azul e verde (figura 10).

Já a sequência é formada por uma sucessão numérica de três ou mais fichas da mesma cor, por exemplo: tendo fichas da cor azul e de sólidos platônicos, podemos organizar um tetraedro (4 faces) seguido de um hexaedro (6 faces), um octaedro (8 faces) e um dodecaedro (12 faces) (figura 11).

No desenvolvimento do jogo, a ficha de menor valor, no caso dos platônicos, é o tetraedro e, em relação aos arquimedianos, é o tronco-tetraedro. Nenhuma delas pode ser precedida por outra ficha, seja ela qual for. Para o jogo começar (abertura), cada jogador deve baixar na mesa, em uma única jogada e usando apenas fichas do seu suporte, uma ou mais séries com um valor mínimo de 30 pontos (lembrando que as séries são formadas por no mínimo três fichas). Os pontos são resultantes da soma das séries de vértices, arestas e faces.

Quando o jogador baixa suas fichas na mesa com o grupo, o elemento que conta para fazer o somatório dos pontos é o elemento com menor

**Figura 10** – Exemplo de fichas em grupo



Fonte: Os autores (2021).

**Figura 11** – Exemplo de fichas em sequência



Fonte: Os autores (2021).

valor (dentre vértices, arestas ou faces). A cada jogada que o jogador executar, desde a primeira até a última, ele deverá anunciar o motivo desse movimento, por exemplo: o jogador inicia o jogo baixando na mesa as fichas azuis (faces) tetraedro, hexaedro, octaedro e dodecaedro. Então, ele dirá a seguinte sentença: “jogarei com as fichas face, um tetraedro que tem quatro faces, um hexaedro que tem seis faces, um octaedro que tem oito faces e um dodecaedro que tem doze faces, somando um total de 30 pontos” (neste caso específico, ele ainda deverá dizer quanto pontos resultam da soma dos poliedros, por ser a jogada inicial). Independentemente da jogada que o jogador for realizar, ele terá sempre que se lembrar de dizer o motivo pelo qual está jogando tal ficha, não podendo serem executadas jogadas se o jogador não falar o propósito do seu movimento.

A exigência de somar 30 pontos é unicamente para a “abertura”. O jogador que não atingir o valor mínimo (30 pontos) na sua vez deverá pegar uma ficha do monte e passar a vez ao próximo jogador. Para a abertura, o jogador não poderá encaixar fichas do seu suporte nos outros jogos baixados na mesa, anteriores à sua vez. Somente depois da abertura que cada jogador poderá, em cada uma das rodadas, participar da mesa, isso é, inserir fichas do seu jogo nos jogos dos outros jogadores que já estão na mesa, podendo mexer nas séries baixadas ou manobrá-las nas formas descritas no item “Manobras”.

Cada jogador tem o tempo de 1 minuto por vez como limite para realizar suas jogadas. É importante lembrar que as séries baixadas na mesa não têm dono, podendo ser compartilhadas entre todos os jogadores. Quando o jogador não puder ou não quiser baixar ao menos uma ficha, ele deverá pegar uma ficha do monte e passar a vez para o próximo jogador.

As *manobras* são um aspecto empolgante do jogo. *Manobrar* é reorganizar séries na mesa para adicionar a elas tantas fichas quanto forem possíveis na mesma jogada. Não é permitido *manobrar* as séries da mesa sem que o jogador baixe pelo menos uma ficha. Também não é permitido baixar uma ficha na mesa e criar uma bagunça proposital; em outras palavras, só será permitido mexer nas fichas da mesa com o objetivo de cada jogador ficar com menos fichas no seu suporte, até ficar sem nenhuma.

As fichas podem ser manipuladas utilizando-se, combinando-se ou rearranjando-se em qualquer uma das *manobras* descritas a seguir:

- *Adicionar* uma ou mais fichas do seu suporte a uma sequência:

Na figura 12, temos um exemplo ilustrativo: as fichas octaedro, dodecaedro e Icosaedro estavam na mesa e o jogador em turno adiciona as fichas tetraedro e hexaedro (lembrando antes de dizer que o tetraedro tem quatro faces e o hexaedro tem seis faces e que devem ser adicionados antes da ficha octaedro, que tem 8 faces). Atenção! As fichas de sólidos platônicos e arquimedianos compõem dois jogos que são jogados paralelamente. Assim sendo, não podemos nunca misturar platônicos com arquimedianos.

Na figura 13, temos na mesa um grupo de tronco-cubo formado por fichas de arestas, vértices e *Geommynoes*. O jogador adiciona uma ficha tronco-cubo de faces.

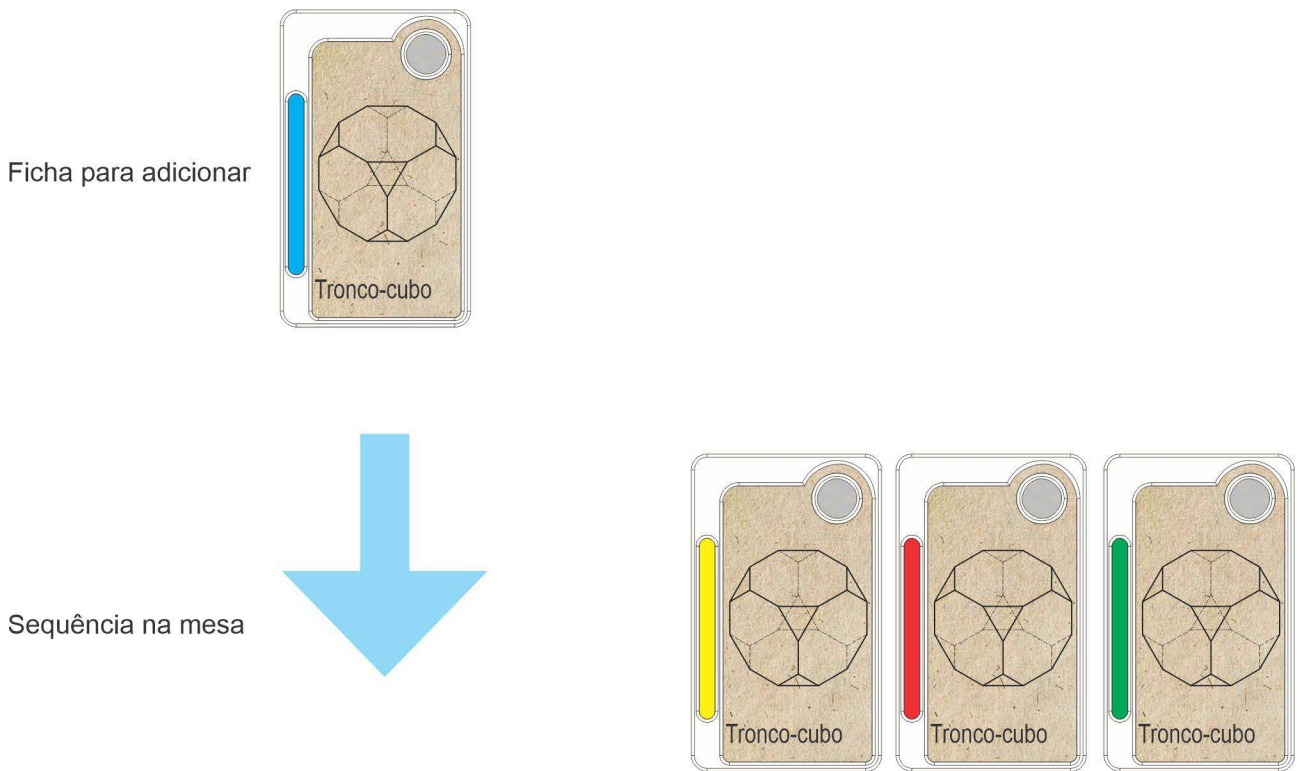
- *Manobrar*, como explicado anteriormente, é reorganizar as fichas, fazendo mudanças de posição entre as fichas da mesa e as que serão baixadas do suporte:

**Figura 12 – Exemplo de manobra 1**



Fonte: Os autores (2021).

**Figura 13 – Exemplo de manobra 2**



Fonte: Os autores (2021).

Na figura 14, existe na mesa um *grupo* arquimédiano formado por tronco-tetraedros de arestas; faces; *Geommynoes* e vértices. No suporte, o jogador tem as fichas cuboctaedro e tronco-cubo, e a *manobra* a ser realizada é pegar o tronco-tetraedro de arestas na mesa e adicioná-lo às fichas que ele baixará do suporte. Assim, no final, serão compostos dois jogos: o que estava na mesa ficará como um *grupo* de tronco-tetraedros (faces, *Geommynoes* e vértices) e o que foi baixado no suporte criará uma *sequência* de tronco-tetraedro, cuboctaedro e tronco-cubo de arestas.

A partida continua até que um jogador esvazie seu suporte e diga a palavra *Geommynoes*. Após esse momento, procede-se então a contagem dos pontos e o jogo se encerra.

No tocante à pontuação, aqueles que somaram o valor das fichas que restaram em seus suportes e anotaram o resultado como pontuação negativa serão considerados os jogadores perdedores. É importante lembrar que, nas fichas

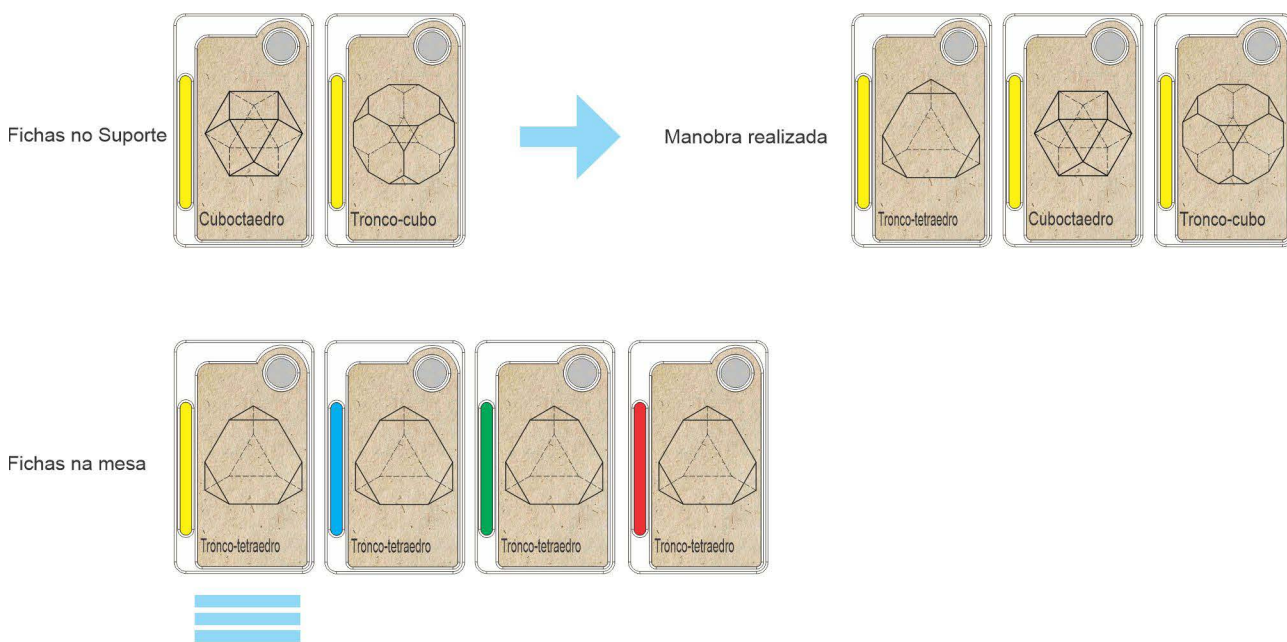
coringa *Geommynoes* (verdes), o valor atribuído às fichas que restaram será o maior valor dos três elementos possíveis (vértices, arestas ou faces). O valor da ficha varia de acordo com a sua simbologia, como se mostra na figura 15.

Para compreendermos os resultados, formulamos quatro perguntas para os professores, para entender se, sob um olhar pedagógico profissional, o jogo seria funcional. As perguntas foram: (i) o jogo é atrativo visualmente?; (ii) o jogo é cativante?; (iii) o jogo permite a sua jogabilidade?; e a mais importante de todas (iv) o jogo cumpre seu propósito? Sim ou não e por quê?

Segundo a análise dos professores, o jogo é visualmente atrativo, cativante, pode ser jogado sem problemas e cumpre seu propósito.

Na próxima etapa desta pesquisa, o material para a fabricação do jogo e dos moldes será o Pead. Esta pesquisa vem sendo desenvolvida no laboratório do Grupo de Experimentação de Artefatos 3D (Grea3D) do Departamento de

**Figura 14** – Exemplo de manobra 3



**Fonte:** Os autores (2021).



Figura 15 – Exemplo de valor das fichas



Fonte: Os autores (2021).

Expressão Gráfica (DEG) da UFPE, e, durante a graduação na Licenciatura em Expressão Gráfica, o primeiro autor deste capítulo foi monitor do laboratório, onde teve a oportunidade de vivenciar experiências com materiais para a impressão 3D — sendo o principal deles o ácido polilático (PLA). Além disso, o autor também desenvolveu, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da universidade (Pibic-UFPE), o trabalho intitulado *Plástico precioso: reciclagem de resíduos de impressões 3D e prototipagem rápida no desenvolvimento de produtos*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho foi sustentado teoricamente pelos trabalhos de Raymond Duval (2012), a partir da sua teoria dos registros de representação semiótica, e pela teoria da evolução do pensamento geométrico, de Dina e Pierre Van Hiele (1957). O princípio de Duval diz que toda representação possui elementos acidentais que são inerentes a ela e, quando houvesse a comparação de mais de um registro, estes poderiam completar o processo cognoscitivo para a construção do novo conhecimento. Com a proposta didática de-

monstrada nesta pesquisa, acrescenta-se mais um registro aos vários já existentes: um registro lúdico, que, além de diminuir a formalidade do elemento “aula”, também permite ao aluno reforçar o conhecimento em um ambiente mais descontraído, de maior socialização, clima esse que favorece a apreensão e a criação de novas ideias e reforça os conhecimentos construídos com antecedência.

