

DO LABORATÓRIO À COMUNIDADE

Reciclagem criativa, tecnologia
e sustentabilidade na UFPE

Leticia Teixeira Mendes
Auta Luciana Laurentino
Edler Oliveira Santos
Vítor Domicio de Meneses
Sadi da Silva Seabra Filho
ORGANIZAÇÃO

extensão

Realização



PROEXT
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA

Edital nº 08/2024

Incentivo à publicação
de livros digitais (*e-books*)
com temáticas de extensão

DO LABORATÓRIO À COMUNIDADE

Reciclagem criativa, tecnologia
e sustentabilidade na UFPE

Leticia Teixeira Mendes
Auta Luciana Laurentino
Edler Oliveira Santos
Vítor Domício de Meneses
Sadi da Silva Seabra Filho
ORGANIZAÇÃO



RECIFE
2026

Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Alfredo Macedo Gomes

Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho



Editora UFPE

Diretor: Junot Cornélio Matos

Vice-Diretor: Diogo Cesar Fernandes

Editor: Artur Almeida de Ataíde

Conselho Editorial (Coned)

Alex Sandro Gomes (CIn)

Carlos Newton Júnior (CAC)

Katharine Raquel Pereira dos Santos (CAV)

Marília de Azambuja R. Machel (CFCH)

Raylane Andreza Dias Navarro Barreto (CE)

Projeto gráfico

Pedro Henrique Gomes

Diagramação

Ildembergue Leite

Pró-Reitoria de Extensão

Pró-Reitora: Maria da Conceição dos Reis

Coordenação de Comunicação e Informação

Coordenadora: Nara Cavalcanti Maranhão de Albuquerque

Bureau Editorial

Assistentes: Artur Villaça Franco

Demócrito José Rodrigues da Silva

Preparação de originais: Ana Clara Azevedo da Silva Lima, Laura Bezerra dos Santos, José Carlos Ferreira de Freitas

Revisão de texto: Isabella Velasco da Silva

Catálogo na fonte

Bibliotecária Kalina Lígia França da Silva, CRB4-1408

- D631 Do laboratório à comunidade [recurso eletrônico] : reciclagem criativa, tecnologia e sustentabilidade na UFPE / organização : Leticia Teixeira Mendes... [et al.]. – Recife : Ed. UFPE, 2026.
1 recurso online (144 p. : il.). – (Série Extensão)

Vários autores

Inclui referências

ISBN 978-65-5962-337-2 (online)

1. Universidade Federal de Pernambuco. Precious Plastic Project. 2. Extensão universitária – Pernambuco. 3. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 4. Educação – Efeitos das inovações tecnológicas. 5. Produtos reciclados. 6. Sustentabilidade. I. Mendes, Leticia Teixeira (Org.). II. Título da série.

378.1554

CDD (23.ed.)

UFPE (BC2026-023)

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição–NãoComercial–SemDerivações 4.0 Internacional.



Pareceristas *ad hoc*

Aislan Vieira de Melo

Instituto Federal do Paraná

Alessandra Aniceto Ferreira de Figueirêdo

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Aline Luiza de Carvalho

Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais

Ana Maria Bezerra Lucas

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

André Duarte Lucena

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

André Leal

Universidade Federal do Rio de Janeiro

André Felipe Vieira da Cunha

Universidade Federal de Pernambuco

Barbara Costa Paulino

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Bernadete Perez Coêlho

Universidade Federal de Pernambuco

Caio Augusto Martins Aires

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Camilla Christine de Souza Cherol

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Carlos Luan Alves Passos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Carolina Laurenti

Universidade Estadual de Maringá

Christian Ferreira

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Cristiane Mesquita da Silva Gorgonio

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Edmundo Fonseca Machado Junior

Universidade Federal da Bahia

Eliana Perez Gonçalves de Moura

Universidade Feevale

Ellen Priscila Nunes de Souza

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Fernanda Ribeiro Rubini

Instituto Federal do Paraná

Fernando da Silva Cardoso

Universidade de Pernambuco

Flávia de Ávila

Universidade Federal de Sergipe

Gisele Carignani

Centro Universitário de Várzea Grande

Gustavo Simões Teixeira

Instituto Federal do Rio Grande do Sul

Iany Elizabeth da Costa

Universidade Federal da Paraíba

Janice Santos Viana

Universidade Federal do ABC

João Paulo Moreira de Carvalho Souza

Universidade Estadual de Feira de Santana

Larissa Naiara Souza de Almeida

Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza

Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Lethicia Barreto Brandão

Universidade Federal do Amapá

Levy Félix Ribeiro

Universidade Federal de Alagoas

Lorena Maria Laskoski

Universidade Federal do Paraná

Lucas Freitas de Souza

Universidade de Évora

Luciane Porto Frazão de Sousa

Logos University

Luciano Gobo Saraiva Leite

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Luiz Carlos Rodrigues da Silva

Universidade Federal do Tocantins

Luiz Claudio Gonçalves Gomes

Instituto Federal Fluminense

Marcelo Carlucci

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Márcia Valéria Paixão

Instituto Federal do Paraná

Maria Daniele Cruz dos Santos

Universidade Federal do Cariri

María del Pilar Anto Rubio

Universidade de San Ignacio de Loyola

Maurício Wiering Pinto Telles

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Márcia de Assunção Ferreira

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Mércia Cardoso de Souza

Escola Nacional de Formação e Aperfeiçoamento de Magistrados

Nathalia Cristina de Freitas Costa

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Orlando de Cavalcanti Villar Filho

Universidade Federal da Paraíba

Renata Borchetta Fernandes Fonseca

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Rosângela Silva Oliveira

Universidade Estadual do Maranhão

Talita Barbosa Domingos

Universidade Estácio de Sá

Tiago Feitosa de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco

Vera Lúcia Bogeia Borges

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Wagner Silveira Feloniuk

Universidade Federal do Rio Grande

Wellington Ribeiro Justo

Universidade Regional do Cariri

Sumário

Prefácio 12

Apresentação 15

1 *Precious Plastic* 19

Do projeto de extensão à criação da
política pública ReciclaMais – Recife (PE)

Leticia Teixeira Mendes
César Araújo Evangelista

2 *Projeto Precious Plastic UFPE* 46

Uma análise sob a lente
da economia circular

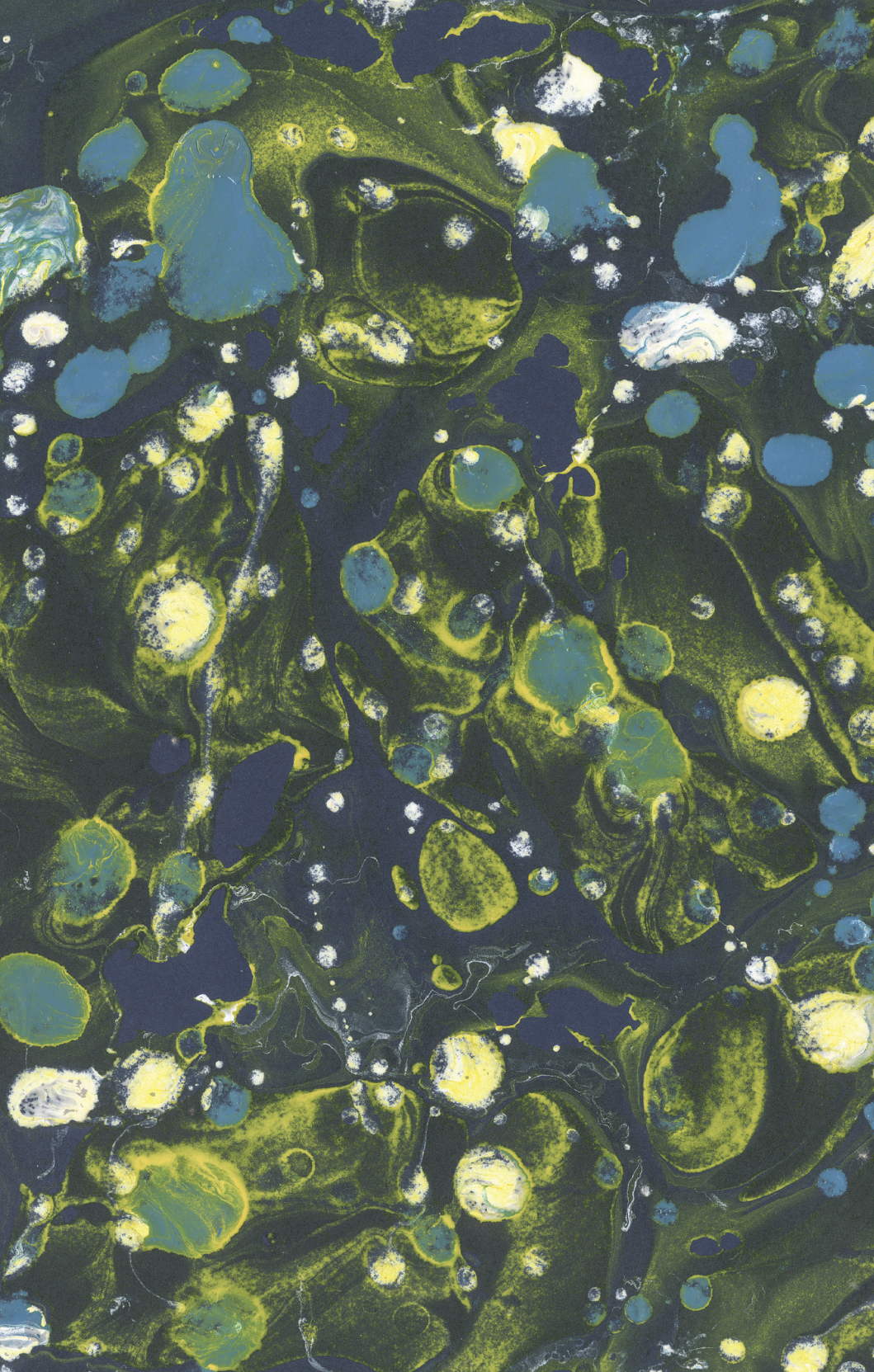
Sadi da Silva Seabra Filho
Ney Brito Dantas
Walter Franklin Marques Correia
Leticia Teixeira Mendes

**3 *Unidade itinerante de
laboratório de tecnologia*** 65

Promovendo acesso à informação digital
em escolas públicas de Pernambuco

Thaciana Caroline Belarmino Ferreira
Auta Luciana Laurentino

4	Precious Plastic	80
	Integrando tecnologia, educação e sustentabilidade à Indústria Criativa	
	José Edeson de Melo Siqueira	
	Leticia Teixeira Mendes	
5	Molde de baixo custo produzido com manufatura aditiva em resina de alta temperatura	111
	Mário Ruiz Manrique	
	Vítor Domício de Meneses	
6	Protótipo Habitacional RECubito	124
	Avaliação do processo de projeto colaborativo	
	Edler Oliveira Santos	
	Vítor Domício de Meneses	
	Letícia Teixeira Mendes	
	Maria Luiza Macedo Xavier de Freitas	
	Sobre as organizadoras e os organizadores	140
	Sobre as autoras e os autores	142



Prefácio

Universidade, sociedade e transformação: caminhos da extensão

Na caminhada pela democratização do conhecimento, o fortalecimento da extensão como um dos eixos estruturantes da vida acadêmica aparece como uma política de crucial importância. Nesse sentido, a Universidade Federal de Pernambuco, por meio do Edital nº 8/2024 de Incentivo à Publicação de Livros Digitais com Temáticas de Extensão, da Pró-Reitoria de Extensão, apoiou a produção de obras que resultam de experiências que extrapolam a sala de aula e se consolidam na interação direta com a sociedade, evidenciando o papel transformador da universidade pública brasileira.

Ao articular ensino e pesquisa às demandas concretas da população, a extensão possibilita a construção de conhecimentos socialmente referenciados, comprometidos com a redução das desigualdades e a promoção da cidadania. Esse processo se fortalece quando se apoia na observação sistemática da realidade, na análise de dados e na reflexão crítica sobre fenômenos sociais, econômicos e culturais, ampliando as possibilidades de compreensão e intervenção no mundo.

Os livros produzidos no âmbito deste edital representam não apenas resultados acadêmicos, mas também registros de práticas que impactam territórios, comunidades e sujeitos diversos. Muitas dessas experiências se desenvolvem em contextos marcados por vulnerabilidades sociais, nos quais a atuação extensionista se configura também como exercício

de escuta, cuidado e compromisso ético-político com a dignidade humana. Ao promover espaços de participação e processos formativos baseados na construção coletiva do conhecimento e no debate público, essas ações contribuem para a formação de sujeitos críticos e para o fortalecimento da autonomia intelectual e cidadã.

Em um país marcado por profundas desigualdades sociais, econômicas e regionais, iniciativas que ampliam a circulação de saberes e o acesso à informação assumem papel estratégico. A publicação de livros digitais, especialmente aqueles vinculados à extensão, amplia o alcance do conhecimento produzido nas universidades públicas, permitindo que ele chegue a públicos diversos por meio de múltiplas plataformas. Esse movimento dialoga com as transformações contemporâneas da comunicação científica e reforça o compromisso com uma ciência mais aberta e acessível.

A produção editorial decorrente dessas experiências também evidencia o protagonismo de estudantes, docentes e técnicos na construção coletiva do conhecimento. Ao participarem dessas ações, seus integrantes vivenciam processos formativos que vão além da dimensão técnica, incorporando valores como responsabilidade social, ética e compromisso com o bem comum. A articulação entre estudo, reflexão e socialização do conhecimento — em diferentes formatos e voltada a públicos variados — reforça o caráter formativo, democrático e inclusivo dessas iniciativas, além de contribuir para a redução de barreiras geográficas e econômicas no acesso ao saber.

Ao incentivar a publicação de obras resultantes dessas ações, a Universidade Federal de Pernambuco reafirma sua missão pública e sua responsabilidade social, consolidando-se como espaço de produção de conhecimento crítico, inclusivo e transformador, em permanente articulação com a sociedade.

Que estas obras possam inspirar novas iniciativas, fomentar o diálogo entre diferentes saberes e contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Maria da Conceição dos Reis

Pró-Reitora de Extensão

Apresentação

Ao pensar o processo de desenvolvimento das forças produtivas que moldaram a face do mundo contemporâneo e seu percurso histórico, é fundamental entender a contribuição decisiva do pensamento marxista sobre a relação entre economia e natureza, principalmente no ponto de análise das contradições capitalistas presentes na sua fórmula genealógica de acumulação na quadra das contradições sociais.

Tal modelo desenvolvimentista, orientado pela maximização dos lucros, nos leva a duas consequências desastrosas para o projeto humanitário, a alienação e consequente expropriação da força de trabalho e o esgotamento da natureza enquanto elemento central dessa base de produção econômica. Num diálogo direto com a base teórica marxista, Engels em seu importante manuscrito “O papel do trabalho na transformação do macaco em homem” de 1876, nos lembra dos elementos primários de reciprocidade entre o homem e natureza, que são a base da própria lei da vida possível e sustentável, alertando que:

E assim nós somos lembrados a cada passo que, de forma alguma, dominamos a natureza como um conquistador domina um povo estrangeiro, como alguém que se encontra fora da natureza. Nós dependemos dela com carne, sangue e cérebro, estamos situados dentro dela e toda nossa dominação sobre ela, com a vantagem diante de todas outras criaturas, consiste em podermos

conhecer suas leis e usá-las de forma adequada (Engels, 1973, p. 453)¹.

Duas décadas antes do texto de Engels, o Chefe Seattle já alertava dolorosamente o “mundo civilizado” em sua famosa carta, que entre outros pontos nos trouxe:

Rapta da terra aquilo que seria de seus filhos e não se importa. [...] Trata sua mãe, a terra, e seu irmão, o céu, como coisas que possam ser compradas, saqueadas, vendidas [...]. Seu apetite devorará a terra, deixando somente um deserto (PERRY, 1972, tradução nossa)².

Temos aqui então, nessa grande obra que lhes apresento, o ponto focal e a consequente necessidade de contribuição desse trabalho inequívoco e essencial para o debate a respeito dessa palavra-conceito, que ronda já há algumas décadas as ressignificações semânticas de todos os povos e culturas do mundo: sustentabilidade.

Em total consonância e conexão com esse debate, me deparo com a potência que é este *Precious Plastic* UFPE e o Laboratório do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (GRE3D): iniciativas brasileiras de ensino, pesquisa, empreendedorismo social, inovação e tecnologia inclusiva, organizada pelas minhas amigas, professoras Letícia Teixeira e Auta Laurentino, reunindo à várias mãos, pesquisadores, estudantes e outros professores que nos trazem o registro de como devemos e podemos orientar o nosso fazer diário, seja no âmbito profissional, seja no âmbito familiar, individual — e

1 ENGELS, Friedrich. *A dialética da natureza*. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1973. p. 453.

2 PERRY, Ted. Chief Seattle's speech. Roteiro do filme Home. Southern Baptist Radio and Television Commission, 1972. Reimpresso em: KAISER, Rudolf. Chief Seattle's Speech(es): American origins and European reception. In: SWANN, Brian; KRUPAT, Arnold (org.). *Recovering the word: essays on Native American literature*. Berkeley: University of California Press, 1987.

preponderantemente — comunitário, em busca dessa interação e internalização entre a humanidade e a natureza, nos dando pistas de como podemos minimizar os efeitos devastadores do modo de produção capitalista sobre o planeta e consequentemente sobre a vida, principalmente porque traz o relato das muito bem sucedidas intervenções dessa maravilhosa experiência, que se inicia como projeto mas se transforma numa empolgante concretização de uma nova maneira de ser e estar no mundo, nos apresentando uma luz nessa perspectiva de amenização dos efeitos da degradação acelerada do trabalho na contemporaneidade e desses mesmos efeitos sobre a devastação dos recursos naturais.