A teoria de Dina e Pierre Van Hiele (1957) é um componente elementar que, quando amalgamado à teoria de Duval (2012), cria a atmosfera perfeita para que ambas funcionem como um par. A teoria dos Van Hiele (1957) tem como fundamento que os conteúdos geométricos devam ser construídos em um processo sequencial, que, por sua vez, não pode ser abreviado nem se valer de atalhos e têm quatro pontos básicos para seu correto funcionamento: (i) ordem fixa: defende que um aluno não pode estar em um nível  $n$  sem ter passado pelo anterior; (ii) adjacência: os níveis de pensamentos são intrínsecos e extrínsecos a cada nível; (iii) distinção: cada nível tem sua própria representação simbólica; e (iv) separação: duas pessoas de diferentes níveis não podem dialogar sobre a temática mais avançada. Esses dois conceitos teóricos foram

o arcabouço teórico para o desenvolvimento da mecânica do jogo didático, orientando seu curso e definindo sua construção.

Este projeto foi possível graças à caminhada de vários anos junto ao curso de Expressão Gráfica, por meio do qual foi proporcionado o uso de ferramentas gráficas digitais e mecânicas (equipamentos do Grea3D). Além disso, contar com a análise das professoras Mariana e Andiará, ambas do Departamento de Expressão Gráfica da UFPE, foi de suma importância para saber se o jogo tinha real aplicabilidade. Entende-se que o jogo cumpre a sua finalidade de reforçar e aprimorar a construção de conhecimentos do conteúdo Poliedros para os alunos do 9º ano do CAP, podendo esse jogo ser utilizado como um modelo didático, uma ferramenta para o professor corroborar o conhecimento dos alunos acerca da temática mencionada.

Quanto à produção das fichas em material Pead reciclado, sabe-se que é possível a fabricação das fichas nesse tipo de plástico com o auxílio de moldes impressos em 3D, fato esse percebido a partir da experiência do primeiro autor deste trabalho com testes, bem com a participação em uma oficina de *design* promovida na LEG e como monitor do laboratório Grea3D. Apesar dos bons resultados aqui relatados, a pandemia de Covid-19 infelizmente atrasou a etapa de produção do protótipo em Pead e os testes de impressão dos moldes que foram produzidos posteriormente para a análise dos resultados e uso do material indicado. Dessa maneira, a pesquisa não apresentou um resultado inteiramente satisfatório quanto à construção das fichas em Pead reciclado, uma vez que não houve condições para fazer os testes e afirmar que o projeto inicial para a criação das fichas funciona como planejado. No entanto, um possível desdobramento do presente trabalho consiste em dar continuidade à

pesquisa referente ao uso de plástico reciclado para produção de material didático e realizar o experimento prático dessa aplicação.

## REFERÊNCIAS

- ALMOULOU, S. A. *et al.* A geometria no ensino fundamental: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 27, p. 94-108, 2004. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_issuetoc&pid=1413-247820040003&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1413-247820040003&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 28 out. 2022.
- CLEMENTS, D. H. *et al.* Teaching and learning geometry: early foundations. *Quadrante*, Lisboa, 30 dez. 2018. Disponível em: <https://quadrante.apm.pt/index.php/quadrante/article/view/18>. Acesso em: 28 out. 2022.
- CONCEIÇÃO, M. B. *Aplicação de grafia Braille em papel cartão para embalagens de produtos farmacêuticos*. 2012. 46 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Embalagem) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012. Disponível em: <https://maua.br/files/monografias/aplicacao-de-grafia-braille-em-papel-cartao-para-embalagens-de-produtos-farmacuticos.pdf>. Acesso em: 28 out. 2022.
- DE VILLIERS, M. Algumas reflexões sobre a teoria de Van Hiele. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 400-431, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/5167>. Acesso em: 28 out. 2022.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução: Mércles Thadeu Moretti. *Revemat*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266>. Acesso em: 28 out. 2022.
- FRANCO, G. Sistema Braille. *Brasil Escola*, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/portugues/braille.htm>. Acesso em: 28 out. 2022.

KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?* 1. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

MORAES, D. B.; ALMEIDA, S. D. Inteligências múltiplas e o ensino da matemática na educação infantil. *In: JORNADA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 4., 2012, Passo Fundo. *Anais [...]*. Passo Fundo: UPF, 2012. p. 1-14. Disponível em: [http://anaisjem.upf.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=](http://anaisjem.upf.br/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=). Acesso em: 28 out. 2022.

OLIVEIRA, L. B. *Análise de um jogo como recurso didático para o ensino da geometria: jogo dos polígonos*. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/12653/1/Dissertacao\\_Lilian\\_Debora\\_Barros.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/12653/1/Dissertacao_Lilian_Debora_Barros.pdf). Acesso em: 28 out. 2022.

RUMMIKUB. Rummikub (Classic) (Danks). *Spilforsyningen*, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://spilforsyningen.dk/products/rummikub-classic>. Acesso em: 28 out. 2022.

VAN HIELE, P. M. *De problematiek van het inzicht gedemonstreerd aan het inzicht van schoolkinderen in meetkunde-leerstof*. Utrecht: University Utrecht, 1957.

VYGOTSKY, L. S. *Historia del desarrollo de las funciones físicas superiores*. Habana: Editorial Científico Técnica, 1987.



# *Precious Plastic* e inovação inclusiva: fabricação digital e reciclagem aplicadas ao desenvolvimento de produtos

Leticia Teixeira Mendes  
Joaquim Emanuel Aragão Araújo  
Pedro Ivo Albuquerque de Araújo e Silva  
Adilson Torres de Oliveira Sobrinho  
Marcos Eduardo Araújo de Lima

5

## INTRODUÇÃO

Atualmente, na busca por novos mercados, nota-se que as questões ambientais são consideradas cada vez mais importantes no processo de criação e produção de bens e serviços, incentivando o crescimento da utilização de tecnologias que minimizem o consumo de energia e que apresentem menor produção de resíduos, sem comprometer a rapidez e a eficiência. As tecnologias de prototipagem rápida (PR) e fabricação digital (FD) respondem ao dinamismo do mercado, possibilitando a criação de *mockups* e protótipos de forma rápida, simples e de baixo custo, com o objetivo de testar, manipular e visualizar o todo ou parte de um projeto em desenvolvimento (SHORT, 2015). Além disso, essas tecnologias permitem testar e desenvolver produtos com agilidade, diminuindo o tempo da tomada de decisões e, no contexto do presente projeto, cuja matéria-prima é constituída por resíduos plásticos, possibilita reutilizar o material, tornando a técnica sustentável (SONG, 2015).

Nos últimos anos, os avanços nas tecnologias de *computer-aided design* (CAD) e de *computer-aided manufacturing* (CAM) foram suficientes para demonstrar o impacto nos processos criativo e de produção em diferentes escalas — de objetos a edifícios. Novas oportunidades se seguiram a partir da experimentação nos campos da produção e da construção de formas complexas, que, anteriormente, dificilmente eram desenvolvidas utilizando tecnologias e métodos tradicionais (KOLAREVIC, 2004).

Frente ao crescimento significativo de temas que envolvem as tecnologias digitais e sua importância para a inserção no mercado de trabalho, o laboratório do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D da Universidade Federal de Pernambuco (Grea3D-UFPE) vem desenvolvendo parcerias por meio de projetos de extensão, com o objetivo de introduzir

e capacitar jovens em situação de vulnerabilidade social na utilização de equipamentos de PR e FD. Essas iniciativas ocorrem desde 2016, na comunidade do Pilar<sup>1</sup>, localizada no bairro do Recife Antigo, por meio da parceria com a organização não governamental (ONG) Instituição Plano B. Segundo a publicação dos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano do Recife (LIMA E SILVA, 2005), a comunidade do Pilar apresenta um dos menores índices de Desenvolvimento Humano (IDH) do município. Contudo, sua localização constitui uma área classificada pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Fidem) como um “território de oportunidades”. Essa definição está intrinsecamente vinculada à área central histórica do Recife, objeto abordado em diversas pesquisas, bem como de espaço contemplado em diversos planos e projetos propostos pelo poder público e por instituições privadas, precisamente por se tratar da região central da cidade, possuindo significativo valor imobiliário, histórico e cultural.

Este projeto se baseou na aplicação do método *design science research* (DSR), que fundamenta e sistematiza o desenvolvimento do trabalho quando o objetivo é um artefato ou uma prescrição (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

Alguns elementos podem ser elencados para uma contribuição adequada do *design science research*: (i) formalização de um problema relevante; (ii) demonstração da inexistência de soluções ou de que possam existir soluções mais efetivas para o problema formalizado; (iii) desenvolvimento e apresentação de um novo artefato que possa ser empregado para solu-

---

<sup>1</sup> O projeto *Plástico precioso Pilar* foi submetido pela ONG Instituição Plano B, em parceria com o Laboratório Grea3D (UFPE), ao Edital Casa Cidades, criado pela organização Fundo Casa Socioambiental. O projeto foi contemplado com o apoio financeiro do Fundo Socioambiental Caixa e da Fundação OAK, para a aquisição dos equipamentos para o laboratório de reciclagem da comunidade do Pilar, em 2019.

cionar o problema; e, por fim, (iv) avaliação dos artefatos quanto à sua utilidade e viabilidade, objetivando demonstrar sua validade prática e acadêmica (MARCH; STOREY, 2008).

March; e Smith (1995 *apud* LACERDA *et al.*, 2013) definem os tipos de artefatos como: (i) *constructos*, que “[...] definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para *designers* e pesquisadores” (MARCH; SMITH, 1995 *apud* LACERDA *et al.*, 2013, p. 749); (ii) *modelos*, que consistem em “[...] um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de *design*, modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são” (MARCH; SMITH, 1995 *apud* LACERDA *et al.*, 2013, p. 749); (iii) *métodos*, que constituem “[...] um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução (MARCH; SMITH, 1995 *apud* LACERDA *et al.*, 2013, p. 749); e (iv) *instanciação*, definida como “[...] a concretização de um artefato em seu ambiente” (MARCH; SMITH, 1995 *apud* LACERDA *et al.*, 2013, p. 749).

Dentro desse contexto, a metodologia proposta se enquadra nos objetivos definidos, ao passo que busca não apenas construir e desenvolver produtos a partir de resíduos plásticos, mas discutir sobre todo o processo que perpassa seu desenvolvimento até o consumo, objetivando descrever e refletir sobre cada etapa. Assim, Van Aken (2004, p. 228) afirma que a metodologia *Design Science Research* “[...] não se preocupa com a ação em si mesma, mas com o conhecimento que pode ser utilizado para projetar as soluções”. Portanto, a DSR não se refere exclusivamente ao desenvolvimento de produtos — ainda que possa servir para esse

fim —, mas aborda um objetivo mais amplo: produzir conhecimento com potencial de aplicação e utilidade para a solução de problemas, melhoria de sistemas já existentes e, ainda, a criação de novas soluções e/ou artefatos (VENABLE, 2006).

## METODOLOGIA

Em 2018, iniciou-se o projeto *Plástico precioso Pilar*<sup>2</sup> na referida comunidade, com o objetivo de promover a reciclagem aliada às tecnologias de fabricação digital, para geração de renda por meio do desenvolvimento de produtos. Essa iniciativa se baseou em um projeto internacional denominado *Precious plastic* (PP), criado pelo *designer* holandês Dave Hakkens, em 2013, e conta atualmente com a participação de ampla comunidade em diversos países. A proposta possibilita sua replicabilidade de maneira simples, com baixo custo, e busca colaborar na construção de comunidades mais resilientes. Dessa forma, contando com uma equipe multidisciplinar e firmada a parceria entre diferentes atores — a ONG Instituição Plano B, a UFPE e a Secretaria de Inovação Urbana —, a implantação na comunidade do Pilar consistiu no primeiro projeto PP na região do Nordeste.

O projeto *Precious plastic* — inicialmente elaborado por Hakkens como um trabalho de conclusão de curso (TCC) de graduação em *Design* — consiste em um conjunto de quatro equipamentos de baixo custo para reciclagem de plástico (trituradora, injetora, extrusora e compressor, vide figura 1) e um sistema de informações *open-source* que objetiva ensinar entusiastas e público interessado na montagem das máquinas, permitindo a viabilização e replicabilidade da proposta. Assim, essa plataforma disponibi-

2. Mais informações sobre a Cooperativa de Mulheres Palha de Arroz podem ser conferidas no perfil do Instagram: @pahladearroz.

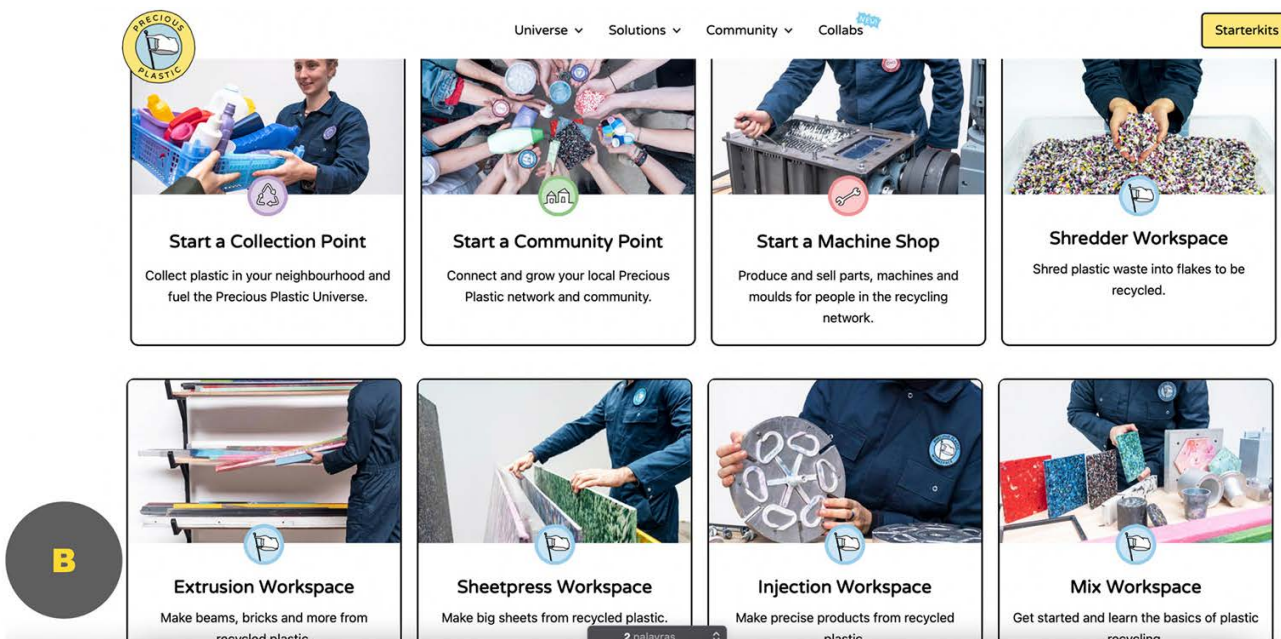
liza projetos técnicos, tutoriais, projeto gráfico e instruções para implantação de laboratórios de reciclagem em contextos diversos (Figura 1).

O presente projeto teve como objetivo capacitar o público-alvo (mulheres) para a reciclagem de plástico, utilizando-se equipamentos de fácil manuseio e baixo custo e fomentando um negócio social em escala local, por meio da criação de produtos como: fruteiras, porta lápis, vasos, dentre outros. Dessa forma, buscou-se criar oportunidades de inserção das participantes no mercado de trabalho, uma vez que a questão

ambiental se tornou uma premissa no desenvolvimento de novos produtos, além da preocupação principal por utilizar tecnologias que minimizem o consumo de energia e por abordar a redução da produção de resíduos, que constitui uma urgência na atualidade.

O laboratório de reciclagem implantado na comunidade do Pilar (figura 2A) possibilitou capacitar mulheres em situação de vulnerabilidade social (figura 2B) para o manuseio dos equipamentos de reciclagem, ressignificando o descarte do plástico para a geração de renda

**Figura 1** – Equipamentos de reciclagem de plástico. Informações para iniciar seu projeto de reciclagem: pontos de coleta de material, venda de equipamentos, espaço de trabalho utilizando as máquinas trituradora, extrusora, prensa e injetora



Fonte: Precious Plastic (2021).

por meio da conexão entre o fazer manual e o uso da tecnologia (figura 2C). Após a implantação do projeto *Precious plastic* na Comunidade do Pilar, a Secretaria de Inovação Urbana da Prefeitura do Recife ampliou o alcance das ações de reciclagem por meio do projeto *Recicla mais*, com o objetivo de transformar o lixo plástico em produtos com valor agregado — utensílios como vasos, saboneteiras, fruteiras — e soluções urbanas (figura 2D/E) para o dia a dia da população nas comunidades de baixa renda da cidade (Figura 2).

O projeto *Recicla mais* constitui uma iniciativa do projeto *Mais vida nos morros*, desenvolvido pela Prefeitura do Recife e em vigência desde 2016, definido como “[...] uma política pública de inovação e resiliência urbana que reinventa a cidade e combate a desigualdade socioespacial a partir da promoção do desenvolvimento sustentável, do protagonismo comunitário e da promoção de um espaço urbano melhor” (PREFEITURA DO RECIFE, 2021, n. p.). Como desdobramento do projeto de extensão *Plástico precioso*, pode-se destacar a iniciativa da

**Figura 2** – (A) laboratório de reciclagem instalado na comunidade do Pilar, resultado da parceria entre o Laboratório Grea3D (UFPE) e a ONG Instituição Plano B; (B/C) uso da extrusora de plástico para desenvolvimento de saboneteira e fruteira; (D) uso de molde para desenvolvimento de lixeira; (E) produto final: lixeira



Fonte: Araújo (2019).



**Figura 3** – (A e B) produtos desenvolvidos na extrusora do laboratório de reciclagem da comunidade do Pilar; (C) prefeito do Recife e equipe da Secretaria de Inovação Urbana visitam a feira de troca de produtos do projeto *Recicla mais* na comunidade do Sítio São Brás, em 31 de julho de 2020; (D) cooperativa Mulheres Palha de Arroz, projeto *Recicla mais* da Prefeitura do Recife (a integrante do projeto que está de blusa laranja foi participante do projeto de extensão na comunidade do Pilar)



Prefeitura do Recife para a criação do espaço de reciclagem que atende a Cooperativa de Mulheres Palha de Arroz<sup>3</sup>, cujas participantes foram capacitadas pelas integrantes do projeto na Comunidade do Pilar (Figura 3).

Este projeto objetivou unir os pilares de ensino, pesquisa e extensão, ao passo que buscou aplicar o conhecimento e os resultados das pesquisas de iniciação científica desenvolvidas no laboratório do Grupo de Experimentação de Artefatos 3D (Grea3D) intituladas *Plástico precioso: modelagem paramétrica, fabricação digital e reciclagem de resíduos plásticos aplicadas à Arquitetura*<sup>4</sup> e *Plástico precioso: reciclagem de resíduos de impressão 3D e prototipagem rápida no desenvolvimento de produtos*<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Pibic de processo nº 23076.032833/2020-59.

<sup>4</sup> Projeto com apoio Pibic/CNPq. ID do projeto: 180613600.

<sup>5</sup> O cobogó surgiu na década de 1920, em Recife, e é um elemento arquitetônico que permite a entrada de luz solar e a ventilação natural, utilizado nas aberturas de construções. Foi criado por Amadeu Oliveira Coimbra, Ernesto August Boeckmann e Antônio de Góis e teve seu nome criado a partir da junção da primeira sílaba dos sobrenomes de cada um de seus criadores. Os cobogós possuem influência da cultura árabe, baseados nos muxarabis — construídos em madeira, eram utilizados para fechar parcialmente os ambientes internos (DELAQUA, 2015).



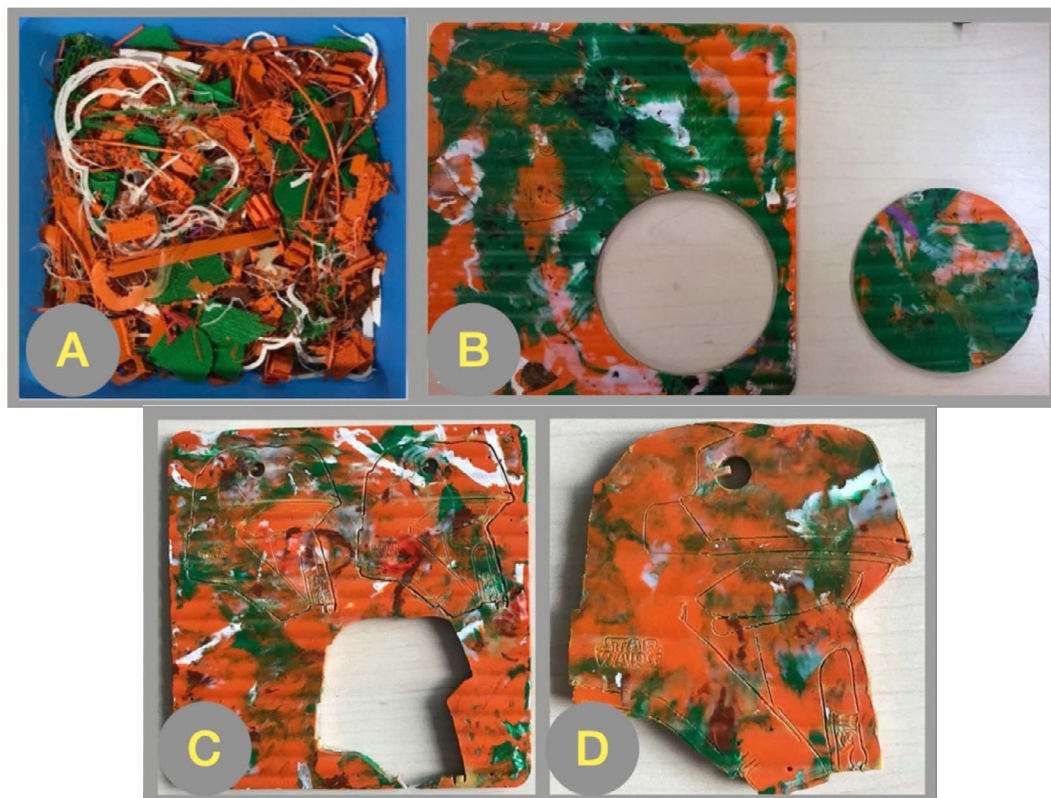
Fonte: Os autores (2020).

O projeto contou com a parceria da Secretaria de Inovação Urbana da Prefeitura do Recife, por meio da troca de saberes técnicos e científico e das experiências com os projetos *Recicla mais* e *Mais vida nos morros*.

## PRECIOUS PLASTIC UFPE

O laboratório do Grea3D é coordenado pela Profa. Dra. Leticia Teixeira Mendes e pela Profa. Dra. Auta Luciana Laurentino, além do Prof. Dr. Pedro Martins Aléssio e do Prof. MsC. Sadi da Silva Seabra Filho. Tendo sido criado em 2016, o laboratório consiste em um espaço de apoio às discussões dos novos

**Figura 4** – Imagem superior: resíduos provenientes de impressão 3D (restos de filamentos, impressões com problemas, material de suporte) em pedaços pequenos sólidos e placas recicladas a partir de resíduos de impressão 3D; (A e B) testes de corte a *laser* da placa reciclada: definição de potência para corte e gravação do material reciclado; (C) produto final cortado a *laser*



**Fonte:** Os autores (2018).

paradigmas na prática projetual a partir da inserção das ferramentas de PR/FD, além de buscar intensificar e promover experimentações multidisciplinares, projetos de pesquisa, extensão e parcerias com colaboradores externos. A primeira etapa do projeto teve como objetivo propor técnicas de reciclagem dos resíduos provenientes das atividades desenvolvidas no laboratório, para um melhor aproveitamento dos insumos (como filamento ABS e PLA utilizado nas impressoras 3D) e a utilização dos próprios equipamentos na criação de novos produtos (Figura 4).

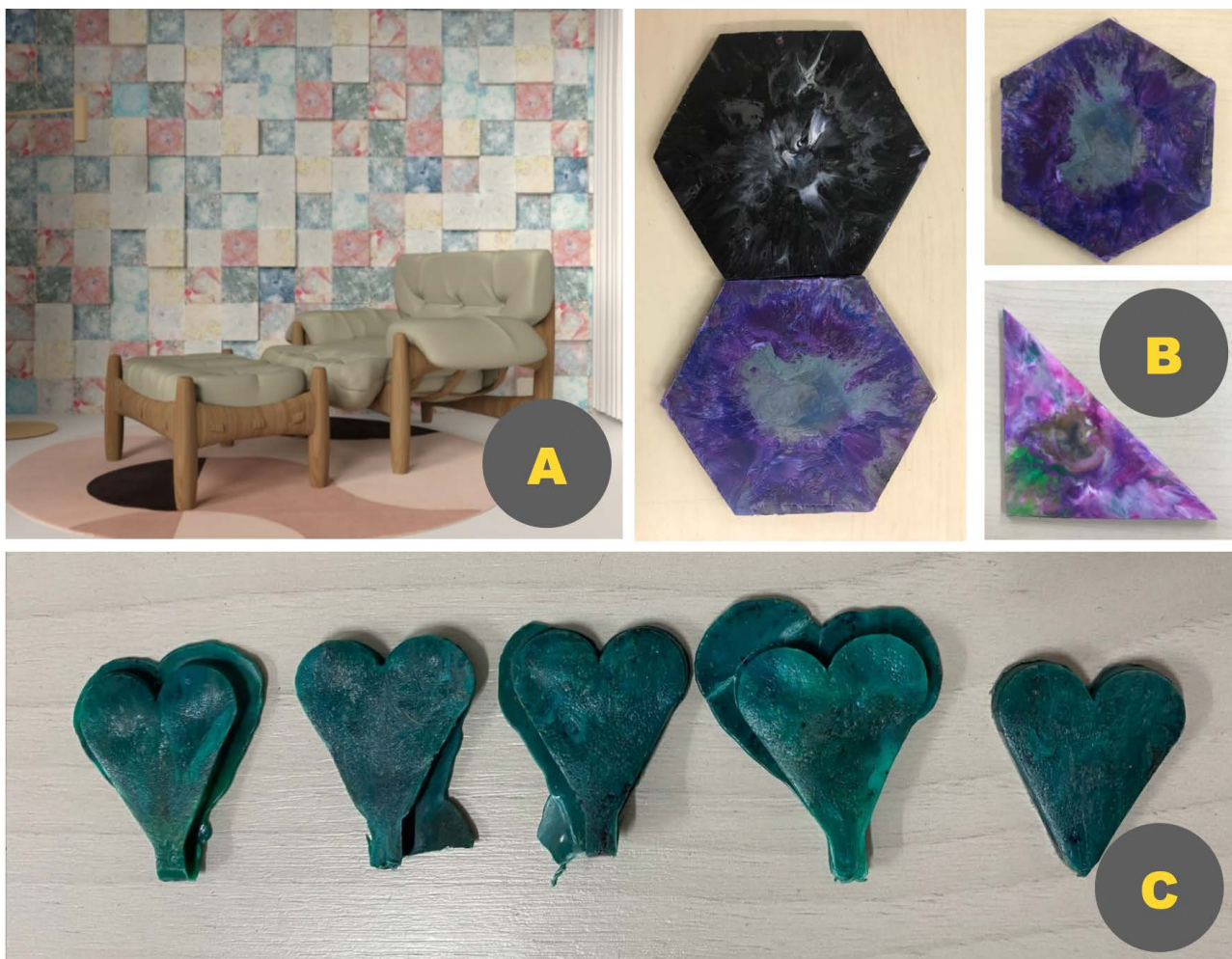
Dando continuidade aos experimentos anteriores, o projeto buscou ampliar as opções de resíduo plástico a ser reciclado, não apenas proveniente das tecnologias de PR/FD disponíveis no laboratório Grea3D, mas também

de embalagens e outros produtos descartados (principalmente Tipo 2 - Pead e Tipo 5 - polipropileno); e explorar o potencial das tecnologias digitais associadas à reciclagem. Dessa forma, objetivou-se o desenvolvimento de moldes e fôrmas, por meio de tecnologias digitais, para explorar a viabilidade de produção de elementos arquitetônicos, tais como: revestimentos, cobogós<sup>6</sup>, blocos construtivos e componentes para a produção de bijuterias/ acessórios, tais como brincos, colares e chaveiros, utilizando como matéria-prima resíduos plásticos (Figura 5).