Talvez sem se dar conta disso, o *Precious Plastic* cristaliza de maneira bastante pragmática, conceitos basilares do debate da bioética e da ecologia profunda, ao incluir todos os elementos constituintes do planeta no debate ecológico, problematizando e amplificando as questões sobre o que fazer com as sobras da produção industrial de plásticos, esse verdadeiro vilão ecológico da atualidade. O *Precious Plastic*, desde a sua latência nos experimentos laboratoriais à sua emergência no território concreto da vida além-muros da universidade, nas comunidades periféricas, à exemplo dos indesejáveis da comunidade do Pilar, nos espaços de educação das escolas de educação básica e no diálogo direto com as pessoas em praça pública (haja visto o sucesso do RECubito no Festival Rec'n'Play), vem se colocando num papel preponderante e de vanguarda no debate sobre como as universidades públicas, e em especial a UFPE, pode e deve assumir de maneira relevante, uma posição na mesa global de debates e proposições concretas e urgentes sobre o futuro do planeta e em especial dos sujeitos periféricos, principais vítimas do racismo ambiental e as demais consequências da desigualdade a que estão implicados de maneira estrutural.

(Re)pensar a vida como possibilidade de continuidade, requer um novo projeto de humanidade, que se relacione com todos os outros seres — vivos ou não — de maneira agregadora, responsável e horizontalizada, e o *Precious Plastic* propõe essa mudança de atitude, principalmente através da educação transformadora, que de dentro da academia se ramifica para afetar positivamente a vida de diversas pessoas e instituições, dialogando possibilidades e construindo um futuro realmente sustentável.

Entendo, sob as minhas mais sinceras e auspiciosas crenças na educação como ferramenta revolucionária, e tendo a educação ambiental como elemento central nesse debate do nosso tempo, que precisamos de muitos *Precious Plastic* mundo afora, de muitas Letícias e Autas, de Claras, de Vinícios, de muitos Luiz, Anandas, Irvings e Ícaros, todas as mãos e ideias, toda a empatia e todo comprometimento real em mudar o destino do nosso tempo, pois se o plástico é precioso mais preciosa é a vida.

Sérgio Matias

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Precious Plastic**Do projeto de extensão à criação da política pública ReciclaMais – Recife (PE)**Leticia Teixeira Mendes¹César Araújo Evangelista²**Introdução**

Ao longo do desenvolvimento humano, desde a concepção das primeiras ferramentas e utensílios às construções de abrigos, a partir de matérias-primas naturais como pedra, madeira e outros elementos disponíveis no meio ambiente, a criação de alguns materiais desempenhou um papel decisivo na evolução da produção de artefatos para a sociedade, por exemplo, a invenção do plástico. Antes desse marco, as únicas substâncias moldáveis eram a argila e o vidro, porém eram pesadas e quebradiças. Algumas substâncias naturais, como gomas de árvores e a borracha, eram glutinosas e moldáveis. No entanto, a borracha não podia ser armazenada porque, eventualmente, perdia sua capacidade de voltar à forma e, quando aquecida, retomava o aspecto viscoso (Freudenrich, 2007).

No início do século xx, foram desenvolvidos novos tipos de materiais denominados plásticos a partir da invenção do químico Leo Baekeland, em 1909, intitulada baquelite — a primeira resina termofixa a substituir materiais tradicionais

1 Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, UFPE

2 Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, UFPE.

como madeira, marfim e ebonite —, cuja criação originou uma classe de plásticos conhecida como resinas fenólicas. Um dos principais fatores responsáveis pela ampla disseminação do uso do plástico é o aspecto econômico, uma vez que permite produzir artefatos com grande versatilidade de aplicações para diferentes áreas industriais com custo reduzido e, portanto, mais acessíveis à população (Freudenrich, 2007).

Porém, a produção em larga escala do plástico trouxe consigo um grande problema: o destino de todo o material plástico que é descartado. Em sua maioria, os resíduos plásticos são encaminhados para aterros sanitários ou lixões, onde podem levar centenas de anos para se decompor, liberando gases que contribuem para o efeito estufa e poluindo o solo e a água. Além disso, o descarte irregular desse material é responsável por diversas doenças e problemas de saúde em pessoas que vivem próximas a esses locais. A poluição dos oceanos também é uma grande preocupação, uma vez que os resíduos plásticos se acumulam nesse ambiente e prejudicam a fauna marinha.

Esse é um problema global que exige ações urgentes por parte dos governos, das indústrias e da população em geral, a fim de reduzir a produção e o consumo de plástico descartável, incentivar a reciclagem e promover soluções sustentáveis para o uso desse material tão presente em nossas vidas. A transição para uma economia circular, na qual os resíduos são reduzidos, reutilizados e reciclados, é fundamental para proteger o meio ambiente e garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

Atualmente, existem diversas iniciativas em todo o mundo para combater a poluição plástica, como a proibição de sacolas plásticas em supermercados, a substituição de canudos plásticos por alternativas biodegradáveis, a criação de sistemas de reciclagem eficientes e o incentivo ao uso de

materiais reciclados na produção de novos produtos. No entanto, ainda há muito a ser feito para resolver esse problema.

A mudança para uma economia circular começa com a redução da produção de plástico descartável, incentivando a reutilização de produtos e embalagens e promovendo a reciclagem. É preciso criar novos modelos de negócios que utilizem materiais biodegradáveis e recicláveis em suas produções, além de investir em tecnologias que permitam o reaproveitamento de resíduos plásticos. É importante, também, conscientizar a população sobre a importância de reduzir o consumo desse material e de descartá-lo corretamente, evitando que ele acabe em aterros sanitários, lixões e principalmente nos oceanos, causando danos irreparáveis ao meio ambiente e à vida marinha. Além disso, os governos devem implementar políticas públicas que incentivem a redução do uso de plástico descartável e fomentem a economia circular, por meio de incentivos fiscais e financeiros para empresas que adotam práticas sustentáveis. A mudança para essa nova forma de economia é um desafio que exige a participação de todos, mas é fundamental para garantir a preservação do planeta e o bem-estar das futuras gerações.

Para entender a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), é necessário observar a maneira como os plásticos são tratados em diferentes cidades no Brasil e em Recife. A pandemia teve um impacto significativo nos serviços de limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos, com um aumento expressivo na geração de RSU em domicílios devido à mudança de dinâmicas sociais, visto que grande parte das atividades realizadas em diferentes locais nas cidades concentrou-se nos setores habitacionais, com a implementação das práticas de prevenção à contaminação pela covid-19 (Abrelpe, 2021).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2020, a geração de RSU no Brasil foi de 82,5 milhões de toneladas,

225.965 toneladas diárias, com uma média de 1,07 kg de resíduo gerado por brasileiro por dia. A região Sudeste continua sendo a maior geradora de resíduos, com 113 mil toneladas diárias (50% do total), enquanto a região Norte representa aproximadamente 7,4% do total gerado (Abrelpe, 2021, p. 16).

Diante desse cenário desafiador, o objetivo deste artigo é analisar a inserção do projeto de extensão *Precious Plastic* na Comunidade do Pilar, uma iniciativa que se valeu de tecnologia social e parceria entre a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a ONG Instituição Plano B, bem como sua evolução subsequente, que serviu de base para a criação e implementação da política pública municipal ReciclaMais, no Recife.

Plástico Precioso na Comunidade do Pilar

Contexto Comunidade do Pilar

Uma ilha. Nessa ilha, séculos de acontecimentos guardados no subsolo, na arquitetura e na memória. Um lugar que detém a história de uma cidade desde o seu princípio e que parece merecer um olhar mais cuidadoso de todos que nessa cidade habitam (Melo, 2003, p. 1).

A Comunidade do Pilar, localizada no Bairro do Recife (PE), durante décadas foi conhecida como “Favela do Rato”, em decorrência da incidência de grande quantidade de roedores nessa área, atraídos, principalmente, pelos restos de trigo utilizado no Moinho Recife — empresa instalada no bairro, em 1914, e posteriormente adquirida pelo Grupo Bunge (Nery, 2012). Essa periferia, localizada na centralidade histórica da cidade, encontra-se incrustada na área de renovação urbana contemplada pelo Plano de Revitalização do Bairro do Recife,

desenvolvido em 1992 para constituir o Programa Integrado de Desenvolvimento do Turismo do Nordeste (Prodetur), gerenciado pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (Zancheti; Lacerda, 1998).

No final da década de 1990, o Polo do Bom Jesus — também localizado no Recife Antigo e região próxima à Comunidade do Pilar — se consolidou como um exemplo de revitalização urbana exitosa. Contudo, a inexistência de ações referentes ao Polo Pilar transformou-o na “pior periferia do Recife [...] porque apresenta os piores índices de inclusão social da cidade (saúde, educação, desemprego...)” (Lacerda, 2007, p. 630), na qual são abrigadas cerca de mil pessoas vivendo em condições insalubres de habitabilidade.

Localizada a cerca de 200 metros do edifício-sede da Prefeitura do Recife, os moradores da Comunidade do Pilar constituem a maioria da população residente no Bairro do Recife. Segundo o censo do IBGE de 2022, dessa população, 54,23% possuem idade entre 15 e 59 anos e atuam predominantemente em atividades portuárias e industriais do bairro e com os setores de comércio e serviços informais de outros bairros da área central.

Ainda que o entorno da referida comunidade tenha recebido grandes investimentos e seja constituído por um dos principais parques tecnológicos e ambientes de inovação do Brasil — o Porto Digital —, responsável por impulsionar novas dinâmicas econômicas na região, a população do Pilar vive sem infraestrutura urbana para água e esgoto e marginalizada em relação às valorizadas iniciativas e empresas estabelecidas no Recife Antigo.

Na década de 1970, a partir da desapropriação e demolição de seis quadras situadas entre a fábrica do Pilar e o Moinho Recife para a execução de obras contidas em um projeto de

expansão do Porto, nunca concretizado, gradativamente o espaço foi sendo ocupado por famílias de baixa renda, que trabalhavam e ainda trabalham em outros pontos da área central histórica do Recife.

Atualmente, os moradores da comunidade aguardam o término da construção do conjunto habitacional do Pilar, iniciado em 2010 e financiado com recursos do Governo Federal e da Prefeitura do Recife. O projeto prevê, ao todo, 588 unidades habitacionais, no entanto, em 2024, apenas 192 foram entregues.

Em 2022, durante as escavações para erguer as quadras 55 e 46, pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) fizeram uma descoberta de extrema relevância para a área de patrimônio histórico: foram identificados mais de 150 mil vestígios datados dos séculos XVII ao XIX no local. Dentre esses vestígios, estão as ruínas do Forte de São Jorge, um dos sítios arqueológicos mais ricos do país. Em vista de sua importância histórica, essas ruínas serão preservadas, abrindo possibilidades para a criação de um espaço cultural e turístico valioso para a cidade do Recife.

A descoberta desencadeou mudanças significativas no projeto do conjunto habitacional do Pilar, uma vez que parte da área para a construção dos edifícios está prevista para a criação de um parque arqueológico contemplando as ruínas do antigo Forte. A área que contempla a referida descoberta histórica constitui o setor planejado para a construção de 128 apartamentos, pertencentes à quadra 45 do conjunto residencial. Atualmente, a continuidade da construção do empreendimento apresenta diversos problemas. Dentre eles, destaca-se o atraso na entrega das unidades e obra embargada devido à falta de recursos viáveis (Moraes, 2022).

Parceria entre universidade e Prefeitura do Recife

Uma vez que a questão ambiental tornou-se uma premissa no desenvolvimento de novos produtos, a preocupação por utilizar tecnologias que contribuem para a redução do consumo de energia, bem como da produção de resíduos, constitui-se uma urgência na atualidade. Dessa forma, pode-se destacar a relevância da adequação aos conceitos de eliminação de desperdícios em processos e práticas de sustentabilidade como fatores fundamentais e decisivos no desenvolvimento de bens e produtos, construindo uma nova realidade em empresas e indústrias.

Assim, as técnicas baseadas em prototipagem rápida caracterizam-se como uma das mais aceitas e aplicadas atualmente, pois atendem a aspectos de sustentabilidade e minimização de desperdícios no processo de desenvolvimento de um produto. Contudo, ainda que essas tecnologias contribuam para a redução de uso de matéria-prima na produção, constatou-se — analisando a rotina e as atividades desenvolvidas no laboratório Grea3D³ — a geração de quantidades significativas de resíduos provenientes das tecnologias de PR disponíveis no laboratório (principalmente a impressão 3D e o corte a laser).

Partindo desse pressuposto, em 2018, baseando-se na iniciativa internacional *Precious Plastic*, iniciou-se o projeto de pesquisa de iniciação científica *Plástico Precioso: fabricação*

3 O Laboratório do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (Grea3D) foi criado em 2016 e está lotado no Departamento de Expressão Gráfica da UFPE. O laboratório está sob coordenação da Profa. Leticia Teixeira Mendes, juntamente com os professores Dra. Auta Laurentino, Dr. Pedro Martins Aléssio e Msc. Sadi da Silva Seabra Filho e tem como objetivo explorar as discussões relativas aos novos paradigmas no processo criativo e na prática projetual, a partir da inserção das ferramentas de prototipagem rápida (PR) e fabricação digital (FD). O laboratório é equipado com tecnologias de PR e FD, tais como: impressoras 3D, cortadora a laser, *scanner* 3D, drones, fresadora CNC, dentre outros, bem como desenvolve pesquisas nas áreas de Expressão Gráfica, Design, AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), dentre outras.

*digital e reciclagem aplicadas no Design e na Arquitetura*⁴ e o projeto de extensão Plástico Precioso Pilar, em parceria com a organização não governamental (ONG) Instituição Plano B.

Plástico Precioso Pilar: parceria entre UFPE e Instituição Plano B

Um dos desafios no desenvolvimento de uma ação de extensão é criar estratégias e promover parcerias que viabilizem a implementação da proposta. No projeto Plástico Precioso Pilar (PPP), a viabilidade da iniciativa dependeu de alguns fatores, como disponibilidade de recursos, parceria entre instituições e envolvimento da equipe executora. Em março de 2018, esse projeto foi submetido pela ONG Instituição Plano B, em parceria com a coordenação do Laboratório Grea3D, ao edital CASA Cidades, criado pela organização Fundo Casa Socioambiental e com apoio financeiro da CAIXA e da Fundação OAK.

Os recursos obtidos pelo referido edital possibilitaram a aquisição dos equipamentos de reciclagem baseados no projeto holandês *Precious Plastic* (trituradora, extrusora, injetora e compressora). Assim, em outubro de 2018, foi implantado o laboratório de reciclagem PPP no edifício da ONG Instituição Plano B, instalado na Rua do Brum, no Recife Antigo.

A ONG Plano B — fundada em 2010 — desenvolveu, no período de 2015 a 2019, o projeto Imagine, cujo público-alvo era composto por crianças e adolescentes da Comunidade do Pilar e que tinha como objetivo despertar o pensamento crítico e criativo, incentivando o hábito da leitura e o conhecimento de novas culturas, trabalhando, desse modo,

4 PIBIC desenvolvido pelo estudante do curso de graduação em Licenciatura em Expressão Gráfica, com o objetivo de reciclar resíduos plásticos provenientes de tecnologia aditiva de impressão 3D FDM (do inglês: *Fused Deposition Modeling* – Modelagem por Fusão e Deposição).

as dificuldades de aprendizagem dos estudantes (Instituição Plano B, 2019).

A partir do vínculo criado com as famílias residentes da comunidade por meio do projeto Imagine, bem como das parcerias anteriores entre a ONG e a UFPE⁵, surgiu a oportunidade de implantar o laboratório Plástico Precioso Pilar (Figura 1), com o intuito de capacitar mulheres em situação de vulnerabilidade social para o manuseio dos equipamentos de reciclagem, ressignificando o descarte do plástico para geração de renda por meio da conexão entre o fazer manual e o uso da tecnologia (Figura 2).

Após a implantação do Projeto PPP na Comunidade do Pilar, a Secretaria de Inovação Urbana da Prefeitura do Recife (SEIURB) ampliou o alcance das ações de reciclagem por meio do Programa ReciclaMais, com o objetivo de transformar o lixo plástico em produtos com valor agregado — utensílios como vasos, saboneteira, fruteiras — e criar soluções urbanas para o dia a dia da população nas comunidades de baixa renda da cidade.

O referido programa constitui uma iniciativa do projeto Mais Vida nos Morros, desenvolvido pela Prefeitura do Recife e em vigência desde 2016, cujo objetivo consiste em “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” (Recife, 2021). O projeto ReciclaMais possibilitou a

5 O laboratório Grea3D desenvolveu diversas ações de extensão em parceria com a ONG Instituição Plano B, envolvendo estudantes de diversos cursos. Dentre elas, destaca-se os projetos *Uma Praça para o Pilar* — premiado com menção honrosa no II Enexc – Encontro de Extensão e Cultura: Tempos Transversos, Saberes Diversos, evento realizado pela Universidade Federal de Pernambuco nos dias 23 e 24 de novembro de 2016, e o *Projeto Protótipo Pilar* (Mendes et al., 2020).