Além dos experimentos utilizando a injetora de plástico, foram realizados estudos com os

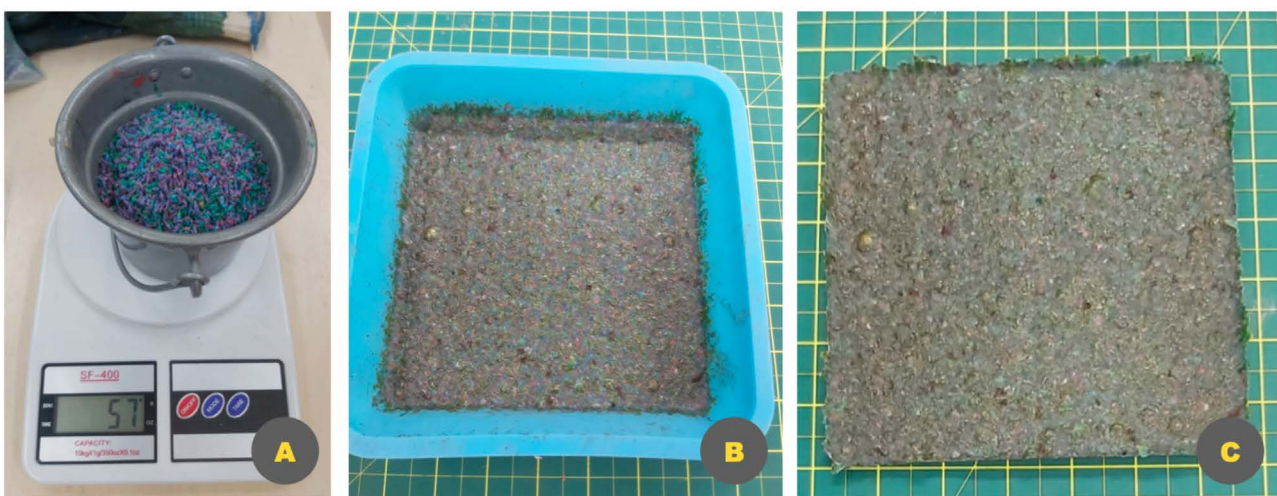
<sup>6</sup> A página da oficina no Instagram pode ser conferida em: <https://www.instagram.com/arte8reciclagem/>.

**Figura 5** – (A) modelo geométrico digital para simulação de revestimento, produzido com plástico reciclado aplicado na parede; (B) testes de revestimento com plástico reciclado produzido na injetora; e (C) testes de elemento para composição de bijuteria/acessório, produzido com plástico reciclado utilizando máquina injetora



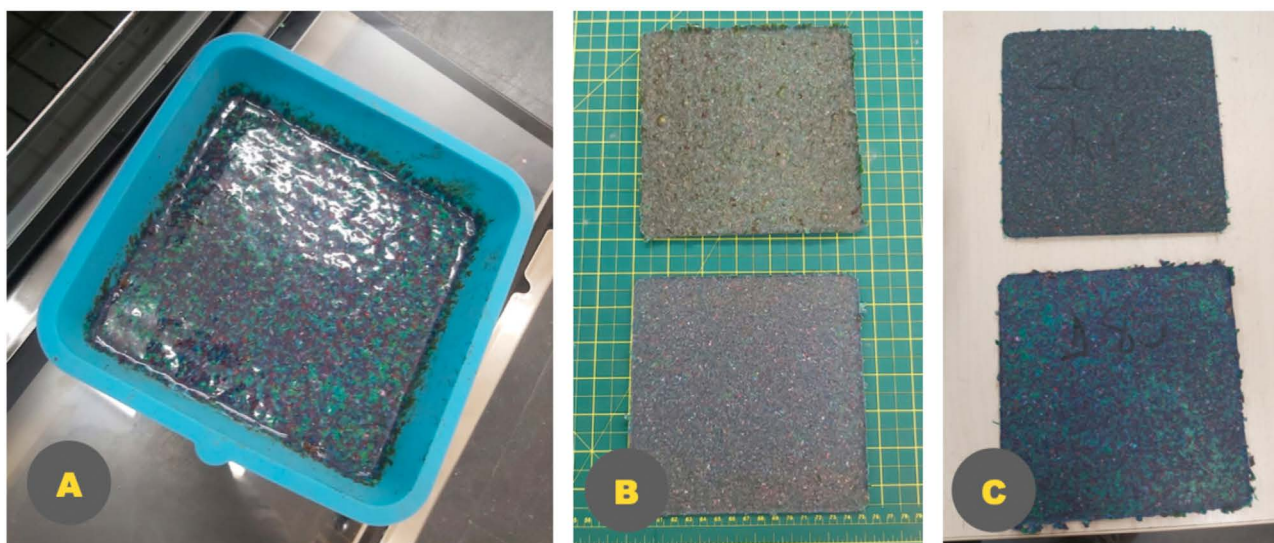
Fonte: Os autores (2022).

**Figura 6** – (A) material pesado, polipropileno (tipo 5); (B) material na forma de silicone após forno elétrico; e (C) placa desenformada, que apresenta superfície regular, alteração da cor e bolhas



Fonte: Os autores (2022).

**Figura 7** – (A) material na forma de silicone ao sair do forno elétrico, polipropileno (tipo 5); (B) comparação entre o teste 1 (placa superior) e o teste 2 (placa inferior); e (C) apresenta o outro lado da placa, evidenciando a alteração das cores e da textura entre os dois testes realizados



Fonte: Os autores (2022).

plásticos tipo 2 (Pead) e 5 (polipropileno), para a produção de placas utilizando forno elétrico e moldes de silicone. Uma das vantagens dessa técnica é o baixo custo dos equipamentos e materiais necessários para produção das placas e a baixa complexidade do processo, permitindo a criação de um produto versátil e resistente (de acordo com a espessura do componente). O primeiro teste foi realizado com 57 gramas de polipropileno, constituído de resíduo da usinagem de outra placa de plástico reciclado, durante 45 minutos no forno elétrico, em temperatura de 230°C. No entanto, o resultado não foi satisfatório, pois o material foi queimado devido à alta temperatura (Figura 6).

No segundo teste, utilizou-se os mesmos materiais, apenas com variação da quantidade de material (51g) e temperatura (180°C) do forno elétrico. Assim, os resultados foram mais consistentes, apresentando menor variação de cor e textura mais uniforme, conforme a comparação entre os testes apresentada nas figuras 7 B e C.

Os resultados dos testes para a produção de placas a partir de resíduos plásticos serão uti-

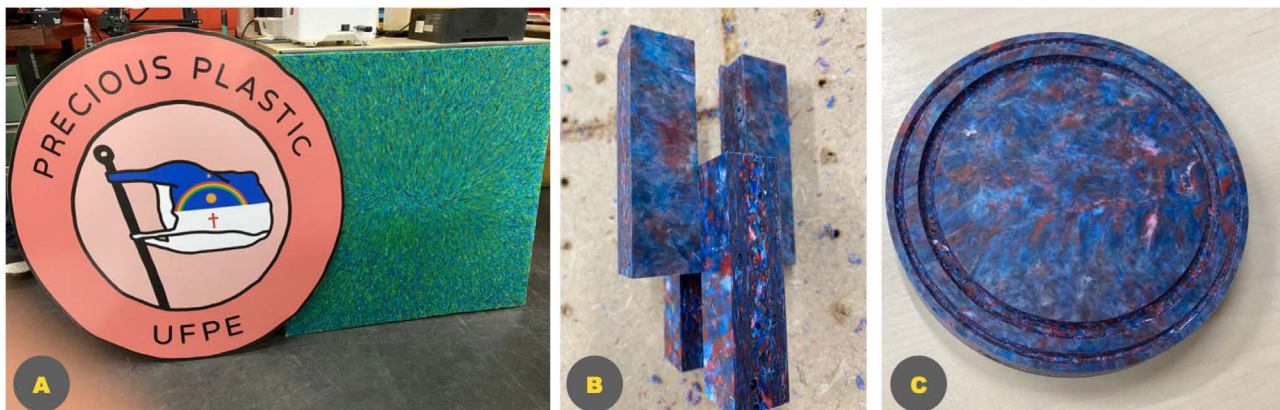
lizados para o desenvolvimento de um manual para auxiliar esse processo de reciclagem de baixo custo. Esse material será disponibilizado no *website* do laboratório do Grea3D e nas redes sociais, além de ser veiculado também nos meios de divulgação dos parceiros do projeto.

Além dos testes das placas recicladas em pequeno formato, aproximadamente 22cm x 22cm, foram desenvolvidos testes de usinagem em fresadora CNC de placas de médio formato (70cm x 70cm), produzidas em forno elétrico industrial e prensa fria pela oficina *Arte 8 Reciclagem*, criada por Felipe Cazé<sup>7</sup>. A oficina também conta com a parceria da equipe do *Precious plastic cotia*<sup>8</sup>, sob a coordenação do engenheiro mecânico Alexandre Uemura e de Marise Uemura, responsáveis pela fabricação das máquinas de reciclagem.

<sup>7</sup> A página do projeto no Instagram pode ser conferida em: <https://www.instagram.com/preciousplastic.cotiabr/>.

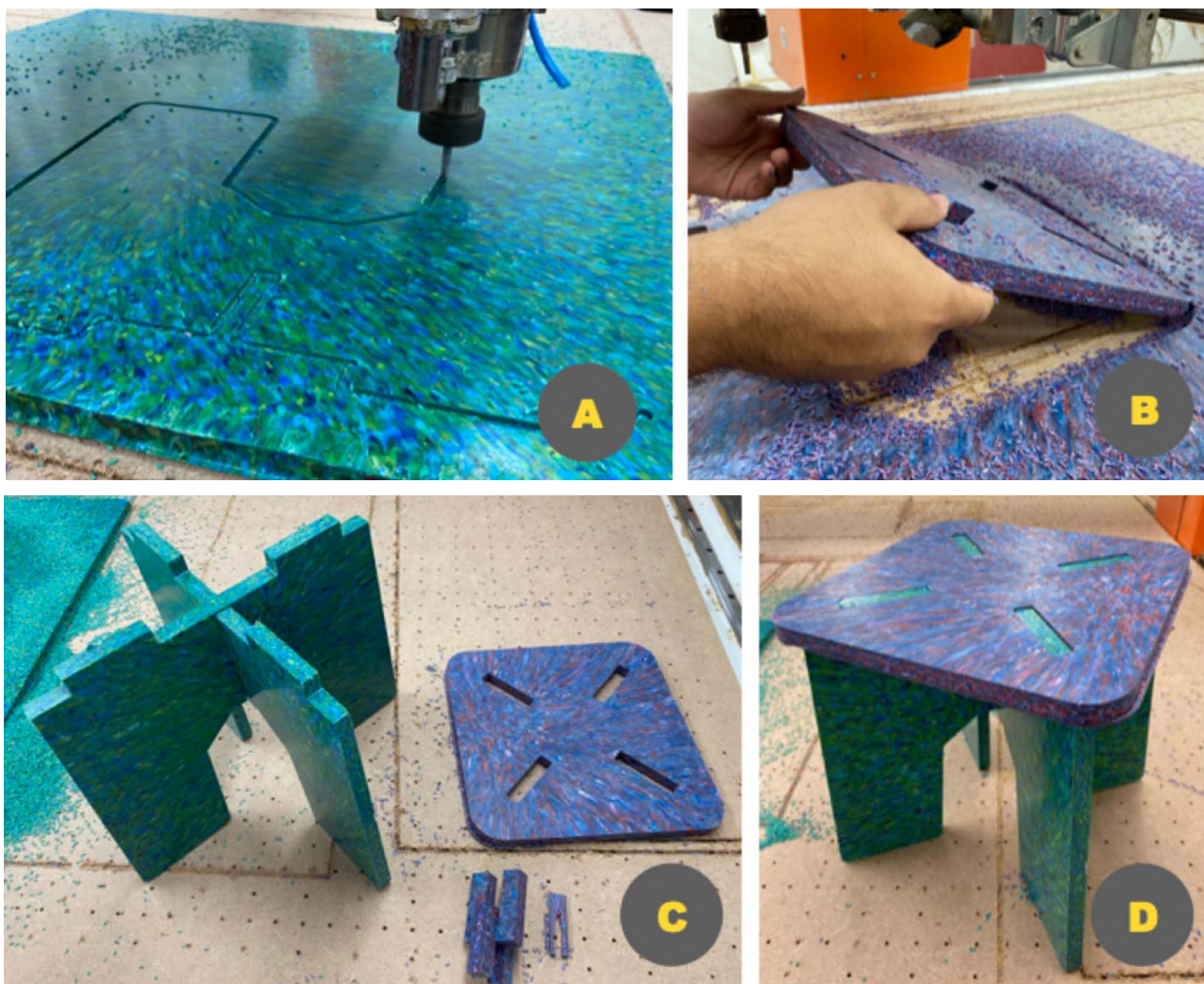
<sup>8</sup> Objeto cuja função é redirecionar a tensão aplicada pelos elásticos das máscaras, cirúrgicas ou caseiras, das orelhas para o *ear saver*, localizado na região superior do crânio (COSTA *et al.*, 2021).

**Figura 8** – (A) placa de 70cm x 70cm de plástico reciclado (polipropileno) produzida pela oficina *Arte 8 Reciclagem*, em parceria com a equipe *Precious plastic cotia*; (B) teste de encaixe de duas peças de polipropileno reciclado, usinados em fresadora CNC; e (C) teste de corte e gravação de peça em polipropileno, feita em fresadora CNC



Fonte: Os autores (2022).

**Figura 9** – (A) placa de 70cm x 70cm de plástico reciclado (polipropileno), sendo usinada em fresadora CNC; (B) placa retirada da peça da fresadora CNC; (C) peças em polipropileno produzidas em fresadora CNC e início da montagem do banco; e (D) banco, em escala real, montado



Fonte: Os autores (2022).

As placas utilizadas na fresadora CNC do laboratório Grea3D foram produzidas com 10kg de plástico do tipo Polipropileno e cada uma apresenta espessura de 15mm. Os primeiros testes realizados tiveram como objetivo definir o tipo de ferramenta (fresa) que seria utilizado no centro de usinagem CNC, bem como outros parâmetros, tais como a velocidade, a quantidade de vezes que o percurso seria feito para cortar a placa, os tipos de encaixe, as configurações para gravação etc. (Figura 8).

Após a realização dos testes que permitiram a definição dos parâmetros para usinagem da placa de Polipropileno na fresadora CNC, foi desenvolvido o primeiro experimento do Laboratório Grea3D para produção de mobiliário com tecnologia subtrativa de fabricação digital (fresadora CNC). Assim, com o intuito de explorar o potencial de aliar novas ferramentas digitais à reciclagem de plástico, optou-se pela produção de uma peça pequena — um banco, no entanto, em escala real — com altura de 32cm, para introduzirmos essas abordagens projetuais no presente projeto.

O teste do banco foi bem-sucedido e permitiu a análise do comportamento do material utilizando a referida tecnologia (figura 9A) e parâmetros quanto ao acabamento (figura 9B), proporção das peças, encaixe (figura 9C), tempo de produção, quantidade de resíduo e pós-processamento da peça (figura 9D).

A realização do experimento em escala real por meio da tecnologia de FD permitiu analisarmos uma aplicação prática no campo do *Design* de Produto — em específico, de mobiliário —, instigando reflexões acerca do potencial dessa abordagem para a melhoria dos espaços de convívio/lazer nas comunidades nas quais os projetos de extensão do Grea3D têm atuado, utilizando como matéria-prima embalagens plásticas que seriam descartadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o Brasil é o 4º país que mais produz resíduo plástico no mundo — 11,3 milhões de toneladas — e que o volume descartado nos oceanos todos os anos é de aproximadamente 10 milhões de toneladas, torna-se urgente repensar os modos de produção, consumo e, principalmente, de reciclagem desse material.

Partindo do objetivo de utilizar tecnologias de FD aliadas à reciclagem de plástico para desenvolvimento de produtos, buscou-se oportunidades de conectar o ensino, a pesquisa e a extensão para explorar as possibilidades de geração de renda e criação de bens e serviços a partir da inserção dessa iniciativa em comunidades em situação de vulnerabilidade social.

Segundo Volpato *et al.* (2007), a introdução de tecnologias de PR no processo de desenvolvimento de um produto aumenta a confiabilidade das informações que servirão de dados de entrada para as etapas seguintes do projeto. Além disso, as tecnologias de PR permitem a identificação dos problemas desde as fases iniciais do processo de projeto, como na concepção de um produto — independentemente da escala, sendo um objeto ou parte de um edifício, por exemplo. Dessa forma, considerando o aspecto econômico, o uso das tecnologias de PR e FD na criação de produtos a partir da reciclagem de plástico permite a otimização do tempo para testar novas soluções e produtos inovadores, com incremento de qualidade e de maneira mais rápida e eficiente.

Além do resultado prático proposto neste projeto de extensão, buscou-se também estimular a discussão acerca de temas correlatos à sustentabilidade, a exemplo do consumo consciente e dos conceitos que o definem: repensar, recusar, reduzir, reaproveitar, reusar (por meio da seleção e reciclagem de mate-

riais), promover (a conscientização da redução do uso dos recursos naturais na criação de novos produtos) e questionar (o impacto socioambiental das escolhas do usuário/consumidor), contribuindo para a discussão de políticas públicas para a reciclagem de resíduos sólidos e para a inserção digital de jovens em situação de vulnerabilidade social.

A partir dos resultados alcançados, pretende-se ampliar a investigação sobre as possibilidades de aplicação dessa abordagem, não apenas na área do *Design* de Produto — objetos em escala menor, como: vasos, porta-lápis, fruteiras —, mas também explorar seu potencial na Arquitetura, no desenvolvimento de mobiliário, nos revestimentos e equipamentos urbanos e no impacto dessas criações para a melhoria da qualidade de vida em comunidades de baixa renda.

Assim, o presente projeto objetivou trazer uma contribuição prática para a produção do pensamento e da *práxis* relacionados às mudanças no desenvolvimento de produtos do ponto de vista da sustentabilidade, de como as tecnologias de fabricação digital podem contribuir para redução do impacto ambiental e do consumo de matéria-prima no processo de produção; e, por fim, do ponto de vista da geração de renda frente aos desafios impostos pela pandemia de Covid-19.

Por fim, esta ação visa a não apenas contribuir para o avanço de pesquisas abrangendo tecnologias digitais (PR e FD) do ponto de vista da sustentabilidade, mas também se aprofundar nessas temáticas a partir da *práxis* e promover a articulação com diferentes atores e a troca de conhecimentos por meio dos saberes técnico (como ocorreu com a parceria com a Secretaria de Inovação Urbana) e científico (parceria com pesquisadores e laboratórios da UFPE e outras instituições) aliados ao saber popular advindo da vivência da população que

vive nas comunidades do Recife e da região metropolitana. Dito isso, este projeto demonstrou o potencial da iniciativa internacional *Precious plastic* — sendo o primeiro instalado no Nordeste, em 2018 — para a transformação socioambiental de comunidades de baixa renda e sua contribuição na discussão de políticas públicas para resíduos sólidos em grandes centros urbanos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Facepe), com o processo de nº APQ-0581-6.12/21 e APQ-1175-6.04/21. Além desse importante apoio, também foram concedidas bolsas aos estudantes pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc) (Editais Pibexc 2021 e 2022) e pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da universidade (Pibic-UFPE-CNPq). Os autores também gostariam de agradecer a importante contribuição dos parceiros do projeto, os quais mencionamos: a ONG Instituição Plano B, pela confiança e pela dedicação aos projetos realizados nas comunidades; a Secretaria de Inovação Urbana da Prefeitura do Recife — em especial ao arquiteto César Araújo, pelo conhecimento compartilhado no laboratório de reciclagem *Plástico precioso do Pilar*; o apoio financeiro recebido no âmbito do *Programa casa cidades: fortalecendo comunidades para a construção de cidades inclusivas, resilientes e sustentáveis*, realizado pelo Fundo Socioambiental Casa com o apoio do Fundo Socioambiental Caixa e da Fundação OAK; o *Precious plastic cotia* — Alexandre Uemura e Marise Uemura, pelo apoio e conhecimento compartilhado; e a Oficina Arte 8 Reciclagem — Felipe Cazé, pela produção das placas recicladas de polipropileno e pela inspiração por meio do seu trabalho.

## REFERÊNCIAS

DELAQUA, V. Cobogós: breve história e usos. *ArchDaily Brasil*, [S. l.], 9 jun. 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/768101/cobogo>. Acesso em: 29 out. 2022.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KOLAREVIC, B. *Architecture in digital age: design and manufacturing*. [S. l.]: Routledge, 2004.

LACERDA, D. P. *et al.* Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/3CZmL4JJxLmxC-v6b3pnQ8pq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 out. 2022.

LIMA E SILVA, J. P. *Desenvolvimento humano: cidadania para todos. Prefeitura do Recife*, Recife, 2005. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/pnud2006/>. Acesso em: 29 out. 2022.

MARCH, S. T.; STOREY, V. C. Design science in the information systems discipline: an introduction to the special issue on design science research. *MIS Quarterly*, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 725-730, 2008. DOI: <https://doi.org/10.2307/25148869>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25148869>. Acesso em: 29 out. 2022.

PRECIOUS PLASTIC. *Make it precious: start a business from plastic waste. Precious Plastic*, [S. l.], 2021. Disponível em: <http://preciousplastic.com/>. Acesso em: 29 out. 2022.

PREFEITURA DO RECIFE. *Mais vida é reinventar o lugar em que se vive. Mais Vida nos Morros*, Recife, 2021. Disponível em: <https://maisvidanosmorros.recife.pe.gov.br/mais-vida-e-reinventar-o-lugar-em-que-se-vive/>. Acesso em: 29 out. 2022.

PREFEITURA DO RECIFE. *Recicla Mais. Mais Vida nos Morros*, Recife, 2021. Disponível em:

<https://maisvidanosmorros.recife.pe.gov.br/recicla-mais>. Acesso em: 29 out. 2022.

SHORT, D. B. *et al.* Environmental, health, and safety issues in rapid prototyping. *Rapid Prototyping Journal*, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 105-110, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/RPJ-11-2012-0111>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/RPJ-11-2012-0111/full/html>. Acesso em: 29 out. 2022.


SONG, P. *et al.* Printing 3D objects with interlocking parts. *Computer-Aided Geometric Design*, [S. l.], v. 35, p. 137-148, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cagd.2015.03.020>. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167839615000436](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167839615000436). Acesso em: 29 out. 2022.

VAN AKEN, J. E. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. *Journal of Management Studies*, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00430.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6486.2004.00430.x>. Acesso em: 29 out. 2022.

VENABLE, J. R. The role of theory and theorising in design science research. *DESRIST*, [S. l.], v. 24-25, p. 1-18, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/John-Venable/publication/228670522\\_The\\_role\\_of\\_theory\\_and\\_theorising\\_in\\_design\\_science\\_research/links/0deec522a8303c2ef1000000/The-role-of-theory-and-theorising-in-design-science-research.pdf](https://www.researchgate.net/profile/John-Venable/publication/228670522_The_role_of_theory_and_theorising_in_design_science_research/links/0deec522a8303c2ef1000000/The-role-of-theory-and-theorising-in-design-science-research.pdf). Acesso em: 29 out. 2022.

VOLPATO, N. *et al.* *Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações*. São Paulo: Blucher, 2007.



The background features abstract geometric shapes in shades of red and orange. On the left, there are several overlapping triangles and rectangles. A large, light-colored number '6' is positioned on the right side of the page.

# Redesign de um escudo facial direcionado para a população por manufatura aditiva no contexto da pandemia

Sadi da Silva Seabra Filho  
Walter Franklin Marques Correia  
Ney Brito Dantas  
Joaquim Emanuel Aragão Araújo  
Marcos Eduardo Araújo de Lima

## INTRODUÇÃO

No final do ano de 2019, um vírus foi identificado pela primeira vez no planeta. O Sars-CoV-2 (novo coronavírus), que causa a Covid-19, se espalhou pelo planeta e, em poucos meses, uma pandemia se instalou. O Ministério da Saúde passou então a alertar que a transmissão ocorria entre as pessoas através de gotículas ou por contato com objetos ou superfícies contaminados, sendo uma das recomendações de prevenção à Covid-19 o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), que, por sua vez, atuam como barreira física para essas gotículas contaminadas (BRASIL, 2020).

Um dos principais problemas da pandemia foi a falta de EPIs para a proteção dos trabalhadores dos serviços essenciais e para a população em geral, por conta da escassez da cadeia de suprimentos mundial. A produção de tais artefatos, apoiada na manufatura aditiva, atuou ativamente na contenção da propagação do vírus e trouxe esperança no combate à doença (SINGH; PRAKASH; RAMAKRISHNA, 2020).

Nesse contexto, para colaborar com o enfrentamento ao novo coronavírus, o laboratório do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (Grea3D) do Departamento de Expressão Gráfica (DEG), e o Laboratório de Concepção e Análise de Artefatos Inteligentes (LaCA2I), pertencente ao Departamento de *Design* — ambos do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAC-UFPE) — utilizaram os benefícios das tecnologias presentes em seus laboratórios para a confecção de EPIs do tipo escudo facial. Esse equipamento protege e ajuda a diminuir o risco de contaminação por gotículas através de uma barreira física transparente fixada em uma haste/suporte presa à cabeça.

A partir do exposto, neste capítulo é apresentado o processo de *redesign* de um escudo facial que foi um dos produtos criados no projeto de extensão intitulado de *Fabricação digital no combate à Covid-19*, registrado via Edital 03/2020 de Registro das Ações de Extensão com Movimentação Financeira. O artefato foi desenvolvido a partir de análises e de referências do modelo criado pelo projeto Hígia e buscou contemplar as especificidades e características do processo de fabricação por impressão 3D, para atingir as potencialidades dessa tecnologia e produzir o EPI de maneira mais rápida, utilizando menos material e proporcionando mais conforto para os usuários.