FIGURA 1. Laboratório de reciclagem instalado na Comunidade do Pilar, com trituradora e extrusora de plástico



(A) Laboratório de reciclagem criativa Plástico Precioso Pilar;
(B) Trituradora de plástico; (C) Extrusora de plástico de plástico.
Fonte: Leticia Mendes (2019).

FIGURA 2. Produtos desenvolvidos com extrusora de plástico pelo laboratório Plástico Precioso Pilar



Fonte: César Araújo (2020).

implantação da primeira célula de reciclagem criativa com a Cooperativa Ecovida Palha de Arroz e, posteriormente, a criação da Cooperativa Recicla Torre (Figuras 3, 4 e 5).

FIGURA 3. Unidade de reciclagem do Projeto ReciclaMais



Fonte: Edson Alves – Divulgação/Cortesia Prefeitura do Recife (2019).

FIGURA 4. Unidade de reciclagem Cooperativa Recicla Torre



Fonte: Edson Alves – Divulgação/Cortesia Prefeitura do Recife (2020).

FIGURA 5. Cesto produzido pela Cooperativa Ecovida Palha de Arroz



Fonte: César Araújo (2020).

Criação e implementação do Programa ReciclaMais

Origem e concepção do programa

Programa Mais Vida nos Morros

Para entender o Programa ReciclaMais, é importante observar o contexto em que ele surgiu e as iniciativas que estimularam o desenvolvimento dessa política pública. Inicialmente, a Secretaria de Infraestrutura de Recife (SEINFRA), por meio da Secretaria Executiva de Defesa Civil (SEDEC), observou a relação entre as populações residentes em áreas de morro e a cobertura de serviços públicos. Os órgãos públicos supracitados buscaram alternativas para uma problemática latente: desastres naturais, como deslizamentos de encostas nos morros e enchentes nos córregos nos períodos de maior incidência de chuvas na região.

Assim, o foco inicial do novo programa buscou redesenhar a relação dos cidadãos residentes em áreas vulneráveis com o poder público, visando estreitar os laços de confiança

e cooperação entre as partes. Nesse processo, uma sequência de atividades foi realizada com o objetivo de promover a mudança de comportamento por meio de ações inovadoras, para fomentar o cuidado com o meio ambiente e, conseqüentemente, reduzir os riscos de deslizamento e enchentes e promover o senso de pertencimento e o cuidado com o próximo.

A implementação desse programa obteve resultados de grande relevância e crescimento na demanda por outras iniciativas, promovendo a criação da Secretaria Executiva de Inovação Urbana em 2016 e, assim, a formalização do programa Mais Vida nos Morros.

O programa consiste em uma política pública de inovação e resiliência urbana que reinventa a cidade e combate a desigualdade socioespacial, promovendo o desenvolvimento sustentável, o protagonismo comunitário e a promoção de um espaço urbano melhor para as crianças nas 545 comunidades de interesse social do Recife (Recife, 2021).

Como parte das ações do programa, a busca constante por solucionar desafios existentes nas comunidades de interesse social do Recife é uma forma de suporte ao desenvolvimento sustentável da população, transformando, quando possível, problemas em oportunidades, sempre em parceria com o cidadão, instituições e empresas privadas para a implementação de novas tecnologias e processos que auxiliem na contenção das encostas e no cuidado com os cursos d'água (córregos, canais e braços de mangue).

Dessa forma, a SEIURB desenvolvia um conjunto de ações com uma metodologia específica, inserido no Programa Mais Vida Nos Morros, segmentado em três fases distintas:

Fase 1 – Engajamento: nesta fase, a equipe adentra o território, apresenta-se à comunidade e extrai informações socioeconômicas importantes para o processo de compreensão do

território e planejamento de ações futuras. São realizadas oficinas de engajamento, nas quais o programa é apresentado em sua totalidade, bem como são projetados os resultados esperados a partir de sua implementação com o apoio da comunidade. Nessa fase, é importante ressaltar que a viabilidade de transformação deve acontecer na prática, destacando-se a relevância da participação da população.

Fase 2 – Transformação: nesta fase, a população, em parceria com os técnicos da SEIURB, realiza oficinas de mapeamento afetivo, cocriação e planejamento participativo para definir quais são as principais problemáticas a serem abordadas pelo projeto, bem como quais vazios urbanos serão transformados e os resultados da ação. Nesse momento, são disponibilizadas à população oportunidades para a realização de atividades de capacitação e profissionalização, seguindo as vocações do território e as demandas levantadas previamente na fase de engajamento. O objetivo dessas atividades é incentivar o engajamento e preparar a população para a manutenção do diálogo com a municipalidade, bem como conscientizar a comunidade quanto ao cuidado com os espaços urbanos e com o próximo.

Fase 3 – Celebração: dada a participação dos cidadãos no processo de transformação do território, desde o processo de concepção até a “mão na massa”, é realizada uma sequência de eventos comemorativos em pequenos núcleos para celebrar as intervenções realizadas com os moradores participantes do processo, culminando ao final em um grande evento de celebração. Cada atividade de celebração realizada é encabeçada por secretarias municipais diferentes, responsáveis por proporcionar a integração de políticas públicas nos territórios, ampliando seus índices civilizatórios (Figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11).

FIGURA 6. Conscientização e engajamento da população para coleta de resíduos plásticos recicláveis



Fonte: Edson Alves – Divulgação/Cortesia Prefeitura do Recife (2019).

FIGURA 7. Troca de resíduos plásticos por produtos criados no laboratório do Plástico Precioso Pilar



Fonte: Edson Alves – Divulgação/Cortesia Prefeitura do Recife (2019).

FIGURA 8. Produção de corrimão de escada com plástico reciclado instalado em intervenção do Programa Mais Vida nos Morros



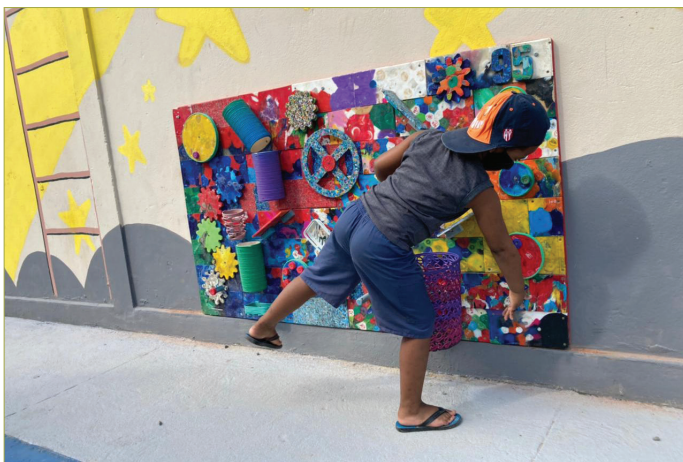
Fonte: Edson Alves – Divulgação/Cortesia Prefeitura do Recife (2019).

FIGURA 9. Resultado de intervenção urbana do Programa Mais Vida nos Morros e ReciclaMais



Fonte: Edson Alves – Divulgação/Cortesia Prefeitura do Recife (2019).

FIGURA 10. Painel sensorial infantil produzido pelo ReciclaMais



Fonte: César Araújo (2020).

FIGURA 11. Placa de plástico reciclado utilizada para criação de diversos produtos: mobiliário, objetos de decoração, painel sensorial, dentre outros



Fonte: César Araújo (2020).

Em 2019, a SEIURB passou por uma reformulação de equipe e processos e, nesse contexto, inicia-se a abordagem com foco na problemática dos resíduos sólidos urbanos, destacando-se a poluição por resíduos plásticos, visto que este é um elemento comum presente nos casos de deslizamento de encostas. O descarte irregular de resíduos nessas localidades impossibilita o crescimento adequado de espécies vegetais que podem proteger a encosta e causa o acúmulo de água de forma inadequada, provocando excesso de peso que contribui para enchentes, deslizamentos, perda de vidas e prejuízos financeiros às famílias e ao poder público municipal.

Projeto Plástico Precioso Pilar e Programa ReciclaMais

Com o objetivo de promover a mudança de comportamento dos cidadãos na sua relação com os resíduos sólidos urbanos, principalmente com relação aos resíduos plásticos, a implementação dos conceitos contidos no projeto PPP seguem para além do que é tradicionalmente observado nas ações de meio ambiente aplicadas pela municipalidade da cidade do Recife, oportunizando o surgimento de resultados inovadores. Para a implementação do protótipo do programa ReciclaMais, por meio de ações integradas, inicialmente, com o programa Mais Vida nos Morros, foi criado um plano de ação estruturado em 3 fases, contemplando o desenvolvimento do projeto no curto, médio e longo prazos.

Na primeira fase, de curto prazo, os objetivos foram a prototipação e validação dos conceitos apresentados pela iniciativa internacional *Precious Plastic*, bem como a compreensão da viabilidade de aplicação do projeto como um protótipo de política pública — etapa realizada em parceria com a ONG Instituição Plano B e o Greaz3D (UFPE), detalhada a seguir. Paralelamente às atividades de prototipação e validação, foram desenvolvidas ações de conscientização e

disseminação dos conceitos norteadores do protótipo, com o objetivo de apresentar o valor da reciclagem e do *upcycling* na vida da população de forma prática.

Na segunda fase, a médio prazo o objetivo consistiu na consolidação das ações, para a formulação do projeto em um programa municipal, replicável e escalável. Outro objetivo de médio prazo estipulado foi estabelecer conexões estratégicas, a fim de potencializar as ações, com atividades conjuntas entre a SEIURB e outras instituições, públicas ou privadas, como instituições de ensino (UFPE), escritórios de arquitetura e engenharia, estúdios de design, associações de moradores e entidades do terceiro setor (ONG Instituição Plano B) que pudessem contribuir em conhecimento, experiência prática, capacitação de moradores e equipe técnica, bem como melhorias nos processos implementados ou fornecimento de ferramentas e equipamentos — etapa realizada no laboratório de reciclagem na Comunidade do Pilar.

Na terceira fase, a longo prazo os objetivos foram: a promoção da expansão do programa e a construção de um novo paradigma de participação das comunidades de interesse social, das associações e cooperativas de reciclagem no processo de impacto e desenvolvimento sustentável do município do Recife, tornando as práticas referência nacional de desenvolvimento sustentável. O objetivo estabelecido foi a integração das ações de meio ambiente desenvolvidas pelo município, para uma implementação mais eficiente.

Assim, propôs-se a criação de uma unidade de transformação de plástico descartado, denominada ReciclaMais, cujo objetivo consistia em converter os resíduos em oportunidades de desenvolvimento sustentável e geração de renda. A unidade previa um ponto de entrega voluntária, uma loja com artigos produzidos no local e equipamentos para realizar o beneficiamento e a transformação dos resíduos. Essa iniciativa foi introduzida na SEIURB, a partir da abordagem

proposta pela nova equipe, com referência no projeto internacional *Precious Plastic*.

Tendo como objetivo evoluir o conceito da unidade de transformação de plástico descartado e prototipar a solução proposta para o projeto ReciclaMais, a SEIURB firmou parceria com a ONG Instituição Plano B e a UFPE — por meio do Laboratório Grea3D — e iniciou testes para desenvolvimento de utensílios e mobiliário urbano no laboratório de reciclagem instalado na Comunidade do Pilar. Essa etapa permitiu o desenvolvimento de novos moldes para produção de objetos maiores — ainda pouco explorados utilizando-se a extrusora de plástico —, como o protótipo de lixeira para instalação nas comunidades atendidas pelo Programa Mais Vida Nos Morros (Figuras 12 e 13).

FIGURA 12. Produção de lixeira para espaço público utilizando extrusora de plástico – Laboratório Plástico Precioso Pilar



Fonte: César Araújo (2019).

FIGURA 13. Criação de produtos utilizando moldes e extrusora de plástico reciclado



(A) Processo de produção de lixeira utilizando molde e extrusora de plástico reciclado; (B) Produção de cesto com detalhes a partir do uso de moldes; (C) Lixeira produzida com plástico reciclado para instalação em áreas de intervenção do Programa Mais Vidas nos Morros.
Fonte: César Araújo (2019).

Inicialmente, a parceria com a SEIURB para a utilização do laboratório de reciclagem — financiado pelo edital CASA Cidades e instalado na Comunidade do Pilar, na sede da ONG — contou com a participação de duas moradoras que atuavam como voluntárias no projeto PPP para capacitação e aprendizado do uso dos equipamentos para produção de objetos, como: vasos, fruteiras, porta-lápis, dentre outros, cujo lucro de venda era revertido para as participantes do projeto.

Após alguns meses de testes no PPP, a parceria entre os diferentes atores — setor público (SEIURB), terceiro setor (ONG Instituição Plano B) e instituição de ensino (Grea3D — UFPE) — foi concretizada com a contratação das voluntárias pela Prefeitura do Recife, mulheres em situação de vulnerabilidade social moradoras da Comunidade do Pilar. Esse desdobramento figura uma grande conquista do projeto, uma vez que possibilitou não apenas a geração de renda por meio da capacitação no setor de reciclagem e das vendas dos produtos, mas principalmente pela garantia de uma renda fixa para as participantes por meio da geração de emprego.

Avaliação dos pontos de integração

A etapa de prototipagem do projeto ReciclaMais — desenvolvida em parceria com a ONG Instituição Plano B e com o Grea3D — no laboratório de reciclagem instalado na Comunidade do Pilar demonstrou pontos de integração em todas as três fases do programa Mais Vida nos Morros. Ademais, apresentou o potencial, a viabilidade e a replicabilidade do projeto por meio das oficinas de transformação de resíduos plásticos em objetos úteis para a população, bem como em equipamentos para melhoria dos espaços de lazer da comunidade, a partir da produção de mobiliários urbanos, como lixeiras, bancos e brinquedos (gangorras, balanços, dentre outros).

Além disso, a proposta permitiu introduzir conceitos de reciclagem e *upcycling*, assim como capacitar os moradores quanto à administração e comercialização dos resíduos, para os cidadãos que já realizam algum tipo de trabalho no contexto da economia circular. A terceira fase consistiu em um processo conjunto de celebração, com um evento de mostra das peças produzidas e a instalação dos mobiliários urbanos produzidos pela população.

Plástico Precioso Pilar e seus desdobramentos

Cooperativa Ecovida Palha de Arroz

Desde agosto de 2020, o programa ReciclaMais realizou ações em dezesseis comunidades do Recife, com feiras itinerantes nas quais os moradores trocam seu resíduo plástico (garrafas, embalagens de produtos alimentícios e de limpeza) por produtos criados a partir da reciclagem criativa do material coletado no local. Essas feiras itinerantes resultaram em mais de dois mil itens produzidos pelo laboratório de reciclagem do PPP, na Comunidade do Pilar, e cerca de duas toneladas de plástico arrecadados.

Após a fase de prototipagem do programa, desenvolvido com as instituições parceiras (ONG Instituição Plano B e Greaz3D), o programa implantou, com recursos públicos, a primeira unidade de transformação de resíduos na Secretaria Executiva de Inovação Urbana e, posteriormente, inaugurou a segunda iniciativa na Cooperativa Ecovida Palha de Arroz, em dezembro de 2020. Esses resultados apresentaram a ampla capacidade de disseminação e replicabilidade da metodologia do projeto PP para estabelecer uma rede e expandir a capacidade da reciclagem criativa na cidade.

Assim, destaca-se a relevância de conectar ações direcionadas aos diferentes atores envolvidos no projeto, principalmente no que tange ao desenvolvimento de políticas públicas voltadas às comunidades em situação de vulnerabilidade social da cidade do Recife e região metropolitana. Pode-se citar o importante papel da conscientização ambiental voltada ao público infantil, materializada em atividades pedagógicas com temática de reciclagem, como os eventos denominados “Gincanas do Plástico”, que envolveram escolas públicas municipais. Essa iniciativa resultou na arrecadação de quatro toneladas de resíduos plásticos, destinados às cooperativas de reciclagem da Prefeitura do Recife. Parte da arrecadação foi aplicada no desenvolvimento de soluções urbanas para a cidade, por meio do programa ReciclaMais.

Cabe ressaltar também que o programa está alinhado ao conceito de economia circular e à redução dos riscos ambientais, buscando o desenvolvimento sustentável sem degradar o meio ambiente, por meio da criação de produtos de baixa emissão de carbono a partir dos resíduos plásticos para a concepção de mobiliário urbano e de produtos, incentivando, assim, uma economia verde.

Além disso, a proposta de capacitação de moradores em situação de vulnerabilidade social, especialmente atendendo ao público feminino, busca incentivar um ecossistema empreendedor, cujo objetivo consiste em fortalecer a inovação para negócios de reciclagem ao envolver diversos atores da sociedade, como empresas, governo, instituições de pesquisa e ensino, incubadoras, aceleradoras, empreendedores e a própria sociedade civil.