## MATERIALIZAÇÃO DIGITAL X COVID-19

A materialidade digital caracteriza-se pela precisão, ou seja, é um processo de concepção e desenvolvimento que tem em todos os seus detalhes um controle computacional. Ela está ligada à possibilidade de criar objetos, processos e/ou projetos que expressem materialidade através de dados dentro do ambiente virtual, apresentando propriedades que, anteriormente, só poderiam ser investigadas através do objeto físico real. Dessa forma, a abordagem da materialização digital engloba todo o processo de materialidade digital, prototipagem rápida (PR) e fabricação digital (FD). É a ideia do digital ao material, totalmente controlado por sistemas digitais (CUNHA, 2019; MEDEIROS; BRAVIANO, 2017).

O processo da materialização digital foi amplamente difundido pela manufatura aditiva (AM) ou impressão 3D, que é um princípio de fabricação ocorrido através da adição de camadas que são sobrepostas até formar um objeto tridimensional (VOLPATO *et al.*, 2007). Esse processo de fabricação é produzido por diferentes tipos de impressoras 3D, que, dependendo

do tipo, podem utilizar matéria-prima sólida, líquida ou em lâminas (PUPO, 2008).

O tipo de Impressora 3D mais comum no mercado e mais difundida é a *fused deposition modeling* (FDM). Esse modelo de impressora utiliza como matéria-prima um termoplástico em formato de filamento, geralmente com 1,75 mm de espessura. Esse filamento é aquecido e extrudado por um bico metálico com 0,4 mm de diâmetro (normalmente padrão de fábrica das impressoras, entretanto podendo-se trocar o bico por outros com diferentes diâmetros), formando camadas que são sobrepostas e produzem o objeto tridimensional.

Os filamentos termoplásticos mais facilmente encontrados são: acrilonitrila butadieno estireno (ABS); polietileno tereftalato de etileno glicol (PETG) e o ácido polilático (PLA), que foi o mais utilizado na produção dos escudos faciais neste projeto, por ser de material biodegradável e mais fácil de se trabalhar em impressoras do tipo aberta em relação ao ABS, que tem maior contração com a variação de temperatura.

Devido à necessidade de fabricação de escudos faciais duráveis e não descartáveis, que criassem uma barreira transparente contra gotículas de saliva, a impressão 3D do tipo FDM foi o principal método de fabricação dos modelos experimentais, em função da sua simplicidade, custo e produtividade mais vantajosos (TAVEL-RA *et al.*, 2021).

A materialização digital tem impactado os setores humanitários e de desenvolvimento através do seu potencial de prover recursos para atender a demanda urgente de suprimentos escassos e de peças de reposição. Mesmo não sendo a motivação original do movimento *maker*, os esforços realizados são inegáveis. A mobilização foi rápida e capaz de acelerar

a inovação. A situação extrema da Covid-19 destacou o potencial da comunidade *maker* em causar um impacto real, positivo e imediato diante do problema da pandemia (ARMANI *et al.*, 2020; CORSINI; ARANDA-JAN; MOULTRIE, 2019).

## **FABRICAC: FABRICAÇÃO DIGITAL NO COMBATE À COVID-19**

O projeto de extensão foi realizado de março de 2020 a abril de 2022 e teve apoio financeiro do Ministério Público do Trabalho de Pernambuco (MPT-PE) e da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco (Fadep), que disponibilizou recursos para serem direcionados à produção de artefatos fabricados digitalmente no combate à Covid-19, em especial os escudos faciais.

O desenvolvimento do projeto ocorreu em duas etapas: na primeira, em parceria ao projeto Hígia, funcionando como uma extensão do projeto nacional que durou de março a novembro de 2020; e, na segunda, atuando de maneira independente ao projeto Hígia, focando sobretudo nas demandas solicitadas diretamente pela UFPE no período de dezembro de 2020 a abril de 2022. Esse segundo período foi rebatizado de Fabricac, período em que foi criado o *redesign* do escudo facial.

O objetivo principal do projeto de extensão foi a produção de EPIs e equipamentos de proteção coletiva (EPC) através da materialização digital voltada ao combate à Covid-19. Além disso, o projeto também pretendia inserir as tecnologias de FD como ferramentas de apoio ao processo criativo; promover a articulação entre pesquisadores de outros grupos/instituições de pesquisa na busca por soluções para os equipamentos de proteção, com foco no combate ao novo co-

ronavírus (Covid-19); contribuir para o avanço de pesquisas de interesse social na área da materialização digital na UFPE; planejar a proteção coletiva em espaços de atendimento público na área de saúde; e desenvolver e fabricar novos EPIs e EPCs que auxiliassem no processo de retomada das atividades, tais como barreiras transparentes de atendimento, *ear saver*<sup>1</sup>, escudos faciais e ganchos para auxiliar na abertura de portas e demais acionamentos.

Por intermédio de uma outra parceria entre a UFPE e a Prefeitura do Recife, no segundo momento do projeto foi possível o pagamento de bolsas aos estudantes envolvidos no projeto, o que possibilitou um maior comprometimento e a manutenção deles dentro do projeto em virtude do período crítico econômico da maioria das pessoas. Inicialmente, foi realizada uma seleção de estudantes que se disponibilizaram a participar do projeto de forma híbrida (presencial e remotamente). Essa seleção se deu através de uma entrevista com todos os participantes, verificando a disponibilidade, o interesse e a habilidade com os equipamentos de tecnologia e FD.

A partir desse processo, foram escolhidos oito estudantes bolsistas, sendo quatro deles com carga horária semanal distribuídas em 16 horas presenciais e 4 horas remotas e os outros quatro integrantes com carga horária semanal de 8 horas presenciais e 2 horas remotas. Os estudantes selecionados foram dos cursos de Licenciatura em Expressão Gráfica (5), Engenharia Mecânica (1), Engenharia de Energias (1) e Engenharia de Controle e Automação (1), sendo todos estudantes da UFPE.

A coordenação foi feita pelo professor Sadi da Silva Seabra Filho, do DEG, e contou com

---

<sup>1</sup> *Standard triangle language* (STL), formato utilizado para converter os sólidos criados na modelagem em malhas triangulares.

a colaboração dos professores do Grea3D: Profa. Leticia Mendes, Profa. Auta Laurentino e Prof. Pedro Aléssio. Também colaborou com o projeto o Prof. Walter Franklin, docente do Departamento de *Design* e coordenador do LACA2I. Além dos professores, tivemos também a colaboração do técnico Rodrigo Oliveira, do Departamento de Eletrônica e Sistemas.

Os bolsistas foram organizados em horários alternados e em duplas, para que fossem mantidos os protocolos de biossegurança dentro do laboratório. Os bolsistas que tinham carga horária de 16 horas estavam presentes em dois dias, enquanto que os bolsistas de 8 horas estavam presentes em apenas um dia. A comunicação das atividades diárias era feita apenas pelo grupo de aplicativo de mensagens; entretanto, devido às falhas de continuidade das atividades, foi necessário desenvolver e utilizar um relatório de atividades diárias, que será detalhado mais adiante.

Nas reuniões iniciais, foram apresentadas as atividades e responsabilidades dos bolsistas em relação ao projeto. Algumas delas foram adaptadas ou repetidas do regimento interno do Grea3D, seguindo listadas a seguir:

- Planejar produtos voltados para o combate à Covid-19 que sejam desenvolvidos através da FD;
- Acompanhar e executar a produção dos artefatos desenvolvidos no projeto;
- Realizar relatórios periódicos das atividades;
- Manter a disciplina dentro do laboratório, desde o cumprimento dos horários pré-estabelecidos até a realização das atividades de pesquisa e extensão;

- Registrar, catalogar, conferir e controlar os materiais de consumo, uso comum e permanente;
- Conferir a produção, as ferramentas e equipamentos do laboratório;
- Zelar pela conservação e limpeza do espaço da sala;
- Listar ferramentas e equipamentos que precisam de manutenção e encaminhar ao coordenador do projeto;
- Organizar todas as ferramentas e equipamentos adquiridos antes de serem disponibilizados para utilização;
- Organizar todas as ferramentas e equipamentos após o uso no laboratório;
- Comunicar ao coordenador do projeto qualquer problema ocorrido, bem como a demanda para o funcionamento do laboratório e mesmo a necessidade de reposição ou acréscimo de materiais do acervo/coleção.

Nessa segunda fase do projeto, por terem sido estabelecidos prazos menos curtos e urgentes, os objetivos ficaram mais claros e foi possível rever o projeto das hastes do modelo Hígia, uma vez que, na primeira etapa, por uma questão de tempo, não foram destinados esforços para esse tipo de ação.

## REDESIGN DO ESCUDO FACIAL

O processo de produção dos escudos faciais começa com a criação do modelo 3D digital em um *software* de *computer aided design* (CAD), que, em seguida, é convertido em

formato *stereolithography* (STL)<sup>2</sup>. Esse arquivo, na sequência, é levado para um programa de fatiamento e planejamento de impressão. Após todos os *inputs* para configurar a impressão, o *software*, no caso específico o Ultimaker CURA, gera um arquivo G-code, que é uma extensão de arquivo que se comunica com a impressora para executar o modelo 3D digital com as especificações do planejamento.

O modelo desenvolvido pelo projeto do Hígia sofreu algumas alterações no decorrer de suas atividades. Todos os modelos, quando criados, eram reenviados aos *hubs* e redistribuídos pela rede de *makers*. Na tabela 1, a seguir, serão apresentadas as modificações, em ordem cronológica, que ocorreram ao longo da primeira etapa do projeto Hígia-PE. Essas modificações foram realizadas pelas idealizadoras do projeto Hígia: a Women in 3D printing<sup>3</sup>. Na coluna de observações, são descritas as modificações e uma breve análise delas (quadro 1).

No Fabricac, foi possível rever o projeto desenvolvido pela Women in 3D Printing e adequá-lo às necessidades apresentadas através do *feedback* dos usuários com os quais tivemos contato e das particularidades do processo produtivo das impressoras 3D.

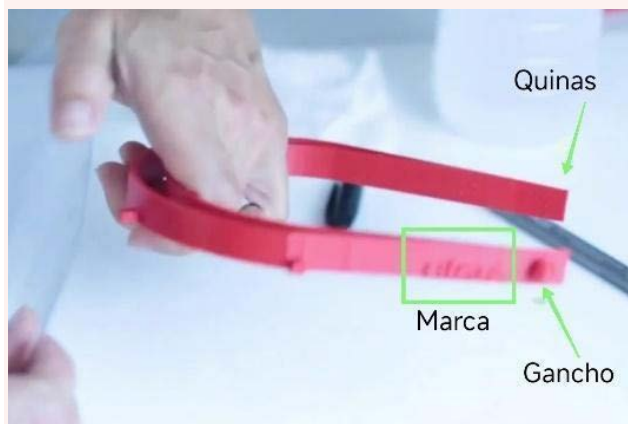
As questões levantadas junto aos usuários, através de conversas informais ainda no período da fase 1 do projeto, foram: (i) o uso continuado da haste por várias horas, com as quinas da haste em contato com a pele, causando incômodos; (ii) ao montar o EPI, no

2 A Women in 3D Printing começou em 2014, a partir do desejo de compartilhar as histórias das mulheres que moldaram o espaço da Manufatura Aditiva (WOMEN IN 3D PRINTING, 2021).

3 Suportes são elementos adicionais à peça em si que ajudam a sustentá-la enquanto é impressa.

**Quadro 1 – Evolução dos modelos de haste desenvolvidos pela Women in 3D Printing}**

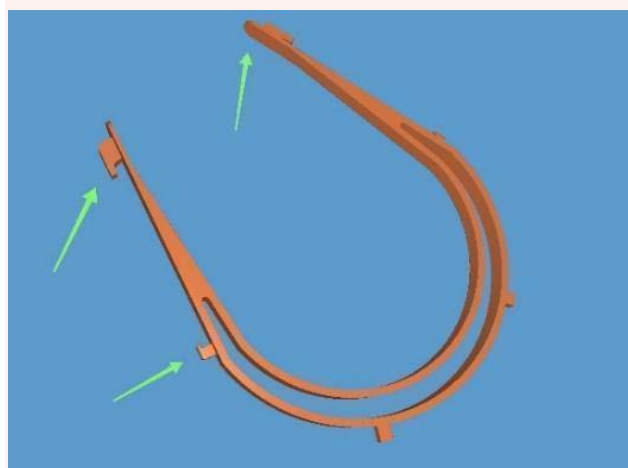
Versão	Observações
--------	-------------



Fonte: (O QUE..., 2020).

Na primeira versão do projeto, o modelo apresentava a marca do projeto “HÍGIA” em alto relevo, um gancho em formato de “cogumelo” para se colocar o elástico e, na extremidade, eram observadas quinas “vivas”.

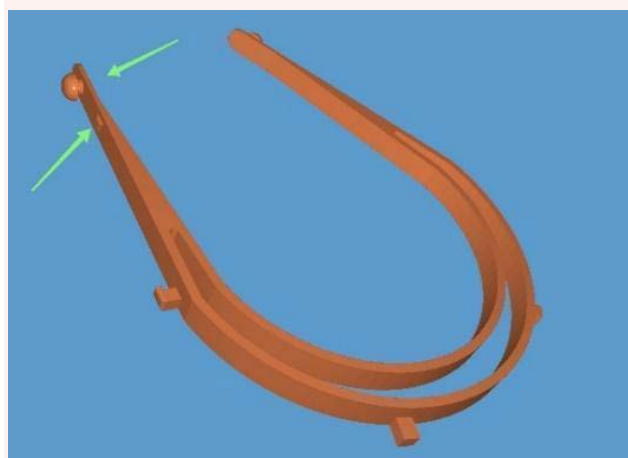
**Figura 2 – Versão 2 do projeto Hígia**



Fonte: Os autores (2020).

Na versão 2, foram alterados alguns pontos em relação ao primeiro: retirou-se a marca em alto relevo com a justificativa de facilitar a higienização do EPI; arredondou-se as extremidades da haste e os pinos finais de encaixe do visor transparente; modificou-se os ganchos do elástico para dar mais resistência; e por fim diminuiu-se um pouco da altura da haste.