Nesse contexto, a unidade de transformação de resíduos instalada na Cooperativa Ecovida Palha de Arroz demonstrou o potencial para geração de fonte de renda e empoderamento

feminino por meio da reciclagem criativa. Assim, o programa contribui para a evolução do ponto de vista ambiental, econômico e social. Como exemplo, pode-se destacar o valor agregado ao resíduo plástico — com custo inicial de R\$ 1,80 por quilo do material — após o processo de reciclagem criativa e produção de objetos e utensílios, com custo final de R\$ 20,00 a R\$ 60,00 por peça (porta-lápis, vasos, lixeiras, dentre outros). Por fim, torna-se imprescindível citar a relevância dessa iniciativa para reinventar o papel dos galpões de reciclagem, reafirmando o potencial da inovação por meio de tecnologias sociais, para promover a autoestima, a valorização do cidadão e o senso de pertencimento dos moradores de comunidades em situação de vulnerabilidade social.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio e financiamento (Processos: APQ-0581-6.12/21 e APQ-1175-6.04/21). À Coordenadoria do Ensino de Ciência do Nordeste (CECINE), pela parceria e pelo incentivo. À Instituição Plano B, pela oportunidade e parceria para implantação do laboratório de reciclagem na Comunidade do Pilar.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021*. São Paulo: ABRELPE, 2021. Disponível em: <https://abespb.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama-2021-ABRELPE.pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

FREUDENRICH, C. *How Plastics Work*. 2007. Disponível em: <https://science.howstuffworks.com/plastic.htm>. Acesso em: 28 jul. 2023.

INSTITUIÇÃO PLANO B. *Site da Instituição*. Disponível em: <http://www.instituicaoplanob.com.br/>. Acesso em: 30 de julho, 2019.

LACERDA, N. Intervenções no Bairro do Recife e no seu entorno: indagações sobre a sua legitimidade. *Sociedade e Estado*, Brasília, v. 22, n. 3, p. 621-646. set./dez. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/tDf6bkwQ7dP4RPP4PBvwGKB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 4 mar. 2026.

MENDES, L. T. et al. Projeto protótipo pilar: o uso da prototipagem rápida no desenvolvimento criativo das crianças da comunidade do pilar. In: *Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão do Centro de Artes e Comunicação – A Cultura CAC: o ensino, a pesquisa e a nossa extensão*, 2, 2020, Recife: CAC, 2020, v. 1, p. 211-226.

MORAES, K. *Com descoberta arqueológica, projeto do atrasado Habitacional do Pilar, no Bairro do Recife, pode ser modificado*. *Jornal do Commercio*, 2022. Disponível em: <https://jc.uol.com.br/pernambuco/2022/03/14960272-com-descoberta-arqueologica-projeto-do-atrasado-habitacional-do-pilar-no-bairro-do-recife-pode-ser-modificado.html>. Acesso em: 22 jul. 2023.

MORIM DE MELO, J. *Mais além da rua do Bom Jesus: a revitalização do bairro do Recife, a população e outros usos do local*. 2003. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

NERY, N. S. *Inclusão socioespacial de comunidades pobres programa de requalificação urbanística e inclusão social da Comunidade do Pilar, Bairro do Recife – PE*. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

RECIFE. *Mais Vida é reinventar as políticas públicas*. In: *Mais Vida nos Morros*, Recife: Prefeitura de Recife, 2021. Disponível em: <https://maisvidanosmorros.recife.pe.gov.br/mais-vida-e-reinventar-as-politicas-publicas/>. Acesso em: 7 out. 2025.

ZANCHETI, S.; LACERDA, N. O desempenho do Plano de Revitalização do Bairro do Recife. In: ZANCHETI, S.; MARINHO, G.; LACERDA, N. (orgs.). *Revitalização do Bairro de Recife: plano, regulação e avaliação*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1998. p. 89-135.

Projeto *Precious Plastic* UFPE

Uma análise sob a lente da economia circular

Sadi da Silva Seabra Filho¹

Ney Brito Dantas²

Walter Franklin Marques Correia³

Leticia Teixeira Mendes⁴

Introdução

A economia circular é um sistema em ascensão que visa transformar o modo como produzimos e consumimos, evitando o desperdício e promovendo a sustentabilidade. Em contraposição ao modelo atual de produção linear — no qual se extraem matérias-primas para transformá-las em produtos que, ao final de seu ciclo de vida, são descartados como resíduos —, a economia circular propõe um ciclo fechado no qual os recursos são utilizados de forma mais eficiente e são reaproveitados assim como na natureza. Este artigo explora os fundamentos da economia circular e a iniciativa do projeto Plástico Precioso da UFPE.

O projeto internacional chamado *Precious Plastic* é uma iniciativa criada em 2013 pelo designer Dave Hakkens, que desenvolveu uma série de máquinas que permitem a

1 Mestre em Design, UFPE.

2 Doutor em Arquitetura, UFPE.

3 Doutor em Engenharia de Produção, UFPE.

4 Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, UFPE.

transformação de resíduos plásticos em objetos úteis e de valor agregado. Assim, tornou-se possível fazer desde pequenos objetos, como chaveiros e porta-canetas, até móveis e peças de decoração. A iniciativa também propõe a replicação para que pessoas de todo o mundo possam construir suas próprias máquinas e contribuir para a redução do desperdício (*Precious Plastic*, [2016]).

Nesse contexto, o projeto Plástico Precioso da UFPE tem se destacado como uma iniciativa pioneira na universidade para a promoção da economia circular. O projeto consiste em transformar resíduos plásticos em materiais de alta qualidade por meio de um processo inovador de reciclagem, com parceria de um laboratório de Fabricação Digital, o Grea3D (Laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D). Além disso, o projeto busca promover a educação ambiental e a conscientização sobre a importância da sustentabilidade (Manrique *et al.*, 2019).

Diante dos desafios socioambientais enfrentados pela sociedade moderna, iniciativas como o projeto Plástico Precioso da UFPE tornam-se cada vez mais relevantes. Ao promover a economia circular e a transformação de resíduos em recursos valiosos, visa-se que seja possível construir um futuro mais sustentável e resiliente.

Economia Circular

Para compreendermos o conceito de economia circular (EC), devemos inicialmente nos apropriar do entendimento do que é a economia linear (EL), pois uma surge em contraposição à outra. A economia linear surge com a Revolução Industrial que se iniciou nos anos 1700, centrada em têxteis, ferro, carvão e transporte de água, e que mais tarde evoluiu para a energia a vapor, o motor a combustão interna e a energia elétrica. Mais recentemente, no século XIX, é impactada

pelas máquinas de comunicação rápida capazes de conectar continentes de maneira instantânea. A união das novas tecnologias às inovações energéticas tem o poder de gerar mudanças profundas na economia (Motta, 2018).

A sociedade obteve muitos benefícios provenientes das diversas máquinas que foram criadas para facilitar as nossas vidas e nos dar mais conforto. A produção em série proporcionou o desenvolvimento de cidades voltadas para as indústrias, que, junto ao trabalho em turnos, fez surgir novos consumidores, tornando o crescimento cada vez mais acelerado. A indústria ficou mais eficiente e os produtos, mais baratos e acessíveis à população. A busca por “inovação” através da otimização dos processos e métodos de produção criou mais e novos postos de trabalho e demanda de mercados.

Entretanto, a Revolução Industrial estava focada em resolver os problemas “aparentes” e, por muitas vezes, valia-se da vantagem imediata em relação aos lucros e às oportunidades de negócio, criando, assim, um sistema de produção predatório que tem gerado danos ambientais e até mesmo trabalhistas. A princípio, as consequências dessa economia não eram tão nítidas, muito embora seus primeiros críticos tenham surgido ainda na década de 1960.

Esse modelo é conhecido como economia linear por gerar um fluxo em linha reta. A EL é baseada exclusivamente no princípio de extrair, fabricar, transformar, consumir, utilizar e descartar. Infelizmente, esse modelo, cuja ilustração esquemática pode ser vista na Figura 1, assume que os recursos naturais são abundantes, fáceis de serem obtidos e que o descarte não gera custos.

Com o crescimento da população, o número de consumidores aumentou exponencialmente e, conseqüentemente, os impactos tornaram-se cada vez maiores. Estima-se que, em 1960, a população do mundo era de três bilhões de pessoas

FIGURA 1. Esquema do modelo econômico linear



Fonte: Quinta e Costa et al. (2019, p. 8).

e, nos anos 2000, esse número duplicou. Bastaram apenas quarenta anos para isso, e a previsão da ONU é que, mesmo com a queda da fertilidade, em 2050 chegaremos a 9,7 bilhões de pessoas (ONU Brasil, 2019). Confrontando esses dados com o modelo da EL, torna-se claro que são necessários muitos recursos naturais para garantir condições de vida a esse número exorbitante de habitantes, e que, se continuarmos persistindo nesse ritmo, estaremos fadados ao fracasso (Weetman, 2019).

Braungart e McDonough, em seu livro *Cradle to Cradle* (2002), ilustram de maneira irônica alguns dos impactos negativos e resultados drásticos causados pela economia linear desde o início da Revolução Industrial. Esses impactos incluem o descarte anual de toneladas de materiais tóxicos no ar, na água e no solo, bem como a produção de materiais perigosos que exigirão vigilância constante das gerações futuras. Além disso, a economia linear gera grandes quantidades de resíduos, com materiais valiosos sendo aterrados ao redor do planeta. Ademais, o atual sistema produtivo prioriza a produtividade em detrimento dos recursos humanos, resultando em maior exploração e más condições de trabalho.

Dados esses impactos, há a necessidade de adotar uma abordagem econômica mais sustentável e responsável. Aplicar a EC oferece benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a economia, promovendo o desenvolvimento sustentável

e equitativo. Com a limitação dos recursos naturais existentes no planeta, o modelo denominado circular ganha destaque, uma vez que pretende romper com o velho e insustentável modelo linear que é utilizado pelo mundo (Anastas *et al.*, 2003; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Fiksel, 2009).

A economia circular surge com essa nomenclatura atual, mas é baseada em abordagens anteriores, como o “*cradle to cradle*”, que tem como objetivo detalhar a sustentabilidade e a necessidade de adotarmos ações que sejam comprometidas e conscientes com a sociedade, com a indústria e principalmente com o meio ambiente (Motta, 2018).

A Ellen MacArthur Foundation (EMF), uma instituição filantrópica, tem como objetivo acelerar a transição para a economia circular (EC), em parceria com empresas, governos e organizações educacionais. Para muitos autores, a EC é sinônimo da EMF. A instituição reflete sobre a definição de economia circular como um sistema industrial intencional e projetado para ser restaurativo e regenerativo. Esse sistema substitui o conceito de “fim de vida” por “restauração”, utiliza energia renovável, elimina produtos químicos tóxicos que impedem a reutilização e busca eliminar resíduos por meio do design superior de materiais, produtos, sistemas e modelos de negócios (EMF, 2013).

De acordo com a EMF (2013), o modelo de economia circular é baseado no ciclo de vida presente na natureza, no qual todos os elementos são conectados e utilizados com o propósito de manter um equilíbrio ecológico. A EC torna-se inseparável da inovação e do design de produtos e sistemas, sendo necessário criar um modelo sustentável, com um “ciclo de vida fechado”, reduzindo o consumo de matérias-primas, energia e água.

O principal objetivo da economia circular é repensar o design de produtos, de modo que os bens possam ser utilizados por muito tempo, mantendo seu valor intrínseco.

Além disso, deve-se tentar romper com o padrão de consumo atual, em que frequentemente são consumidos artefatos totalmente desnecessários. É fundamental, ainda, que, nessa nova visão, sejam aumentadas a qualidade e a durabilidade dos produtos e que estes sejam passíveis de remanufatura (House of Commons, 2014).

A proposta desse sistema é conceber empresas, produtos e serviços que visem combater a escassez de recursos, estimulando a criação de novas oportunidades de negócios e alternativas inovadoras para o consumo, com maior eficiência. Isso implica economizar energia e evitar danos irreversíveis ao planeta. A EMF (2013) apresenta quatro princípios da EC que ajudam a atingir esses objetivos. São eles:

1. “Resíduos são alimentos” (*Ibid.*, p. 23, tradução nossa): este princípio baseia-se nos ciclos naturais, em que os resíduos gerados por um organismo servem como alimento para outro, propondo o redesenho de produtos para que possam ser reutilizados ou desmontados no “fim da vida”, mantendo os materiais em um patamar de valor;
2. “Construa a resiliência por meio da diversidade” (*Ibid.*, p. 22, tradução nossa): inspirada na natureza, a ideia é promover a diversidade para desenvolver a resiliência e recursos nos sistemas econômicos;
3. “Use energia renovável” (*Ibid.*, p. 22, tradução nossa): incentivar atores que coletivamente geram fluxos eficazes de materiais e informações, impulsionados por energia renovável;
4. “Pense em sistemas” (*Ibid.*, p. 23, tradução nossa): o objetivo é compreender as conexões entre as ideias, pessoas e lugares, visando a criação de oportunidades para as pessoas, os negócios e o planeta. Perceber como as partes do sistema se relacionam é fundamental para identificar oportunidades de gerar valor.

Para trazer uma síntese sobre economia circular, podemos adotar a definição construída através de contribuições coletivas promovida pela *Open Source Circular Economy Days*:

A economia circular é o conceito de uma economia verdadeiramente sustentável que funciona sem desperdício, economiza recursos e está em sinergia com a biosfera. Ao invés de ver as emissões, subprodutos ou bens danificados e indesejados como ‘resíduos’, na economia circular eles se tornam matéria-prima, nutrientes para um novo ciclo produtivo (OSCED, 2016, tradução nossa).

Framework da cadeia de suprimentos e design

Alinhado o conceito de economia circular, foi aplicado o *framework* da cadeia de design e suprimentos desenvolvido por Catherine Weetman (2019) para auxiliar na análise da circularidade do projeto Plástico Precioso da UFPE. Na Figura 2, ilustramos a estrutura do *framework* proposto pela autora.

FIGURA 2. Cadeia de design e suprimentos



Fonte: Adaptação de Weetman (2019).

No *framework* são apresentados quatro blocos principais: *inputs* circulares, design do produto, design do processo e fluxos circulares. Em cada um dos blocos são dadas diretrizes de circularidade. Além desses, há dois grandes quadros onde são apresentados os modelos de negócios e os capacitores e aceleradores da economia circular. A seguir, descrevemos cada um dos blocos para melhor compreensão da lente utilizada por Weetman (2019).

Os *inputs* circulares compreendem os materiais usados na cadeia de suprimentos que fazem parte do produto final. As diretrizes são: utilizar materiais que sejam reciclados, renováveis, seguros e protegidos.

De acordo com o design do produto, o projeto deve ser positivo em todo o ciclo de vida e no seu pós-consumo, gerando um “bom design” e se distanciando da falácia de um “design menos ruim”.

Já no design do processo, a atenção deve ser voltada para as etapas de produção, concebendo um projeto de produção que utilize menos água, energia e outros materiais necessários. As diretrizes são, assim como no Design do Produto, usar menos recursos, considerar os resíduos enquanto alimentos e usar recursos de fontes renováveis.

Nos fluxos circulares, o foco é dar prioridade a *loops* internos, pensando em como manter mais tempo o produto em uso e as possibilidades de realizar manutenções e atualizações nele. Os objetivos desta etapa são: reutilizar, remanufaturar e reciclar.

Os modelos de negócio, por sua vez, são as formas como as instituições se organizam e planejam para promover seus empreendimentos a um estágio de rentabilidade. Há vários motivos para tentar implementar modelos que favoreçam a economia circular quando se observa que, atualmente, há uma tendência a afastar-se da ideia de propriedade tradicional e de sistemas transacionais, em que o produto é vendido

para o cliente, e uma aproximação dos modelos voltados para o consumo colaborativo e dos sistemas produto-serviço, nos quais o resultado é a parte mais importante.

Por fim, os capacitadores são os agentes internos ao processo, que podem ser as tecnologias e o pensamento criativo e disruptivo do modo tradicional de gerar rentabilidade; e os aceleradores são os agentes externos, que podem ser: a colaboração e o compartilhamento entre instituições (empresas, projetos, indústrias); as certificações que ajudam a estabelecer padrões; e a responsabilidade estendida ao produtor sobre o produto criado, através de legislações ou incentivos.

Compreender a cadeia de design e suprimentos é primordial para a EC, e aplicar essa análise ajuda na escolha de estratégias que serão adotadas para garantir o sucesso do projeto, tais como: reduzir custos operacionais; garantir e manter o fornecimento de recursos; oferecer bens e serviços seguros e saudáveis a todos envolvidos; contribuir para a restauração do meio ambiente; e, por fim, desenvolver um bom design que seja durável, desejado e comprometido com a economia e a sociedade (Weetman, 2019).

Nessa perspectiva, este artigo aborda apenas o desenvolvimento do principal produto do projeto, a placa de plástico para usinagem. Entretanto, reflete-se, também, sobre questões que podem ser estendidas a todo o projeto. No próximo tópico, apresenta-se o estudo através do processo de fabricação das placas de plástico, além de orientações e questionamentos sobre como melhor integrar a economia circular.

Plástico Precioso da UFPE sob a ótica do *framework* da EC

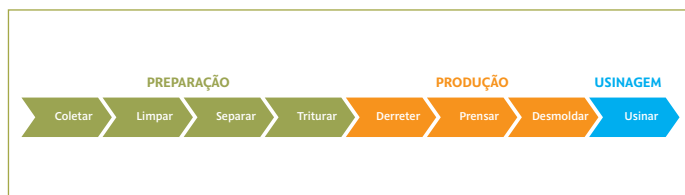
O projeto Plástico Precioso da UFPE é coordenado pela Profa. Dra. Leticia Teixeira Mendes, que atua no Departamento de Expressão Gráfica do Centro de Artes e Comunicação da UFPE.

O projeto se enquadra nas atividades de pesquisa e extensão da UFPE e foi implantado através de fomento da FACEPE — Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco — e da Proexc — Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFPE, atual Pró-Reitoria de Extensão (Proext).

Os objetivos desta ação são: promover discussões sobre temas relacionados à sustentabilidade, como consumo consciente, reciclagem e *upcycling*; capacitar cooperativas de catadores no uso dos equipamentos de reciclagem do projeto Precious Plastic (trituradora, extrusora, compressora e injetora); e propor estratégias de gestão e venda dos produtos para geração de renda.

Através de entrevistas com os integrantes do projeto, de registros fotográficos e de vídeos, foi possível desenvolver a análise que será apresentada e discutida. Inicialmente, foi importante desenvolver um fluxo do processo de produção das placas de plástico (Figura 3). Foram listadas oito etapas, descritas a seguir, que os autores agruparam em preparação, produção e usinagem. Compreende-se que no processo de usinagem poderão ser desenvolvidos diferentes produtos e que cada um poderá ter outras etapas, tais como: montagem, acabamentos, embalagens, entre outros. Além disso, cada um desses produtos poderá ter um ciclo de vida diferente, entretanto, este artigo pretende abordar a análise até

FIGURA 3. Fluxo de produção das etapas de manufatura da placa de plástico



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

a parte da usinagem, que será comum a todas as possibilidades de artefatos.

A primeira etapa de preparação consiste na coleta de, basicamente, dois tipos de plástico: o número 5 (PP – Polipropileno) e o número 2 (PEAD – Polietileno de Alta Densidade); em seguida, é feito o processo de limpeza desses materiais coletados para retirar qualquer resíduo que possa prejudicar a qualidade das placas; a separação é, então, feita por tipo e cor; e, para concluir a etapa de preparação, todo o material é triturado e armazenado em local seco e arejado.

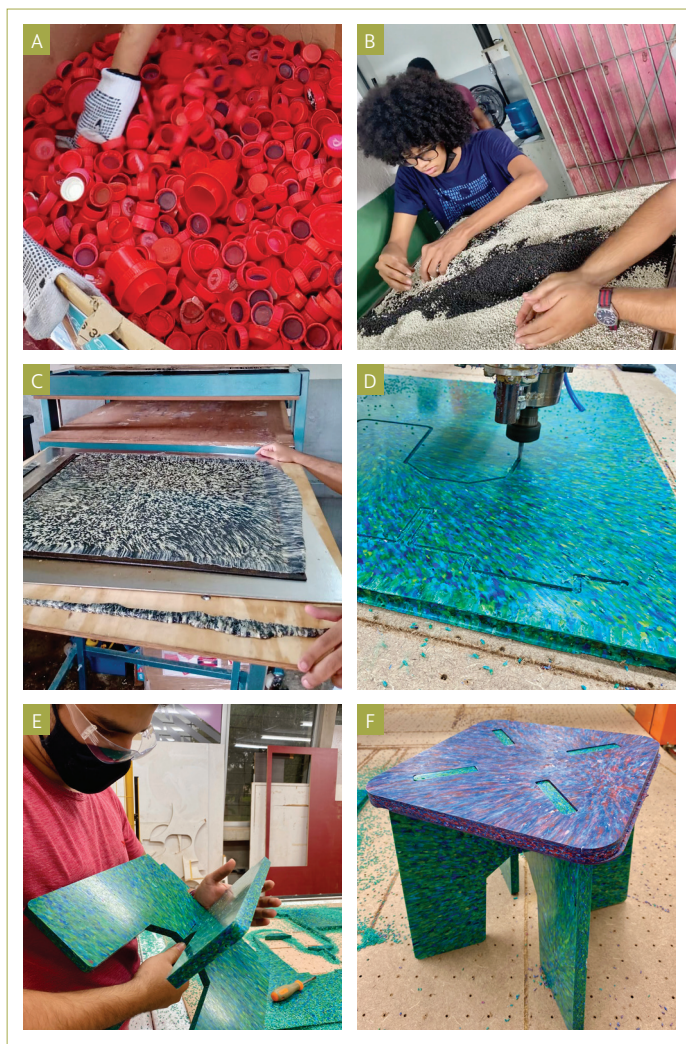
A segunda etapa, chamada de produção, é direcionada à fabricação propriamente dita da placa. Nesse momento, o plástico triturado é colocado em uma fôrma e derretido de maneira homogênea em um forno elétrico; em seguida, é retirado do forno e colocado em uma prensa hidráulica até seu resfriamento; por fim, a placa é desmoldada da fôrma.

A terceira etapa consiste na usinagem das placas através de uma fresadora Router CNC, uma máquina controlada por computador que realiza usinagem em três dimensões através de fresas. Esse é o momento em que serão subtraídas das placas de plástico as peças que formarão o produto final. A Figura 4 apresenta as etapas de transformação do plástico coletado em placas.

Compreendendo o fluxo do projeto Plástico Precioso da UFPE, aplicamos o *framework* da cadeia de design e suprimentos desenvolvido por Catherine Weetman (2019), conforme pode ser visto na Figura 5.

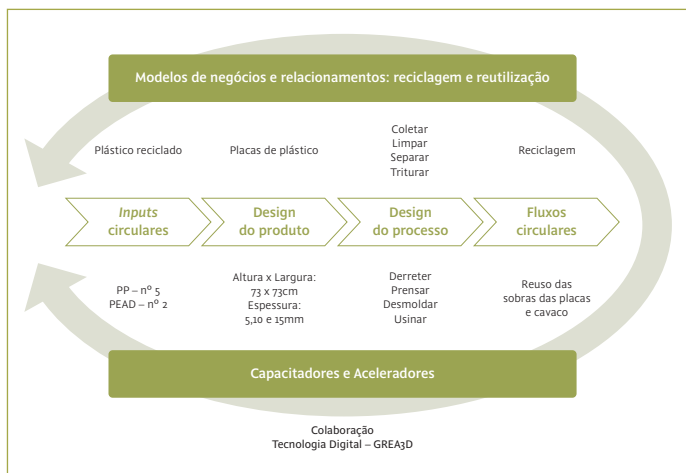
Iniciando o *framework* pelos *inputs* circulares, verifica-se que os nutrientes (materiais que irão nutrir o processo ou o produto) são termoplásticos recicláveis (Polipropileno e o PEAD), classificados como “nutrientes técnicos”, em contraposição aos nutrientes biológicos, que são mais facilmente absorvidos pela natureza, tais como as fibras, madeiras, couro, algodão, entre outros (EMF, 2013).

FIGURA 4. Etapas de produção de placas de plástico, de usinagem em CNC e de montagem de mobiliário (banco)



(A) Etapa de separação de material por tipo de plástico e cor; (B) Etapa de preenchimento do molde com material plástico para produção de chapa reciclada; (C) Etapa de retirada da chapa reciclada da prensa hidráulica; (D) Etapa de usinagem da chapa reciclada utilizando router CNC; (E) Etapa de montagem e encaixe das peças usadas na router CNC; (F) Produto final: mobiliário de encaixe (banco) produzido com chapas de plástico reciclado. Fonte: Leticia Mendes (2022).

FIGURA 5. Cadeia de *design* e suprimentos do projeto Plástico Precioso da UFPE



Fonte: Weetman (2019), adaptado pelo autor.

Dessa maneira, o projeto segue a recomendação de que esses nutrientes não sejam misturados a nutrientes biológicos e, além disso, utiliza materiais que seriam descartados no lixo, sem fazer uso de matéria-prima virgem. Os plásticos empregados são 100% recicláveis, seguros para a saúde dos seres vivos, pois são livres de toxinas, e encontrados amplamente em embalagens e tampas de garrafa. Os plásticos são facilmente identificados na coleta através das indicações contidas nas embalagens, conforme a Figura 6.

No *design* do produto, verificou-se que são produzidas placas de ambos os plásticos com dimensões de 73 cm x 73 cm (largura e comprimento) e com espessuras variáveis de 5cm, 10cm e 15cm. Essas placas formam um material bastante resistente que pode substituir madeiras e até pedras de revestimento. Também foi observado que elas podem ter uma grande variedade de padrões de superfícies a depender das combinações de cores e dimensões da trituração do plástico.

FIGURA 6. Classificação do plástico para reciclagem



Fonte: Bessa (2018).

O *design* deste produto é bastante versátil, com facilidade para empilhamento e transporte, gerando uma economia de energia para o processo logístico e de desenvolvimento de artefatos através da usinagem. A variação de espessura possibilita, ainda, o projeto adequado de diferentes tipos de produtos, respeitando o uso de menos material a depender da necessidade.

As sobras das placas, após a usinagem, e até mesmo dos produtos desenvolvidos, após seu “descarte”, podem ser facilmente trituradas ou derretidas para formar novas placas, mantendo, assim, a circularidade do produto, que tem baixa complexidade e não realiza mistura de nutrientes técnicos com biológicos, facilitando o seu reaproveitamento.

Dessa maneira, sugere-se que sejam aproveitados a possibilidade dos vários padrões de superfície para se criar coleções que sigam as tendências, bem como que se estabeleça um nome para cada padrão com a finalidade de estimular o consumo e facilitar a especificação nos projetos, tornando o produto mais vendável. Também é importante identificar o número do plástico que formou a placa através da classificação de reciclagem. Este recurso é importante para que o produto, em seu “pós uso”, seja reciclado corretamente.

Seguindo o *framework*, o design do processo apresenta oito etapas, descritas acima e agrupadas em preparação, produção e usinagem. Nessas etapas, verificou-se que os recursos utilizados para produzir as placas e que não compõem o produto final (*Inputs* do Processo) são: água, detergente e energia elétrica. A água e o detergente são utilizados no processo de limpeza dos plásticos que apresentam resíduos. Sugere-se o uso de água de reaproveitamento das chuvas, bem como o uso de sabão biodegradável.

A energia elétrica é utilizada nas etapas de triturar, derreter, prensar e usinar, e cada uma delas faz uso de energia através do maquinário correspondente: trituradora, forno elétrico, prensa hidráulica e Router CNC, respectivamente. Recomenda-se nessas etapas o monitoramento do custo energético de cada um desses equipamentos para a produção de uma única placa, e assim estimar o custo financeiro por placa. Este cálculo é importante para se estudar a viabilidade de implantar energia solar ou outras fontes renováveis, mais baratas e menos agressivas ao meio ambiente.

Na etapa de usinar, propõe-se que seja aproveitado o máximo da placa de plástico, que sejam criados testes de encaixe para cada espessura de placa e que essas medidas sejam registradas e utilizadas nos projetos para minimizar o desperdício por erros de usinagem.

No último dos quatro blocos, o de fluxos circulares, analisou-se que as sobras das placas e o “cavaco” (pequenas lascas e pedaços desprendidos no processo de usinagem) podem ser reciclados para formar novas placas, retornando ao processo inicial de produção e estabelecendo, assim, a circularidade.

Verificou-se também que os produtos produzidos possuem bastante durabilidade e, por serem fabricados através de peças usinadas por processo digital, caso ocorra algum dano ou quebra de partes do produto, estas podem ser rapidamente substituídas, garantindo ainda mais tempo de uso

do produto final e potencializando as características de um produto comprometido com a EC.

Dessa forma, recomenda-se que todas as placas de plástico e produtos finais desenvolvidos sejam distribuídos com orientações claras aos usuários (manuais digitais com vídeo instrucional expostos através de um QR code, redes sociais, site do projeto, entre outras possibilidades),informando que:

1. O produto pode ser recuperado através da troca da peça danificada por uma peça nova (pode ser cobrado um valor mais baixo ao trazer a peça danificada);
2. Ao final do uso do produto, quando o usuário quiser descartá-lo, o projeto recebe o produto para sua reciclagem ou recuperação. (esse tipo de ação deve gerar algum benefício ao usuário, como desconto na aquisição de novos produtos ou até mesmo retorno financeiro direto);
3. E, por fim, na impossibilidade do retorno do produto ao projeto, o material pode e deve ser reciclado de acordo com o tipo de plástico indicado no produto.

Quanto aos modelos de negócio, o projeto ainda está se estruturando com os órgãos de apoio à UFPE, para que seja desenhado esse modelo de cooperação entre a universidade, o projeto Plástico Precioso da UFPE e clientes externos. Entretanto, o modelo como está no momento baseia-se na reciclagem e remanufatura para o desenvolvimento científico e ambiental.

Sugere-se que, após firmadas as parcerias, o modelo de negócio seja baseado em serviços e resultados, considerando que os produtos desenvolvidos sejam de responsabilidade do projeto em todo seu ciclo de vida e que os usuários paguem apenas pelo seu usufruto. Desta maneira, incentiva-se o desenvolvimento de um design seguro e benigno (Weetman, 2019).

Por fim, em relação aos capacitores e aceleradores da EC, o projeto conta com um laboratório de tecnologias de fabricação digital, o Gre3D, com equipamentos como as impressoras 3D, cortadoras a laser e fresadoras CNC, o que possibilita uma integração e potencialização das capacidades de fechar os ciclos circulares, ou seja, o projeto consegue produzir as placas de plástico e desenvolver projetos e produtos com esse material. Além disso, o projeto está incubado em uma das melhores universidades do país, o que possibilita um trabalho colaborativo com diversos outros projetos, bem como com a comunidade do entorno.

Conclusões

A economia circular é uma abordagem em ascensão que busca transformar o modo como produzimos e consumimos, promovendo uma quebra de paradigma através da sustentabilidade e evitando o desperdício. Ao contrário do modelo linear de produção, a economia circular propõe um ciclo fechado em que os recursos são utilizados de forma mais eficiente e reaproveitados.

O projeto Plástico Precioso da UFPE, através da análise realizada, está em total sinergia com o conceito da economia circular, destacando-se como uma iniciativa pioneira na promoção da e no compromisso com a sustentabilidade dentro da universidade. Através de parcerias e processos inovadores de reciclagem, o projeto transforma resíduos plásticos em materiais de alta qualidade, além de promover a conscientização ambiental e educar sobre a importância da EC.

A adoção do sistema de economia circular oferece benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a economia, estimulando novas oportunidades de negócios, reduzindo o consumo de recursos naturais e evitando danos irreversíveis ao planeta. Através de princípios como resíduos como

alimentos, construção de resiliência, uso de energia renovável e pensamento em sistemas, é possível criar uma economia mais sustentável e equitativa.

A aplicação do *framework* da cadeia de design e suprimentos ao projeto proporcionou parâmetros para a análise da circularidade, comprovando a compatibilidade da iniciativa com a EC. Através dos pilares do *framework* (*inputs* circulares, design do produto, design do processo e fluxos circulares), verificou-se que o projeto busca utilizar materiais reciclados, seguros e que podem retornar ao ciclo produtivo. Constatou-se, ainda, que o produto desenvolvido, placas de plástico, tem um “bom design”, pois ao longo do seu ciclo de vida garante durabilidade e reaproveitamento sem desperdício. Além disso, a aplicação dessa lente gerou diretrizes que auxiliarão o projeto a reduzir o consumo de água, energia e outros materiais, priorizando a reutilização, a remanufatura e a reciclagem.

Desta maneira, iniciativas como o projeto Plástico Precioso da UFPE representam um passo importante rumo a um futuro mais sustentável e resiliente, ao adotar os princípios da economia circular. Repensar a forma como produzimos e consumimos é possível para construir uma economia que minimize o desperdício, conserve recursos naturais e promova a harmonia entre sociedade, indústria e meio ambiente.

Referências

ANASTAS, P. T.; BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; ZIMMERMAN, J. B. Applying the principle of green engineering to cradle-to-cradle design. *Environmental Science & Technology*, United States, v. 37, n. 23, p. 435-441, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14700308/>. Acesso em: 4 mar. 2026.

BESSA, J. Classificação do plástico para reciclagem. *Zurich Termoplásticos*, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://injecaodeplasticos.com.br/classificacao-do-plastico-para-reciclagem/>. Acesso em: 5 mar. 2026.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press, 2002.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition*. [S. l.]: EMF, 2013. Disponível em: <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/27265af68f11ef30/original/Towards-the-circular-economy-Vol-1.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2021.

FIKSEL, J. *Design for environment: a guide to sustainable product development*. 2 ed. Columbus: McGraw Hill, 2009.

HOUSE OF COMMONS. *Growing a circular economy: ending the throwaway society*. HC-214. Londres: The Stationary Office Limited, 2014.

PRECIOUS PLASTIC. *One Army*, Eindhoven, [2016]. Disponível em: <https://www.preciousplastic.com/>. Acesso em: 29 set. 2025.

MANRIQUE, M.; MENDES, L.; LAURENTINO, A.; FILHO, S. Plástico precioso: prototipagem rápida e reciclagem de resíduos de manufatura aditiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, VII., Recife, 2019. *Anais [...]* São Paulo: Blucher, 2019. p. 392-403. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/plstico-precioso-prototipagem-rpida-e-reciclagem-de-resduos-de-manufatura-aditiva-33513>. Acesso em: 5 mar. 2026.

MOTTA, A. C. *Design de Produto na Economia Circular: aplicação no mobiliário de escritório*, 2018. 165 f. Dissertação (Mestrado em Design) — Escola Superior de Artes e Design, Portugal, 2018.