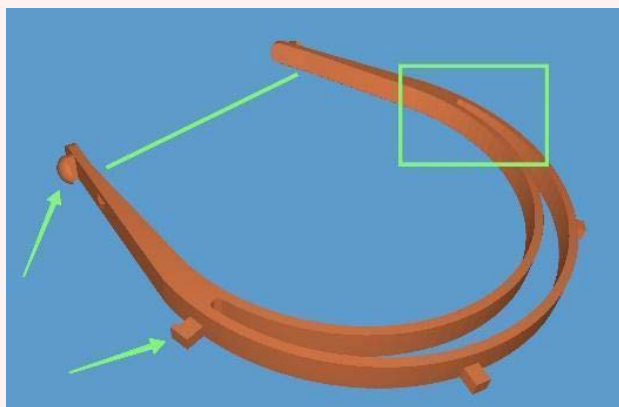
**Figura 3 – Versão 3 do projeto Hígia**



Fonte: Os autores (2020).

Na versão 3, foram feitas pequenas alterações: voltou-se a tentar utilizar o gancho em forma de “cogumelo” e foi adicionado um pequeno triângulo em um dos lados, para indicar a posição correta da haste no momento de se encaixar o visor transparente.

**Figura 4** – Versão 4 do projeto Hígia



Fonte: Os autores (2020).

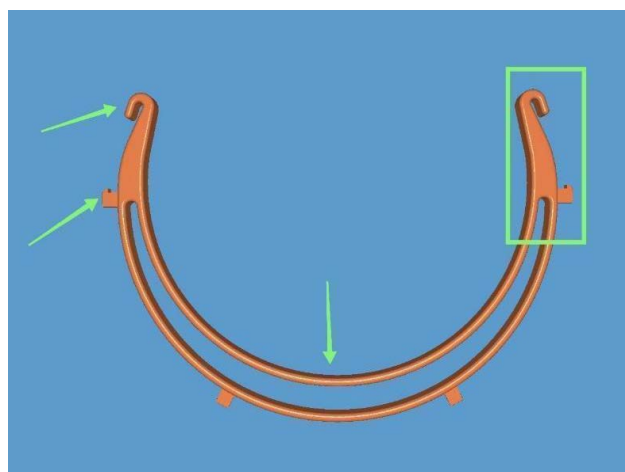
Na versão 4, a final do projeto Hígia, foram feitas importantes modificações: o gancho foi redesenhado com o formato da combinação de meio cilindro e uma meia esfera; o pino de encaixe do visor transparente deixou de ser arredondado; e as “pernas” ficaram mais curtas, o que aumentou o distanciamento entre elas, deixando um visual mais arredondado.

Fonte: Os autores (2021).

momento da colocação do visor transparente, os pinos finais “quadrados” dificultavam o encaixe, provocando machucados nos dedos e/ou danificando o visor transparente; e, por fim, (iii) alguns usuários criticaram o uso de ligas elásticas, justificando que se enrolavam nos cabelos, provocando desconforto. Como solução, eles mesmos substituíram as ligas por elásticos do tipo aurata com furos, que é frequentemente utilizado na confecção de roupas infantis e de gestantes por possuir gradações que podem facilmente ajustar-se conforme a mudança de tamanho do indivíduo (ARMARINHO SÃO JOSÉ, 2022).

Outros pontos de melhoramento observados relacionados à questão produtiva foram: (i) que a haste fosse impressa em menos tempo; (ii) que estivesse mais integrada às limitações das impressoras 3D, evitando problemas de descolamento de camada e percursos mais fluidos, diminuindo o número de retrações; (iii) que se gastasse menos material; dessa forma, tendo um aproveitamento maior do rolo de filamento; e, por fim, (iv) que houvesse a possibilidade de se imprimir o máximo de unidades por ciclo de impressão.

**Figura 5** – Primeiro modelo desenvolvido no projeto Fabricac



Fonte: Os autores (2020).

Com esse partido projetual de *redesign*, foi proposto um novo modelo de haste para o escudo facial do projeto. O modelo foi desenvolvido no *software* de modelagem 3D Rhinoceros 5, com ajuda do AutoCAD 2021 versão educacional, sendo este último utilizado para a parte do desenho técnico. A primeira versão desenvolvida segue apresentada na figura 5.

Nessa primeira versão, foi possível atender a quase todos os pontos levantados para o melhoramento da haste:

- Os ganchos para os elásticos foram criados para acompanhar o movimento do bico de extrusão da impressora de maneira mais fluida;
- As “pernas” do modelo foram encurtadas. Dessa maneira, tem-se a necessidade de aumentar o tamanho do elástico aurata que faz a fixação na cabeça; entretanto, com uma haste menor, reduz-se o tempo de impressão e diminui-se a quantidade de material, além do número de hastes por ciclo de impressão ser maior; ou seja, cabendo mais hastes na “mesa” da impressora ao mesmo tempo durante uma impressão;
- Os últimos pinos de encaixe do visor transparente foram contemplados com uma pequena curva, para facilitar e deslizar o visor até seu travamento;
- Para evitar o deslocamento de camadas, foi necessário definir as espessuras, indicadas na figura 5 pela seta verde para baixo, em 2,8 mm, valor que é múltiplo da espessura de extrusão de um bico de 0,4 mm (bico frequentemente utilizado pelas impressoras do tipo FDM), evitando a sobreposição de camadas e, consequentemente, o deslocamento delas.

Nos primeiros testes desse modelo com a equipe de execução e com usuários mais ligados ao projeto, verificou-se que, com o uso por um tempo prolongado, as hastes estavam apertando na cabeça dos usuários por conta das extremidades estarem voltadas para dentro (conforme o retângulo verde da figura 5), criando um único ponto de contato. Segue imagem do modelo 1 sendo testado por uma voluntária (figura 6).

**Figura 6** – Teste do modelo 1 por uma voluntária da área da Saúde



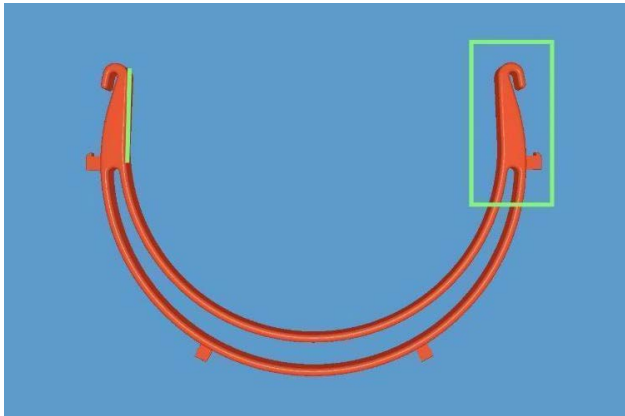
**Fonte:** Os autores (2020).

Nesse teste, ainda sem a utilização do elástico aurata, verificou-se que a haste estava apertando e gerando desconforto com o uso prolongado justamente onde é indicado pela seta verde, na figura 6. Diante desses *feedbacks*, foi proposta uma nova versão, agora com um pouco mais de abertura na curva final, garantindo que a haste tivesse mais pontos de contato com a cabeça dos usuários, conforme mostram a figuras 7 e 8.

A seguir, é apresentada uma perspectiva dessa segunda versão, com indicação das melhorias realizadas em relação ao modelo do projeto Hígia (figura 7).

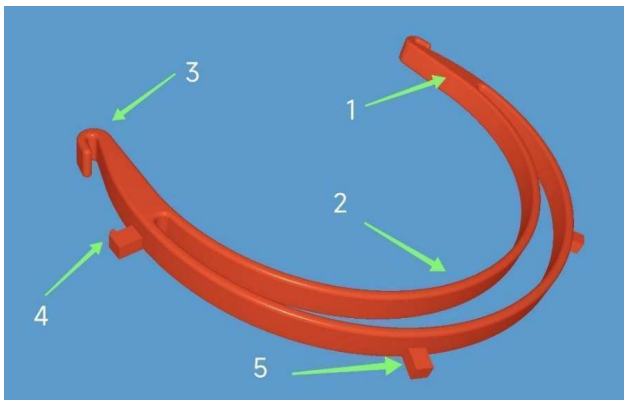


**Figura 7** – Segundo modelo desenvolvido no projeto Fabricac



Fonte: Os autores (2020).

**Figura 8** – Segundo modelo desenvolvido no projeto Fabricac– perspectiva



Fonte: Os autores (2020).

Na perspectiva (figura 8), é possível verificar que a haste teve um boleamento em todo o seu corpo, exceto nos pinos de fixação (4,5), pois nesses locais é necessária uma área de atrito para manter fixo o visor transparente; o local para encaixe do elástico (3) ficou contínuo, favorecendo o movimento da impressora e evitando retrações, o que gera mais agilidade. Além disso, as espessuras indicadas pelo ponto 2 estão com 2,8 mm, o que evita o deslocamento de camadas, por ser um valor múltiplo de 0,4 mm (tamanho do bico da maioria das impressoras do tipo FDM). No ponto 1, observa-se o encurtamento das “pernas” da haste. Por fim, é importante destacar que a posição dos pinos não foi modificada em relação aos modelos do projeto Hígia,

**Figura 9** – Haste do projeto Hígia, em branco, e haste do projeto Fabricac, em vermelho



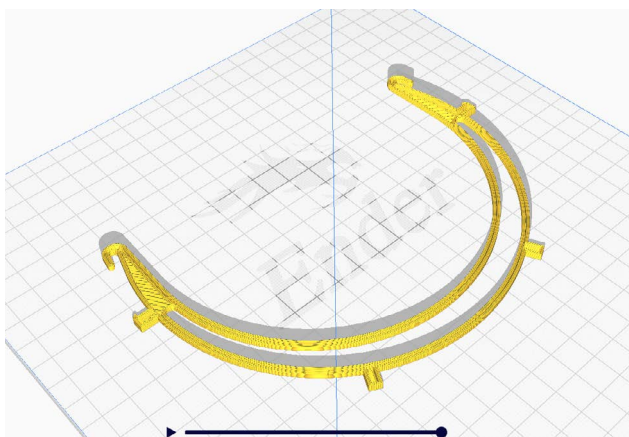
Fonte: Os autores (2020).

mantendo, assim, a mesma posição da furação do visor transparente, ou seja, não gerando modificações no plano de corte desse componente. Na figura 9 a seguir, foram dispostas as hastes do modelo Hígia versão 4 e do modelo desenvolvido pelo projeto Fabricac (figura 9).

A haste desenvolvida no projeto Fabricac passou a ter um tamanho menor, o que possibilitou uma redução do tempo de impressão para 33 minutos e a obtenção de um peso médio de 17 gramas, gerando uma economia de tempo de mais de 15 minutos por haste e produzindo até 58 hastes por rolo de 1kg de filamento, desconsiderando-se perdas. Esses dados foram obtidos através do programa de fatiamento Ultimaker Cura e foram utilizados os mesmos parâmetros de impressão nos modelos do projeto Hígia.

As configurações básicas no projeto das hastes materializadas foram: altura da camada = 0,28 mm; número de filetes de parede = 3; camadas superiores = 5; camadas inferiores = 4; densidade = 0%; temperatura de impressão = 205°C; temperatura da mesa = 60°C; velocidade de impressão = 70 mm/s; suporte = desativado; e aderência à mesa = nenhuma.

**Figura 10** – Fatiamento do modelo de haste desenvolvido no projeto Fabricac



Fonte: Os autores (2020).

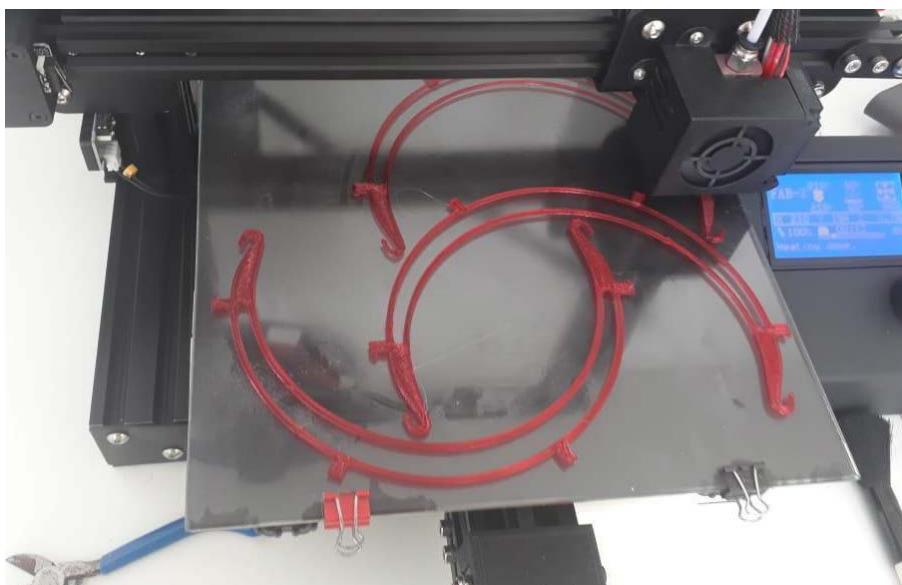
A figura 10 mostra a simulação de impressão do modelo do projeto Fabricac, utilizando o mesmo perfil de impressão do projeto Hígia.

Outra vantagem que surgiu após o desenvolvimento do modelo e os primeiros testes foi a forma de como poderíamos dispor os modelos nas mesas de impressões com o objetivo de garantir o maior número de hastes por ciclo de impressão. Nas primeiras tentativas, utilizando o próprio programa de fatiamento

(Ultimaker Cura), os *makers* conseguiram colocar 3 hastes em uma “mesa” de impressão 22cm x 22cm (dimensão da impressora Ender 3), conforme mostra a figura 11, a seguir, o que já significa um ganho de uma haste impressa por ciclo de impressão em relação ao modelo anterior da fase 1 do projeto (figura 11).