QUINTA E COSTA, M. et al. *Uralândia a Circular: economia circular*. Porto: ESEPF, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU. *Casa ONU Brasil*, 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-deve-chegar-97-bilh%C3%B5es-de-pessoas-em-2050-diz-relat%C3%B3rio-da-onu>. Acesso em: 29 set. 2025.

OPEN SOURCE CIRCULAR ECONOMY DAYS. *OSCEDays*, Berlim, 2016. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20160425133055/https://oscedays.org/open-source-circular-economy-mission-statement/>. Acesso em: 4 nov. 2024.

WEETMAN, C. *Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa*. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

Unidade itinerante de laboratório de tecnologia

Promovendo acesso à informação digital em escolas públicas de Pernambuco

Thaciana Caroline Belarmino Ferreira¹

Auta Luciana Laurentino²

Introdução

Os laboratórios acadêmicos de fabricação digital funcionam como uma ferramenta metodológica para o ensino, pesquisa e extensão dentro das universidades. De modo geral, esses espaços contribuem para a popularização da fabricação digital, proporcionando maior acesso ao conhecimento e manuseio concreto dessas tecnologias. Acompanha-se, atualmente, um crescimento significativo de discussões que envolvem as tecnologias digitais nos currículos escolares. Portanto, entende-se que é necessário e urgente que o laboratório consiga alcançar os estudantes das escolas públicas para que estejam preparados para responder aos desafios na formação educacional e profissional. Assim, surgem as unidades itinerantes de laboratórios acadêmicos consolidados, cujo objetivo principal é se deslocar da universidade e promover o acesso à informação digital em outras localidades.

¹ Mestre em Design, USP.

² Doutora em Design, UFPE.

O artigo apresenta uma análise sobre a elaboração de metodologia para oficina *maker* destinada a trabalhar assuntos de geometria gráfica bidimensional e tridimensional utilizando máquinas de fabricação digital como ferramenta pedagógica. O recorte de estudo se concentra no resultado de duas oficinas *maker* realizadas pela unidade itinerante de tecnologia de um laboratório acadêmico de fabricação digital de Pernambuco. As oficinas foram realizadas com os estudantes do 2º e 3º ano do Ensino Médio de duas escolas da rede pública estadual no Recife. As ações desta unidade móvel do laboratório objetivam promover o acesso ao conhecimento digital em escolas públicas do estado de Pernambuco.

As oficinas realizadas utilizaram a geometria como ponte entre o conhecimento trabalhado em sala de aula e a base para desenvolvimentos das atividades práticas na ação. No contexto brasileiro, entre as décadas de 1960 e 1980, aconteceu o Movimento da Matemática Moderna (MMM), no qual se discutia reformas no ensino da matemática, com o propósito de modernizar os conteúdos e os livros dessa área. Este movimento provocou a concentração da álgebra, da geometria e da aritmética como um único componente curricular da matemática, portanto, juntando todos os assuntos numa mesma publicação e fazendo com que a geometria perdesse espaço (Santos, 2021). Por isso, atualmente existe um alto índice de estudantes com dificuldades em geometria no país: 67,4% dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio apresentaram desempenho muito baixo na área da matemática, sendo 62,6% destes classificados no estágio crítico e outros 4,8% no estágio muito crítico do aprendizado (Brasil, 2025).

Destaca-se que a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades na área da tecnologia digital estimula e impacta de forma significativa a resolução de problemas do cotidiano, contribui para o protagonismo

dos indivíduos em situações de tomadas de decisão e contribui para as pesquisas que envolvem a Indústria 4.0. Dessa maneira, possibilitar aos estudantes do ensino básico o contato com tais tecnologias pode provocar e promover novos pensamentos e perspectivas para a formação deste público. Acompanha-se, atualmente, um crescimento significativo de temas e discussões que envolvem as tecnologias digitais nos currículos escolares, como também a sua aplicação no mercado. Assim, entende-se que é necessário e urgente que os estudantes das escolas públicas tenham conhecimento sobre tais ferramentas e que estejam preparados para responder aos desafios de ampliar e consolidar as suas experiências durante a formação educacional e profissional.

Para o desenvolvimento pedagógico desta pesquisa, toma-se como material de análise a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), por meio da qual serão elencados os objetos de conhecimento da unidade temática geometria de cada ano do Ensino Fundamental. Este levantamento norteou o planejamento das atividades que foram realizadas nas escolas através do recorte deste estudo. Para o desenvolvimento operacional, o projeto contou com os equipamentos adquiridos para o laboratório itinerante. Esses equipamentos consistem em materiais permanentes, maquinário, ferramentas, acessórios e insumos.

Metodologia

O estudo foi realizado em três etapas: a) desenvolvimento da metodologia; b) aplicação da oficina; c) análise dos resultados. A metodologia elaborada é focada no ensino da geometria gráfica e refere-se ao estudo de sólidos geométricos e projeção ortogonal. Já a oficina foi setorizada em cinco estações de trabalho: 1. Estação Modelagem 3D; 2. Estação Impressão 3D; 3. Estação Modelagem 2D; 4. Estação Corte

a laser; e 5. Estação Representação. Através desse percurso, trabalhou-se na concepção de artefatos produzidos através da modelagem 2D (régua em acrílico com faces dos sólidos geométricos) e 3D (sólidos geométricos com 3cm), a partir da utilização de recursos digitais de manufatura subtrativa (corte a laser) e aditiva (impressão 3D). A oficina foi idealizada em formato presencial com duração de três horas, contando apenas com atividades práticas, nas quais os alunos podiam percorrer as estações de maneira livre de acordo com a disponibilidade de cada setor.

As escolas onde foram realizadas as oficinas são instituições públicas de ensino de Pernambuco e possuem vínculo direto com a Coordenadoria do Ensino de Ciências do Nordeste (CECINE), parceira do projeto, que opera como uma coordenação interna da Pró-Reitoria de Extensão, atuante junto às escolas para disseminar os cursos e projetos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O recorte da pesquisa se concentra nas oficinas realizadas em duas escolas classificadas como Escola de Referência em Ensino Médio de Tempo Integral (EREM). Esse modelo de escola tem como filosofia não apenas formar o aluno, mas, sim, o cidadão. As EREM funcionam no modelo de tempo integral, ofertando diversas opções de atividades extracurriculares aos alunos (Folha de Pernambuco, 2016). A primeira oficina foi realizada no dia 23 de fevereiro de 2023, na EREM Olinto Victor, localizada no bairro da Várzea, no Recife. A segunda ação foi produzida no dia 23 de março de 2023, na EREM Jornalista Trajano Chacon, localizada no bairro do Cordeiro, no Recife.

Resultados

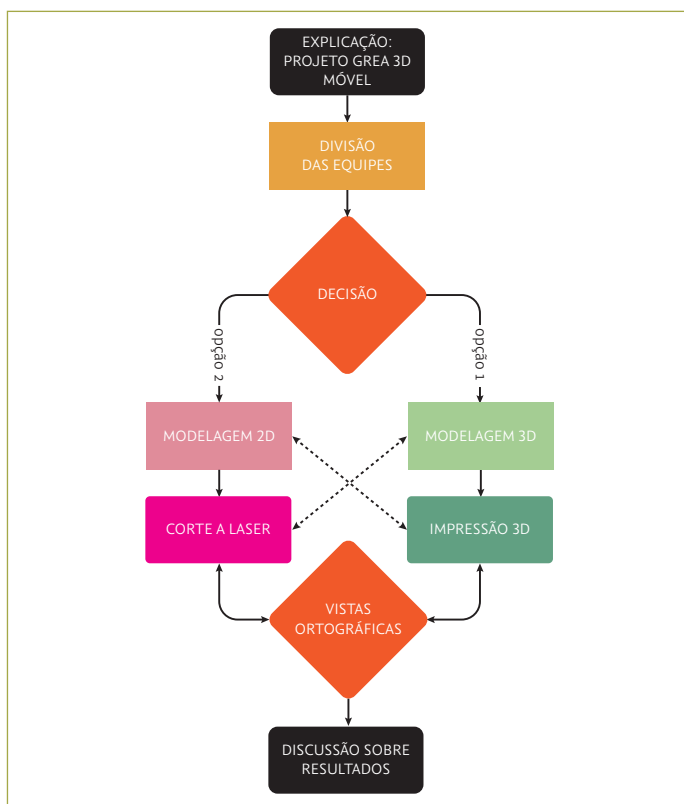
Os equipamentos de fabricação digital e prototipagem rápida têm sido usados nas universidades como uma ferramenta pedagógica que estimula a apropriação de novas técnicas de

produção digital. A investigação aborda duas oficinas realizadas com a EREM Olinto Victor e a EREM Jornalista Trajano Chacon. Nos tópicos que se seguem, discutimos o processo de etapas da oficina *maker*, analisando alguns aspectos sobre a recepção e consolidação desses aprendizados por parte dos alunos, bem como as expectativas e os desafios enfrentados nessa dinâmica.

As oficinas foram realizadas no turno da manhã, de 08h30 às 12h, e em ambas escolas foram contemplados alunos do 2º ano do Ensino Médio. Nas atividades desenvolvidas, foram trabalhados os seguintes assuntos: sólidos geométricos, modelagem 2D e 3D, sistema de vistas ortográfico, impressão 3D e corte a laser. No desdobramento dos exercícios, três *softwares* foram utilizados, sendo eles: CorelDraw — para desenho e representação em 3D, Tinkercad — para modelagem de artefatos em 3D, e Ultimaker Cura — para preparação do arquivo para impressão 3D. De acordo com a configuração da oficina e com o objetivo de poder auxiliar os estudantes satisfatoriamente, nas duas instituições foram atendidos quinze estudantes de cada vez durante as oficinas. A equipe de trabalho contou com oito participantes, dentre eles coordenadores, mestres e discentes da graduação em expressão gráfica da Universidade Federal de Pernambuco.

O planejamento das atividades segue um fluxo: os alunos podem escolher em qual estação de trabalho começar, de acordo com seus interesses e a disponibilidade dos monitores responsáveis. A ideia é permitir um movimento orgânico de curiosidade e disposição, em que os estudantes passam para as estações de trabalho seguintes assim que terminam suas tarefas na seção que iniciaram (Figura 1). Dessa forma, os participantes são estimulados a percorrer por todas as fases, desenvolvendo as atividades propostas e observando todos os processos.

FIGURA 1. Fluxograma das estações de trabalho da oficina *maker*



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Nos tópicos seguintes, explicaremos as propostas metodológicas relacionadas às estações de trabalho e como se sucedeu a aplicação prática nas escolas do recorte desta pesquisa.

Estação Modelagem 2D e Estação Corte a Laser

Na Estação Modelagem 2D, os estudantes modelavam, com auxílio dos monitores, uma régua chamada de “régua-gabareto” que, posteriormente, seria cortada a laser utilizando um

acrílico proveniente do Laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (Grea3D) itinerante. A superfície do artefato contém elementos vazados (quadrado, retângulo, círculo e triângulo) cujas formas geométricas correspondem às faces dos sólidos desenvolvidos na Estação Modelagem 3D (Figura 2). O objetivo é utilizar a régua de acrílico como gabarito para desenho das vistas ortográficas, na última etapa da oficina. Foi utilizado o *software* CorelDraw para o desenvolvimento do desenho em 2D.

FIGURA 2. “Réguas-gabarito” desenvolvidas na oficina da EREM Olinto Victor através de modelagem do artefato em 2D no *software* CorelDraw e fabricação com acrílico utilizando máquina de corte a laser



Fonte: Fotografia das autoras (2023).

Após terminarem o desenho da régua em 2D, os alunos acompanharam seus arquivos sendo diretamente materializados através da utilização da máquina de corte a laser. Na Estação Corte a Laser, os monitores explanaram sobre os conhecimentos gerais necessários para a manipulação do equipamento, ensinando sobre tópicos como preparação da máquina, preparação do arquivo para corte, cuidados no manuseio do instrumento e características específicas do aparelho, como velocidade, potência do laser e materiais apropriados (Figura 3).

FIGURA 3. Grupo de alunos da EREM Olinto Victor (acima) e EREM Trajano Chacon (abaixo) na Estação Corte a Laser recebendo instruções do monitor sobre a máquina e suas funcionalidades



Fonte: Fotografia das autoras (2023).

Ao finalizar esta etapa, os estudantes completaram o ciclo de conhecimentos e atividades propostas relacionadas às técnicas subtrativas de produção digital. Nesse percurso, os alunos puderam participar de maneira ativa nas fases de concepção do artefato 2D à materialização do objeto em escala 1:1 de forma rápida e eficiente. Terminadas as explicações sobre essas duas estações, os estudantes seguiram para as próximas atividades planejadas nas estações Modelagem 3D e Impressão 3D.

Estação Modelagem 3D e Estação Impressão 3D

Para a Estação Modelagem 3D, foram desenvolvidos quatro modelos de sólidos geométricos, sendo eles: paralelepípedo, cilindro, pirâmide e cone, todos com uma reentrância interna em uma dessas quatro formas. O objetivo foi de proporcionar a opção de cada aluno escolher seu sólido geométrico e modelá-lo tridimensionalmente no *software* online gratuito Tinkercad. Para a manipulação do programa, os alunos contaram com o auxílio dos monitores, que forneceram as instruções necessárias para que os estudantes pudessem fazê-lo sozinhos (Figura 4). Em seguida, foi apresentado o programa Ultimaker Cura, *software* de código aberto voltado para impressoras 3D do tipo FDM (do inglês *Fused Deposition Modeling*, modelagem por fusão e deposição do material), que prepara o arquivo para impressão 3D através da ferramenta de fatiamento. Terminado esse processo, os alunos puderam observar o percurso do arquivo que tinham criado do *pen drive* direto para a impressora 3D na Estação Impressão 3D, exemplificando na prática o conceito *file-to-factory* (expressão “do arquivo para a fábrica”), muito comum na produção digital (Figura 5).

Com o arquivo pronto na Estação Impressão 3D, os monitores responsáveis por essa etapa explicaram sobre o

FIGURA 4. Grupo de alunos da EREM Trajano Chacon, na Estação Modelagem 3D, recebendo instruções sobre o *software* Tinkercad (esquerda), e sólidos desenvolvidos na impressora 3D (direita)



Fonte: Fotografia das autoras (2023).

FIGURA 5. Grupo de alunos da EREM Olinto Victor, na Estação Impressão 3D, recebendo instruções sobre a máquina e suas funcionalidades com os monitores



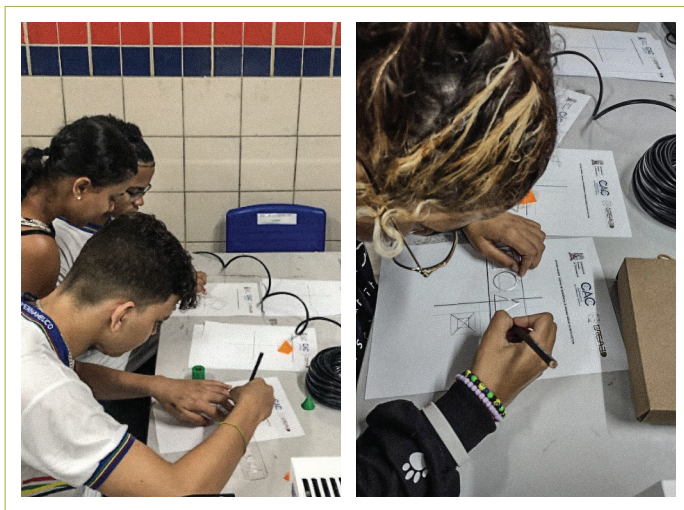
Fonte: Fotografia das autoras (2023).

funcionamento da máquina, o material utilizado na impressão (PLA – acrônimo para Ácido Polilático) e as configurações necessárias para dar início ao processo. O procedimento de impressão dos sólidos modelados durava em média de quinze a vinte minutos, a depender do sólido escolhido e do tamanho do objeto. Dado início à impressão 3D, enquanto o artefato não ficava totalmente pronto, os alunos se dirigiam às outras estações de trabalho para continuar as atividades.

Estação Representação

Na Estação Representação, os alunos finalizaram as atividades da oficina desenhando em uma folha de papel as vistas ortográficas do sólido que escolheram para trabalhar. Nesse momento, eram utilizadas as “régua-gabarito” com os formatos geométrico das faces (Figura 6). O papel fornecido

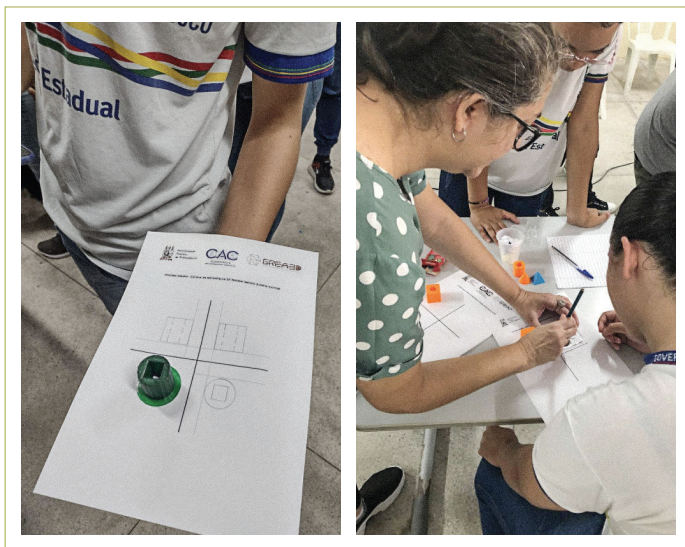
FIGURA 6. Alunos da EREM Olinto Victor, na Estação Representação, desenvolvendo as vistas ortográficas dos sólidos impressos em 3D



Fonte: Fotografia das autoras (2023).

apresentava as linhas-base que dividiam os espaços para representação da Vista Superior, Vista Frontal e Vista Lateral Direita (Figura 7).

FIGURA 7. Aluno da EREM Olinto Victor apresentando o resultado da Estação Representação (esquerda) e alunos da EREM Trajano Chacon, na Estação Representação, recebendo instruções sobre o desenho das projeções ortográficas (direita)



Fonte: Fotografia das autoras (2023).

Um dos principais objetivos dessa estação era consolidar os conhecimentos adquiridos na oficina e relacioná-los diretamente com a geometria gráfica, trabalhando assuntos que são recorrentes em provas de vestibular e no ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. Dessa forma, os alunos conseguiram, além de ter uma experiência prática com o maquinário de fabricação digital, solidificar conhecimentos que serão exigidos deles no processo de seleção do vestibular.

Discussão

O presente artigo almeja registrar o desenvolvimento e a aplicação de uma oficina experimental de fabricação digital em duas escolas de referência do Ensino Médio público de Pernambuco. Aqui, fomenta-se o interesse pela democratização das tecnologias de produção digital, realizando o movimento de devolver à sociedade civil os conhecimentos adquiridos na universidade. Dessa forma, a realização dessa ação promove aos alunos do público-alvo selecionado a oportunidade de conhecer e manipular os equipamentos, criando familiaridade com a cultura *maker*, assunto que vem sendo destaque de discussões, inclusive em provas de seleção para ingresso nas universidades.

Como conclusão, tivemos o envolvimento dos estudantes em todas as etapas da ação, incluindo a modelagem de peças em *software* 3D, o acompanhamento da materialização dessas peças através da impressão 3D, o corte a laser de “réguas-gabaritos” para utilização na atividade aplicada e a representação das vistas ortográficas em papel.

Entendemos que o resultado dessa oficina nas duas escolas foi positivo e muito proveitoso. Os estudantes se envolveram nas atividades propostas e tiveram uma participação efetiva durante todo o desenvolvimento das etapas. O apoio da equipe da escola foi importante para termos esse resultado, principalmente o dos professores responsáveis pelas turmas que prepararam os estudantes para a nossa ação. A primeira oficina na EREM Olinto Victor foi essencial, pois nela tivemos a oportunidade de colocar em prática pela primeira vez o planejamento da oficina, testando os materiais didáticos desenvolvidos, analisando a mobilidade da equipe e os equipamentos, verificando a atuação de cada membro da equipe de execução e as articulações necessárias entre as instituições e os parceiros envolvidos. Nas duas escolas

pudemos perceber a receptividade em relação ao projeto, tanto por parte dos estudantes como dos docentes, com a proposta de trabalhar com o tema geometria e as tecnologias digitais a partir do uso da impressão 3D e do corte a laser através de uma metodologia ativa focada na prática.

Consideramos que todas essas variáveis para a realização do projeto foram bem articuladas, servindo como referência para as próximas ações em escolas públicas. Alguns desafios foram contornados e ajustes foram realizados durante a realização das oficinas. Em alguns casos, um número reduzido de estudantes solicitou modelar objetos diferentes dos que foram planejados para a oficina. Nesses casos, os monitores permitiram o desvio do roteiro e auxiliaram os alunos na modelagem dos seus novos objetos. Outra adaptação realizada no decorrer das atividades foi o reajuste no tamanho dos itens modelados. Em alguns casos, os sólidos projetados demorariam a ser impressos, o que abriu caminho para a experimentação com artefatos em tamanhos reduzidos, de forma que ainda fosse satisfatória a sua materialidade.

Destacamos o *feedback* positivo de alunos que se interessaram sobre o tema, tecendo conversas com a equipe do projeto sobre as profissões que podiam ser seguidas na área e o curso de graduação em expressão gráfica. Ouvimos, também, relatos de alunos que ressaltaram que, com as atividades desenvolvidas na oficina, expandiram suas ideias sobre as possibilidades de conexão entre geometria, design, tecnologia e futuro.

Assim, espera-se contribuir instigando reflexões sobre o processo de compartilhamento de saberes, característico do movimento *maker*, e a projeção futura de iniciativas como essa no campo da Ciência, Tecnologia e Inovação – CT&I, com enfoque na área de fabricação digital. Além da disseminação de conhecimento sobre o assunto, temos o interesse de envolver gestores, professores e estudantes na

discussão sobre a prática do ensino de geometria nas escolas e sua relação da cultura *maker*, bem como seus impactos para a inclusão digital e social.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de PE (FACEPE), pelo apoio [EDITAL FACEPE N. II/2021 – Contribuição da Ciência e Tecnologia para Redução da Pobreza Extrema em Pernambuco]. À Coordenadoria do Ensino de Ciência do Nordeste (CECINE), que articulou com a equipe de gestão da escola. Ao setor de transporte da UFPE, que auxiliou no traslado do laboratório móvel. Às escolas que nos receberam de braços abertos e demonstraram muita vontade de aprender.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *No ensino médio, 67% dos estudantes têm desempenho crítico em Matemática*. Brasília, DF: INEP, nov. 2010. Atualizado em: 30 jun. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/saeb/no-ensino-medio-67-dos-estudantes-tem-desempenho-critico-em-matematica>. Acesso em: 13 mar. 2026.

FOLHA DE PERNAMBUCO. EREM implementa um novo padrão. *Folha de Pernambuco*, Recife, 2016. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/erem-implementa-um-novo-padrao/473/>. Acesso em: 13 mar. 2026.

SANTOS, E. J. Movimento da Matemática Moderna no Brasil: uma renovação do ensino de Matemática nas décadas de 1960 a 1980. *Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, Fortaleza, v. 7, n. 20, p. 370-379, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/2846>. Acesso em: 13 mar. 2026.

Integrando tecnologia, educação e sustentabilidade à Indústria Criativa

José Edeson de Melo Siqueira¹

Leticia Teixeira Mendes²

Introdução

A transformação digital visa fazer com que as empresas re-ensem seus negócios para a era digital, focando no consumidor, na agilidade, nas entregas de qualidade e na capacidade de adaptação às mudanças. Aqui não se trata mais de automatizar um único processo ou investir em tecnologias para resolver um problema específico: na Indústria 4.0³, o físico e o virtual se unem completamente para que toda a cadeia de valor possa ser medida, analisada e otimizada. Temos, portanto, a consolidação de uma nova era, na qual a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), conectividade, automação e digitalização são utilizadas para otimizar os processos

1 Doutor em Educação Matemática e Tecnológica, UFPE.

2 Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, UFPE.

3 O conceito de "indústria 4.0" foi criado a partir de um projeto da indústria alemã denominado *Plattform Industrie 4.0*, lançado em 2011, na Feira de Hannover. Segundo Sacomano *et al.* (2018): "A Indústria 4.0 assenta-se na integração de tecnologias de informação e comunicação que permitem alcançar novos patamares de produtividade, flexibilidade, qualidade e gerenciamento, possibilitando a geração de novas estratégias e modelos de negócio para a indústria, sendo, por isso, considerada a Quarta Revolução Industrial ou o Quarto Paradigma de Produção Industrial".

industriais e de fabricação. Um fator relevante nesse cenário diz respeito à sustentabilidade.

Na educação, a transformação digital significa levar a tecnologia para os processos educacionais. No entanto, devemos considerar inicialmente as pessoas, como os profissionais, professores e estudantes. Assim, iniciamos pela formação de professores em educação digital, e dos estudantes, considerando o desenvolvimento tecnológico digital e computacional e o ecossistema criativo que norteia a Indústria Criativa e 4.0. Em seguida, abordou-se os novos artefatos e metodologias ativas, alterando os processos de aprendizagem e agregando mais valor à qualidade do ensino. Por meio desses recursos, buscou-se contribuir para maior engajamento dos estudantes em sala de aula, com abordagens dinâmicas e criativas, mais adequadas às novas gerações, a partir dos temas de pesquisa e extensão desenvolvidos pelos professores integrantes do Grea3D (Laboratório do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D).

Por meio da educação e fabricação digital utilizando espaços *makers*, desenvolvemos pesquisas e arranjos atrelados à chamada Indústria Criativa e 4.0, para, por exemplo, melhor uso do plástico descartado, gerando conhecimento, emprego e renda. Inicialmente, faz-se necessário que invistamos na formação de capital humano qualificado, desde professores, estudantes (futuros cientistas e trabalhadores), até formações profissionalizantes dos trabalhadores. Em seguida, dá-se o compartilhamento de saberes e tecnologias entre a academia, a escola, as comunidades e a indústria.

Neste artigo, objetivamos analisar os projetos da iniciativa *Precious Plastic* da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com o Laboratório Grea3D) da mesma instituição, na perspectiva da Política Nacional de Educação Digital (PNED). Além disso, buscamos classificá-los em relação às áreas e aos segmentos da Indústria Criativa (IC).

Nossa hipótese é que tais ações possuem potencial para fomentar a implementação da PNED, integrada à indústria nos processos criativos no contexto da sustentabilidade, com o aporte tecnológico, gerando inovação, desenvolvimento social e econômico.

Acreditamos também que este projeto poderá servir de elemento integrador da tríade ensino, pesquisa e extensão, a educação básica e a formação profissional em consonância com o processo de transformação digital vivenciado pela sociedade, educação e indústria.

A seguir, discorreremos sobre a educação digital e os espaços de criação mão na massa (*makerspaces*); sobre o poder criativo da Indústria Criativa e 4.0 e sua capacidade de impulsionar a geração de renda, bens e serviços, considerando os aspectos da sustentabilidade; e sobre a iniciativa *Precious Plastic* da UFPE, com a análise dos resultados dos projetos desenvolvidos, como elo de conexão desse ecossistema. Por fim, trataremos das perspectivas de produção científica e programas que possam servir de base políticas públicas para a educação, ciência, tecnologia e inovação, conectando universidades, educação básica e as comunidades.

Revisão bibliográfica

Nesta seção, abordaremos a educação no contexto da transformação digital, os espaços de criação e experimentação mão na massa (*makerspaces*), o poder inventivo da Indústria Criativa, a questão da sustentabilidade nesse contexto e a iniciativa *Precious Plastic*, conectando tecnologia à sustentabilidade.

Educação no contexto da transformação digital

Na educação, a transformação digital significa levar a tecnologia e inovação para os processos educacionais, considerando

a formação e capacitação de capital humano e os espaços de aprendizagem. Esses ambientes devem favorecer a criatividade e a resolução de problemas, procurando soluções para a modelagem, prototipação, experimentação, programação, jogos digitais, robótica e simuladores. Os espaços criativos unem elementos digitais e físicos, proporcionando a construção de soluções que exploram a capacidade criativa dos estudantes, permitindo invenção e experimentação.

A Lei nº 14.533/2023, que institui a Política Nacional de Educação Digital – PNED (Brasil, 2023), ressalta que as ações deverão respeitar as diretrizes curriculares vigentes e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), priorizando o desenvolvimento de competências digitais, como letramento digital, práticas de educação midiática e sua compreensão e uso e criação de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação⁴ (TDIC) em diversas práticas sociais.

Para a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a educação deve desempenhar um papel na direção da inovação tecnológica e da transformação digital das sociedades. Nesse sentido, os currículos devem apoiar professores e estudantes a agirem juntos em relação à tecnologia e devem ajudar a determinar como ela é usada e para quais propósitos (Unesco, 2022). Ressaltamos que o objetivo de Desenvolvimento Sustentável voltado à Educação de Qualidade (ODS 4) (ONU, 2025) chama atenção para o desenvolvimento tecnológico, a garantia do seu acesso dos alunos e o apoio a todos os professores a ensinar, a usar e a gerenciar a tecnologia de forma eficaz, dentre outros.

Já o relatório de política para ciência do Centro Comum de Investigação da União Europeia (*Joint Research Centre – JRC*) traz destaque para a área de aprendizagem nos espaços

4 Nesse texto, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) serão utilizadas como sinônimas.

maker e o fazer como uma atividade que pode manter os cidadãos envolvidos nos desenvolvimentos sociais e tecnológicos, servindo como trampolim para atividades de aprendizagem formal e informal e fornecendo caminhos para o emprego, através, por exemplo, do fomento à economia criativa (Ferrari *et al.*, 2019).

Nesse contexto, o Ministério da Educação (MEC), por meio das Secretarias de Educação Profissional e Tecnológica (Setec) e de Educação Básica (SEB), estabeleceu ações para a instalação de laboratórios *maker* nos Institutos Federais e Laboratórios de Criatividade e Inovação para a Educação Básica (LABCRIE), em parceria com as secretarias estaduais de educação.

Os Laboratórios de Fabricação Digital (FD) apresentam potencial para as práticas em educação, estando presentes em âmbito nacional e internacional, no entanto, faz-se necessário adotar um conjunto de ações para que esses ecossistemas possam ser universalizados, estando ao acesso de estudantes e professores.

Espaços de criação e experimentação mão na massa

No início dos anos 2000, foi criado um programa pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que tinha o objetivo de analisar como o acesso a tecnologias digitais poderiam fortalecer as comunidades carentes (Niaros *et al.*, 2017). O projeto, conhecido como Laboratório de Fabricação Digital, apresentava o mesmo propósito dos *makerspaces*, ou espaços *maker*, qual seja, o de “colocar a mão na massa” (Pinto; Teixeira, 2017). Vale ressaltar que surgiram de um contexto histórico, iniciado com o movimento *Hacker*, que pregava o livre acesso à informação e a melhoria na qualidade de vida (Niaros *et al.*, 2017).

O *makerspace* é definido, de modo geral, como um local aberto, próprio para pensar, criar e fazer, onde as pessoas cooperam para inventar e aprender a partir de projetos reais ou a partir da resolução de problemas (abertos), com a utilização de ferramentas tecnológicas. Independentemente de ser um espaço fixo ou móvel, sua natureza será sempre a de um trabalho colaborativo, podendo ocorrer dentro de uma escola, biblioteca ou instalação pública ou privada separada, oferecendo inclusão, tecnologia, educação e oportunidade a todos.

Quanto às ferramentas de um espaço *maker*, geralmente há uma mistura entre equipamentos de alta e baixa tecnologia. Comumente, os equipamentos disponíveis em *makerspaces* são os seguintes: impressora 3D, cortadora a laser, scanner 3D, fresadora CNC, entre outros. Quanto às ferramentas de baixa tecnologia, normalmente se encontram os materiais de papelaria, marcenaria ou, ainda, de costura. Vale ressaltar que o foco deve ser sempre o desenvolvimento das habilidades para a criação de um projeto (Webb, 2018).

O poder criativo da Indústria Criativa e 4.0

O termo “Indústria Criativa” (IC) surgiu em 1994, na Austrália, quando foi utilizado em um relatório intitulado “*Creative nation: commonwealth cultural policy*”. Em 1997, o conceito obteve maior exposição quando o governo britânico instituiu a *Creative Industries Task Force* (CITF) no Departamento de Cultura, Mídia e Esporte do Reino Unido (DCMS – sigla em inglês para *Department of Culture, Media and Sport*), com intenção de reposicionar a economia britânica em um mundo globalmente competitivo. Desde então, a designação “Indústrias Criativas” se desenvolveu, expandindo para potenciais atividades comerciais que, até então, eram predominantemente consideradas em termos não econômicos (Araújo *et al.*, 2013).

Quanto ao conceito de “economia criativa”, este pode ser considerado como um somatório das “Indústrias Criativas” (Dias e Lima, 2021). Sua concepção remete à obra de John Howkins (2001), intitulada *Creative economy: how people make money from ideas*, na qual destacou que produtos e serviços passíveis de proteção de propriedade intelectual, como livros, música e audiovisual, geram mais renda de exportação do que produtos manufaturados. Nesse sentido, o autor incorporou ao seu escopo a ciência, que, embora não esteja no domínio das artes, encontra-se apta para a devida proteção e, logo, constitui-se como recurso da economia criativa (Corazza, 2013).

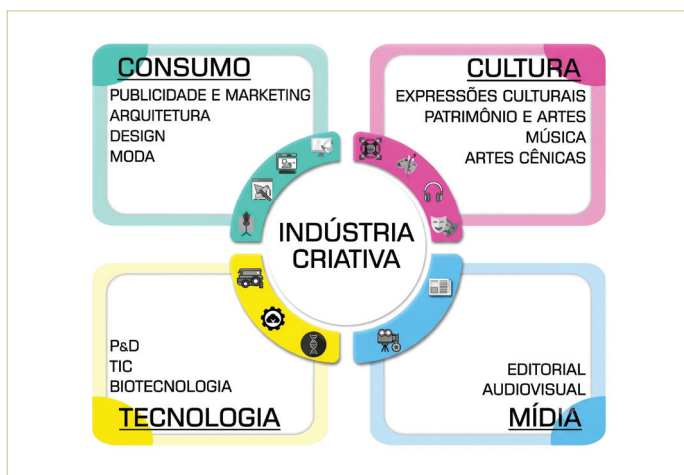
A economia criativa produz significativo impacto econômico e social. Por essa razão, a 74^a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou o ano de 2021 como o Ano Internacional da Economia Criativa para o Desenvolvimento Sustentável (Unesco, 2021).⁵ De acordo com a organização, as atividades do setor cultural representam 6,1% da economia mundial e geram renda anual de us\$ 2,25 bilhões, além de quase 30 milhões de empregos no mundo.