Com as hastes impressas e tentando fazer uma disposição manual em cima da “mesa” da impressora, percebeu-se que era possível colocar mais hastes, desde que elas fossem dispostas de uma maneira circular e seguindo as formas dos polígonos regulares. Essa estratégia de disposição está bastante ligada à *expertise* do DEG, que trabalha diretamente com o estudo da Geometria. No quadro 2, a seguir, é apresentada uma relação da disposição dos arquivos em STL criados com auxílio do *software* Rhinoceros 5, com a dimensão da mesa mínima necessária e uma foto do processo sendo realizado nas impressoras dos laboratórios. É possível ver o vídeo da produção de hastes no Laboratório Grea3D também através da plataforma YouTube.

**Figura 11** – Disposição das hastes na impressora Ender 3

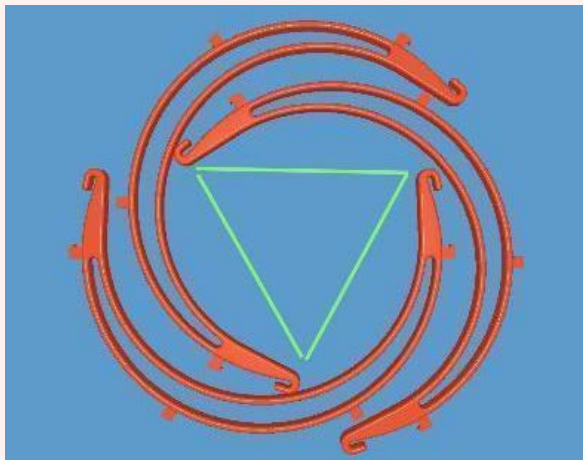


Fonte: Os autores (2020).

**Quadro 2 – Evolução dos modelos de haste desenvolvidos pela Women in 3D Printing**

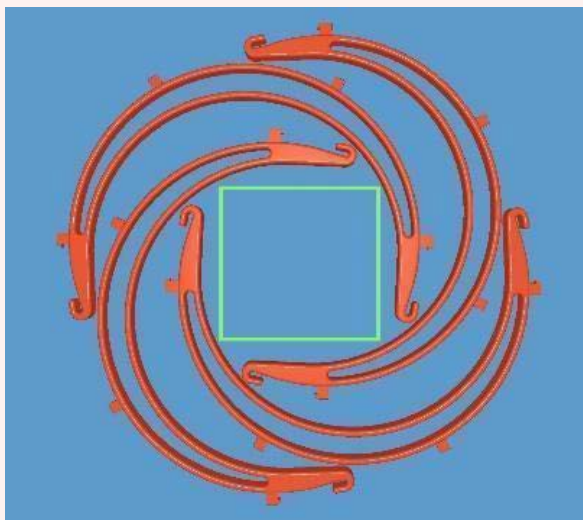
**Posicionamento das hastes na mesa**

**Figura 12 –** Posicionamento das hastes na mesa



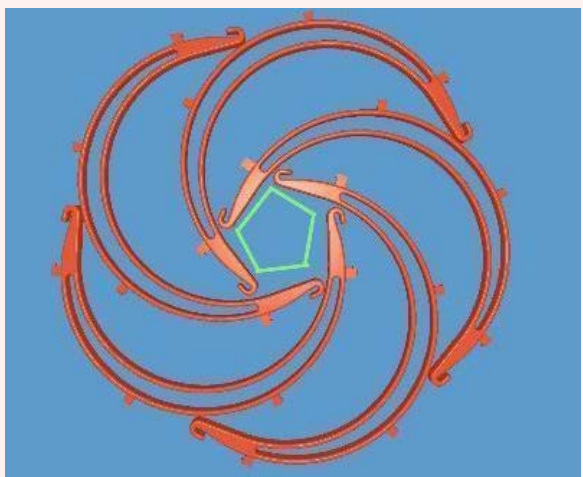
Fonte: Os autores (2020).

**Figura 14 –** Posicionamento das hastes na mesa



Fonte: Os autores (2020).

**Figura 16 –** Posicionamento das hastes na mesa



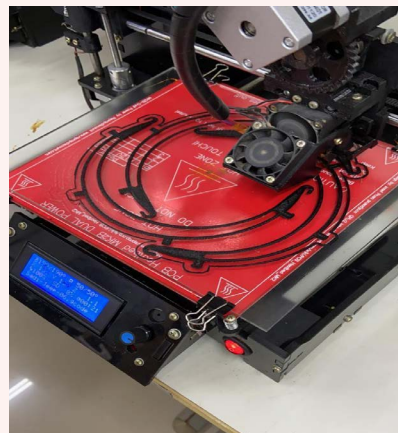
Fonte: Os autores (2020).

**Informações**

20cm x 20cm  
Disposição em triângulo  
Impressoras: SethiAIP, Voolt3D e Grabber

**Impressoras do laboratório**

**Figura 13 –** Impressoras SethiAIP, Voolt3D e Grabber



Fonte: Os autores (2020).

**Figura 15 –** Impressoras Ender 3, Ender 3 pro e Zmorph



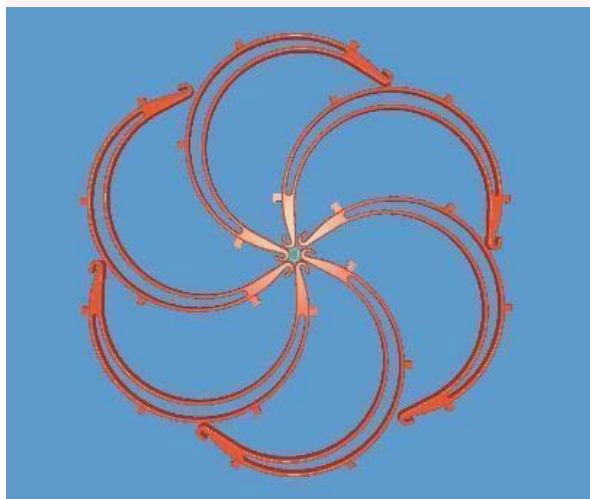
Fonte: Os autores (2020).

**Figura 13 –** Impressoras CR-10 e Sethi S3



Fonte: Os autores (2020).

**Figura 18** – Posicionamento das hastes na mesa

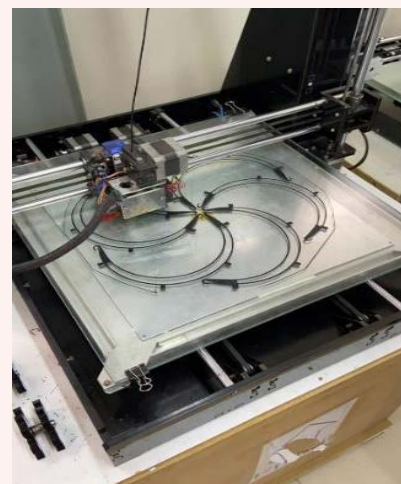


Fonte: Os autores (2020).

Fonte: Os autores (2020).

32cm x 32cm  
Disposição em  
hexágono  
Impressoras:  
Sethi BB e 3D  
Clonner

**Figura 13** – Impressoras Sethi BB e 3D Clonner



Fonte: Os autores (2020).

Com essas disposições nas mesas, era possível aproveitar o máximo de cada ciclo de impressão, evitando ter que aguardar a mesa esfriar para “descolar” as hastes da plataforma e ter que esperar a mesa e o bico extrusor aquecerem novamente para uma outra impressão. Esse processo gasta menos energia, inclusive, pois esses equipamentos utilizam mais energia no processo de aquecimento da mesa e do bico do que para mantê-los na temperatura estabelecida.

Os dois laboratórios se destacaram através de um trabalho em conjunto, de pesquisas e projetos de extensão, no desenvolvimento de artefatos que ajudam no combate à Covid-19 desde março de 2020. Juntos, os laboratórios criaram e produziram mais de 20 mil escudos faciais, que foram distribuídos para profissionais da Saúde no estado de Pernambuco.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *redesign* do escudo facial proposto ponderou as limitações e potencialidades das impresso-

ras 3D. A partir da experiência, ficou evidente que, quando se projeta considerando também as características do processo produtivo, no caso as particularidades das impressoras 3D, é possível extrair melhores resultados, economizando tempo, material e energia e obtendo um produto melhor.

Ficou evidenciado, também, que os laboratórios *maker*, GRE3D e LaCA2I apresentaram, junto à equipe multidisciplinar, habilidades e técnicas necessárias para a produção desses EPIs, utilizando a materialização digital para o planejamento e fabricação do artefato no contexto crítico de emergência e reforçando o papel fundamental exercido pela comunidade *maker* e pelas instituições comprometidas com a tecnologia que atuaram em uma frente ampla de combate à Covid-19.

O uso da manufatura aditiva permitiu agilizar a confecção e análise de equipamentos de proteção durante a demanda gerada pela pandemia. Com isso, a AM mostrou-se capaz de suprir parte da necessidade de EPIs, de uma maneira muito rápida e com uma produção significativa.

Dessa forma, verificou-se o potencial para a implantação e utilização dessas tecnologias de materialização digital como uma solução emergente para os problemas da escassez de suprimentos presentes em situações de crise, bem como desafios inesperados.

## REFERÊNCIAS

ARMANI, A. M. *et al.* Low-tech solutions for the COVID-19 supply chain crisis. *Nature Reviews Materials*, [S. l.], v. 5, p. 403-406, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41578-020-0205-1>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41578-020-0205-1>. Acesso em: 30 out. 2022.

ARMARINHO SÃO JOSÉ. Elastico aurata com furos 20 branco 18mm com 50mts. *Armarinho São José*, Londrina, 2022. Disponível em: [https://www.armarinho-saojose.com.br/elastico-aurata-com-furos-20-branco-18mm-com-50mts.90555.html?gclid=CjwKCAjwoduRBhA4EiwACL-5RP7YdaRHAKLirREmPu2zz5VIRwXgAbc-VMwXUQ\\_VHJ9CGQRTEiOvVMOhoClcIQA-vD\\_BwE](https://www.armarinho-saojose.com.br/elastico-aurata-com-furos-20-branco-18mm-com-50mts.90555.html?gclid=CjwKCAjwoduRBhA4EiwACL-5RP7YdaRHAKLirREmPu2zz5VIRwXgAbc-VMwXUQ_VHJ9CGQRTEiOvVMOhoClcIQA-vD_BwE). Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL, Sobre a doença Covid-19. *Gov.br*, Brasília, 10 ago. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#-transmissao>. Acesso em: 30 out. 2022.

CORSINI, L.; ARANDA-JAN, C. B.; MOULTRIE, J. Using digital fabrication tools to provide humanitarian and development aid in low-resource settings. *Technology in Society*, [S. l.], v. 58, p. 1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.02.003>. Disponível em: <https://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/24317>. Acesso em: 30 out. 2022.

COSTA, A. M. *et al.* Desenvolvimento de ear savers através da manufatura aditiva durante a pandemia de Covid-19: uma experiência do projeto Fabricac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO, 1., 2021, Recife. *Anais [...]*. Recife: UFPE, 2021. p. 1-8. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/384631.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

CUNHA, A. C. S. *Do digital ao material: uma investigação teórico-especulativa sobre o raciocínio visual e as heurísticas da materialidade nos laboratórios de fabricação digital Pronto 3D*. 2019. 170 f. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39368/1/TESE%20Aura%20Celeste%20Santana%20Cunha.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

MEDEIROS, I. L.; BRAVIANO, G. A materialização digital e sua sistematização no processo de desenvolvimento de produtos. *MIX Sustentável*, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 132-133, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2017.v3.n1.132-133>. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1886>. Acesso em: 30 out. 2022.

O QUE é o Projeto Higia? [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (3 min 14 seg). Publicado pelo canal Alessandra Pinto. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=C\\_8XbacFfGc](https://www.youtube.com/watch?v=C_8XbacFfGc). Acesso em: 30 out. 2022.

PROJETO Fabricac. [S.l.: s.n.], 2022. 1 vídeo (52 seg). Publicado pelo canal Sadi Seabra. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=K2XeTTwnSd4>. Acesso em: 22 nov. 2022.

PUPO, R. T. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. *Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, v. 1, n. 3, p. 1-19, 2008. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v1i3.8634511>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634511>. Acesso em: 30 out. 2022.

SINGH, S.; PRAKASH, C.; RAMAKRISHNA, S. Three-dimensional printing in the fight against novel virus COVID-19: technology helping society during an infectious disease pandemic. *Technology in Society*, [S. l.], v. 62, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101305>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X20303936>. Acesso em: 30 out. 2022.

TAVEIRA, R. *et al.* Fabricação e impressão 3D de EPIs para as ações de combate ao Co-

vid-19. In: JUNIOR, O. (org.). *Ações e experiências para o enfrentamento da pandemia de Covid-19*. Paraná: Atena, 2021. p. 1-13.

VOLPATO, N. *et al. Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações*. São Paulo: Blucher, 2007. Acesso em: 30 out. 2022.

WOMEN IN 3D PRINTING. About us. *Women in 3D Printing*, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://womenin3dprinting.com/about-us/>. Acesso em: 30 out. 2022.

*Título* As tecnologias digitais nas ações de ensino, pesquisa e extensão no laboratório GRE3D

*Autoria* Auta Luciana Laurentino  
Leticia Teixeira Mendes  
(Org.)

*Formato* E-book (PDF)

*Tipografia* Arial 11

*Desenvolvimento* Proexc



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20 | Várzea, Recife-PE  
CEP: 50740-530 | Fone: (81) 2126.8397  
E-mail: [editora@ufpe.br](mailto:editora@ufpe.br) | Site: [www.editora.ufpe.br](http://www.editora.ufpe.br)



**PROEXC**  
PRÓ-REITORIA DE  
EXTENSÃO E CULTURA