No Brasil, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan) vem realizando estudos a respeito da Indústria Criativa desde 2008. Em 2022, foi lançada a sétima edição do Mapeamento da Indústria Criativa, uma referência dessa atividade que a cada ano cresce em importância no Brasil e no mundo (Figura 1).

O mapeamento apresenta treze segmentos da Indústria Criativa separados em quatro grandes áreas: consumo (Design, Arquitetura, Moda e Publicidade e Marketing), mídias (Editorial e Audiovisual), cultura (Patrimônio e Artes, Música,

5 Essa implementação foi conduzida pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), em parceria com a UNESCO e com outras agências relevantes da ONU (Unesco, 2021).

FIGURA 1. As quatro áreas e os treze segmentos da Indústria Criativa



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Artes Cênicas e Expressões Culturais) e tecnologia (P&D⁶, Biotecnologia e TIC).

O modal produtivo da criatividade mudou profundamente o cenário do trabalho e emprego, criando um novo ecossistema de valor no qual aquilo que as pessoas produzem enquanto indivíduos, seu trabalho e sua criação, faz parte de um fluxo maior (Firjan, 2022).

O fortalecimento desses setores ocorre em um contexto de emergência da sociedade do conhecimento, ressaltando os imperativos da originalidade, da criatividade e da inovação, em que uma economia baseada no uso intensivo de capital e trabalho e orientada para a produção em massa cede, gradualmente, espaço para uma outra, baseada nos recursos intelectuais e na troca de conhecimentos (Bendassolli *et al.*, 2009).

⁶ P&D é a sigla utilizada para um processo de Pesquisa e Desenvolvimento.

No contexto pós-pandemia da covid-19⁷, setores tradicionais estão sendo deslocados, novos setores estão surgindo e as demandas da sociedade, em termos do consumo de bens privados e públicos, serão distintas, bem como a necessidade de entender o consumidor, a aceleração da transformação digital e adaptabilidade (Firjan, 2022).

Em um mundo em constante mutação, no qual as engrenagens da economia são menos tangíveis e os hábitos e as transformações tecnológicas mais velozes, a flexibilidade e a capacidade de adaptação são propriedades essenciais, constituindo-se em vantagens competitivas em favor dos profissionais criativos. Em um futuro não tão distante, inovar será essencial não só para crescer, mas, também, para existir, requerendo da população em idade ativa um perfil crítico-reflexivo possuidor de ferramentas essenciais para identificar mudanças e aproveitar as oportunidades, que busque por soluções, formule perguntas e aponte tendências.

A economia global encontra-se em constante processo de transformação, com os avanços tecnológicos alterando a capacidade de processamento e análise de dados e a maneira como pessoas, empresas e mercados interagem entre si. Em paralelo, a inovação tecnológica e o aprimoramento de máquinas que levaram à indústria 4.0 (robótica, simulações em ambiente virtual, *big data*, internet das coisas, sistemas integrados, nuvem, realidade aumentada, segurança cibernética e impressão 3D) (Figura 2) permitiram maior automação das atividades operacionais, reduzindo custos, elevando a competitividade e aumentando margens operacionais (Firjan, 2022).

7 A covid-19, causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, teve seus primeiros casos relatados em Wuhan, China, em 31 de dezembro de 2019, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). A doença rapidamente se espalhou, e até abril de 2020 já havia mais de 2,3 milhões de casos confirmados em 213 países ou territórios. O Brasil registrou o primeiro caso em 26 de fevereiro de 2020, em São Paulo. Os autores destacam que, por estar em curso, a epidemiologia da covid-19 ainda era pouco conhecida na época da publicação (Brito *et al.*, 2020).

FIGURA 2. Os nove pilares da indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), adaptado de Rüßmann *et al.* (2015).

As novas tecnologias de comunicação vêm mudando a maneira como as pessoas produzem, disseminam e consomem informação. Empresas passaram a poder acompanhar em tempo real processos produtivos e o conceito de *everywhere-office* — escritório em toda parte — (Capdevila *et al.*, 2023) tem feito com que partes relevantes das atividades empresariais possam migrar para a nuvem, com funções implementadas ao alcance de um computador.

Essas mudanças nas relações e no mundo de trabalho, geradas diante do impacto da tecnologia e dos novos hábitos de consumo da sociedade, exigem novos arranjos e modelos para a formação de professores e estudantes, da educação básica (principalmente para o Ensino Médio) ao ensino superior e profissionalizante.

Faz-se necessário assegurar aos adolescentes e jovens uma formação inclusiva e interdisciplinar, com estímulo à criatividade e à construção do conhecimento, com artefatos computacionais e digitais, em convergência com os avanços científicos, tecnológicos e os novos modos de produção demandados pela Indústria Criativa e 4.0. Além disso, deve-se garantir a oferta de cursos profissionalizantes, de treinamento e requalificação profissional aos trabalhadores por parte do setor público e de incentivo à adequação do modelo de negócio por parte das empresas.

Nesse ecossistema, plataformas tecnológicas potencializam o indivíduo em rede, gerando valor para todos. A tecnologia, hoje, possibilita isso, e a oportunidade reside na estruturação desse ecossistema.

O Brasil precisa de ações estratégicas para o campo da tecnologia computacional na educação. Ademais, este é um setor econômico poderoso e é preciso que o poder público brasileiro reconheça que há aspectos mercadológicos e concorrenciais guiando empresas de tecnologia. Por isso, a comunidade científica deve priorizar as necessidades de estudantes e de docentes e estar atenta às dinâmicas comerciais da indústria tecnológica e do conhecimento.

A sustentabilidade na Indústria Criativa

A sustentabilidade está na base de estratégias voltadas para o desenvolvimento focado na Indústria Criativa, o que implica entender o conceito a partir do contexto de práticas culturais ligadas aos objetivos socioeconômicos da região, de modo a liderar e facilitar o desenvolvimento de produtos e serviços e na obtenção de programas sustentáveis (Reis, 2006, p. 163-172).

Nesse sentido, faz-se necessário fortalecer a corresponsabilização e constituição de valores éticos, bem como repensar

maneiras de uso desses recursos, tecnologia e marcos institucionais. Para que ações e iniciativas possam ocorrer, é fundamental a existência de interlocutores por meio de práticas educativas e do diálogo (Jacobi, 1999, p. 175-179; Romeiro, 2001).

Adotar a Indústria Criativa como vetor de desenvolvimento seria assumi-la como um processo gerador de inovação, nesse caso, ancorado na educação digital e promotor da inclusão educacional e produtiva da população, por meio da formação e da qualificação profissional e da geração de oportunidades de trabalho e de renda. A implementação de políticas coerentes da educação digital aliada à IC, que tem como sustentáculo a criatividade, entre outros componentes, é algo crítico para que no longo prazo se alcance um desenvolvimento economicamente sustentável.

Precious Plastic: tecnologia social⁸ conectada à fabricação digital

O desenvolvimento sustentável⁹, que visa atender as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, está no cerne dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (2025). Para que ele seja alcançado, é fundamental

8 O conceito de "tecnologia social" é amplo, aplicando-se a todas as camadas sociais. Seu componente "social" não visa apenas atender a populações carentes, mas também criticar o modelo tecnológico tradicional, promovendo uma abordagem mais sustentável e inclusiva. Fundamentada nos princípios de participação, empoderamento e autogestão, a tecnologia social tem seu potencial de aplicação expandido na América Latina para incluir estratégias concretas de inclusão social (Jesus; Costa, 2013).

9 O conceito de desenvolvimento sustentável foi estabelecido na década de 1980, durante a Comissão de Brundtland, no relatório *Our Common Future*, que o define como a capacidade das gerações atuais de satisfazerem suas necessidades sem comprometer as futuras gerações (Scharf, 2004, p. 19, *apud* Estender e Pitta, 2008).

que o crescimento econômico, a inclusão social e a proteção ao meio ambiente estejam em harmonia.

O Brasil é classificado como o quarto maior produtor mundial de plástico, gerando pouco mais de onze milhões de toneladas de resíduos plásticos anualmente. Infelizmente, apenas cerca de 1,3% dessa enorme quantidade de produção é efetivamente reciclada, em contraste com a média global de reciclagem plástica de 9% (WWF, 2019). Esses números preocupantes revelam um grande desafio para o país, no que diz respeito à gestão sustentável de resíduos plásticos.

Enquanto a durabilidade do plástico é vista como um aspecto negativo, devido à sua difícil reintegração na natureza, paradoxalmente, essa mesma característica pode ser considerada uma virtude, pois torna o material altamente reutilizável. Assim, é fundamental a criação de soluções para maximizar a reciclagem do plástico, visando reduzir o impacto ambiental negativo e aumentar a utilização dessa matéria-prima em mais ciclos, promovendo a economia circular. Somente através de esforços conjuntos, envolvendo governo, indústria e população, poderemos enfrentar efetivamente o desafio do plástico e garantir um futuro mais limpo e saudável para o nosso planeta.

Nesse sentido, compreendemos que o projeto *Precious Plastic* está em consonância com os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (2025): a) ODS 09: promover a inovação, a construção de infraestruturas resilientes e, a industrialização inclusiva e sustentável; b) ODS 11: fazer dos assentamentos humanos espaços de inclusão, segurança, sustentabilidade e resiliência; c) ODS 12: promover paradigmas de produção e de consumo sustentáveis; e d) ODS 13: tomar ações que combatam a mudança climática e suas consequências.

Precious Plastic: uma iniciativa e muitos projetos

O *Precious Plastic* UFPE (PP/UFPE) se baseia no projeto internacional de mesmo nome, criado pelo designer holandês Dave Hakkens¹⁰, e consiste na primeira iniciativa PP no Nordeste — em funcionamento desde 2017 — e uma das primeiras no Brasil. Assim, desde seu início no campus do Recife, o projeto contempla um conjunto de iniciativas de ensino, pesquisa e extensão com os seguintes objetivos: 1. capacitar estudantes do Ensino Médio e superior, professores e multiplicadores no processo de reciclagem de plástico; 2. desenvolver pesquisa em tecnologia, inovação e sustentabilidade; 3. capacitar a população em idade ativa de comunidades em situação de vulnerabilidade social para reciclagem de resíduos plásticos, por meio de tecnologias de fabricação digital aplicadas à Indústria Criativa. Para isso, utiliza-se da criação de objetos e produtos aplicados à arquitetura e ao design para geração de renda, para melhoria dos espaços de convívio e lazer e para a redução de desperdício de matéria-prima na produção de bens e serviços.

O presente artigo busca analisar quatro eixos que abrangem o projeto *Precious Plastic* UFPE, a saber: 1. tecnologias digitais para criação e experimentação – fabricação digital; 2. tecnologias digitais para o ensino – educação digital; 3. reciclagem de plástico – sustentabilidade; e 4. desenvolvimento de produtos aplicados ao design e à arquitetura – Indústria Criativa.

10 O projeto internacional denominado *Precious Plastic* (PP), criado em 2013, atualmente, conta com a participação de ampla comunidade em diversos países e possibilita sua replicabilidade de maneira simples, com baixo custo, tornando, assim, o processo de reciclagem de plásticos mais acessível. As informações sobre o projeto internacional *Precious Plastic* estão disponíveis no link: <https://preciousplastic.com>.

O projeto Plástico Precioso: fabricação digital e reciclagem aplicadas no Design e na Arquitetura

Este projeto de pesquisa de iniciação científica, iniciado em 2018, teve por objetivo reciclar resíduos plásticos provenientes de tecnologia aditiva de impressão 3D, a modelagem por fusão e deposição, do inglês *Fused Deposition Modeling* (FDM), para posterior utilização em manufaturas aditivas, inserindo-se no conceito de economia circular.

Os resíduos provenientes de impressão 3D, como restos de filamentos, impressões com problemas e material de suporte, por exemplo, são transformados em placas recicladas para posteriormente servirem de matéria-prima para confecção de produtos desenvolvidos a partir de corte a laser (Figura 3) (Manrique *et al.*, 2019).

FIGURA 3. Placa reciclada a partir de resíduos de impressão 3D, com testes de corte a laser



Fonte: Leticia Mendes (2018).

Projetos Plástico Precioso Pilar e ReciclaMais

O laboratório de reciclagem implantado na Comunidade do Pilar – localizada no bairro histórico do Recife – foi instalado no edifício no qual a ONG Instituição Plano B desenvolvia suas atividades até o ano de 2020¹¹ e possibilitou capacitar

¹¹ Até o ano de 2020, a ONG Instituição Plano B possuía uma filial instalada na Rua do Brum (vizinha à Comunidade do Pilar), onde desenvolvia projetos

mulheres em situação de vulnerabilidade social para manuseio dos equipamentos de reciclagem. Esse projeto também contou com a parceria da Secretaria Executiva de Inovação Urbana (SEIURB) da Prefeitura do Recife e teve como objetivo ressignificar materiais e embalagens plásticas descartados para geração de renda através da união entre a tecnologia digital e o fazer manual.

Por meio do uso de tecnologias de fabricação digital, como cortadora a laser, fresadora CNC e impressão 3D, foram desenvolvidos moldes e fôrmas para produção de objetos e mobiliário urbano. A partir da experiência realizada na Comunidade do Pilar, a Secretaria de Inovação Urbana criou o projeto ReciclaMais (Figura 4), ampliando sua escala de alcance, bem como a capacidade de reciclagem de resíduos plásticos.

A iniciativa denominada ReciclaMais teve origem como parte do projeto Mais Vida nos Morros, desenvolvido pela SEIURB em 2016 (Programa [...], 2019), e objetiva a transformação do lixo plástico em produtos com valor agregado para gerar renda para mulheres moradoras de comunidades de baixa renda, por meio do trabalho em cooperativas. As Cooperativas Ecovida Palha de Arroz e Recicla Torre estão inseridas, atualmente, no projeto ReciclaMais e têm ganhado

para suporte às famílias em situação de vulnerabilidade social residentes nessa área, por meio de cursos de curta duração e aulas voltadas para desenvolvimento cultural, como o Projeto Imagine (Mendes *et al.*, 2020) e o Projeto Futuro Profissionalizante (PFP). A Instituição Plano B tem “como finalidades e objetivos, a prestação de serviços, atendimentos e eventos gratuitos na área social, educacional, cultural, atenção básica de saúde, beneficente, esportiva e profissionalizante, a qualquer pessoa sem preconceito de origem, raça, sexo, cor, idade, credo e religião”. Atualmente, a ONG atua no município de Jaboatão dos Guararapes, nos bairros de Candeias (no qual está localizada a Sede da Instituição) e Barra de Jangada.

FIGURA 4. Laboratório Plástico Precioso Pilar



(A) Laboratório de reciclagem Plástico Precioso Pilar, implantado na Comunidade do Pilar; (B) Vaso produzido no laboratório; (C) Produção de saboneteira com extrusora; (D) Confecção de fruteira com extrusora. Fonte: Leticia Mendes (2019).

visibilidade por meio da participação em feiras de artesanato, como a Fenearte¹², e da divulgação na mídia¹³.

12 A Fenearte consiste na maior feira de artesanato da América Latina. Realizada anualmente na cidade do Recife (no Centro de Convenções de Pernambuco), reúne artesãos de todo o Brasil e do mundo.

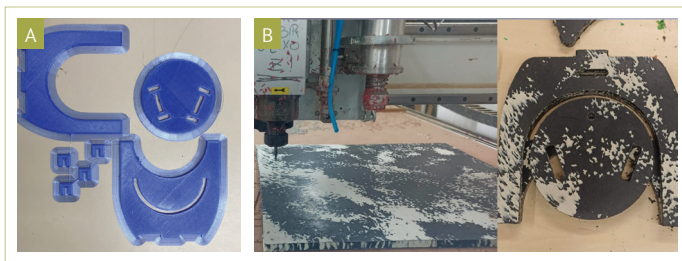
13 Divulgação do projeto ReciclaMais com a Cooperativa Ecovida Palha de Arroz no Programa *Fantástico* da Rede Globo (Fantástico, 2022).

Projeto Plástico Precioso no ensino: a reciclagem e a fabricação digital aplicadas à arquitetura e ao design

A disciplina de prototipagem rápida e fabricação digital aplicadas à arquitetura e ao design foi ofertada no segundo semestre de 2022 para estudantes dos Programas de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano (PPGMDU) e Design (PPGDesign), pelas professoras Leticia Mendes e Auta Laurentino. Essa disciplina teve como objetivo o desenvolvimento (e produção em escala real) de um objeto envolvendo equipes multidisciplinares, a partir do uso das tecnologias de prototipagem rápida e fabricação digital aliadas à reciclagem de plástico. Dessa forma, a experiência didática explorou a criação de um mobiliário portátil e desmontável, produzido a partir de chapas de plástico reciclado usinadas em fresadora CNC (Figuras 5 e 6).

Os resultados apontaram para a continuidade da iniciativa, explorando aplicações de placas de plástico reciclado em outros setores, como na construção civil (tapumes, bancadas, revestimentos, dentre outros), no mobiliário planejado (cozinha e banheiro), bem como na utilização desse material na

FIGURA 5. Disciplina de prototipagem rápida e fabricação digital

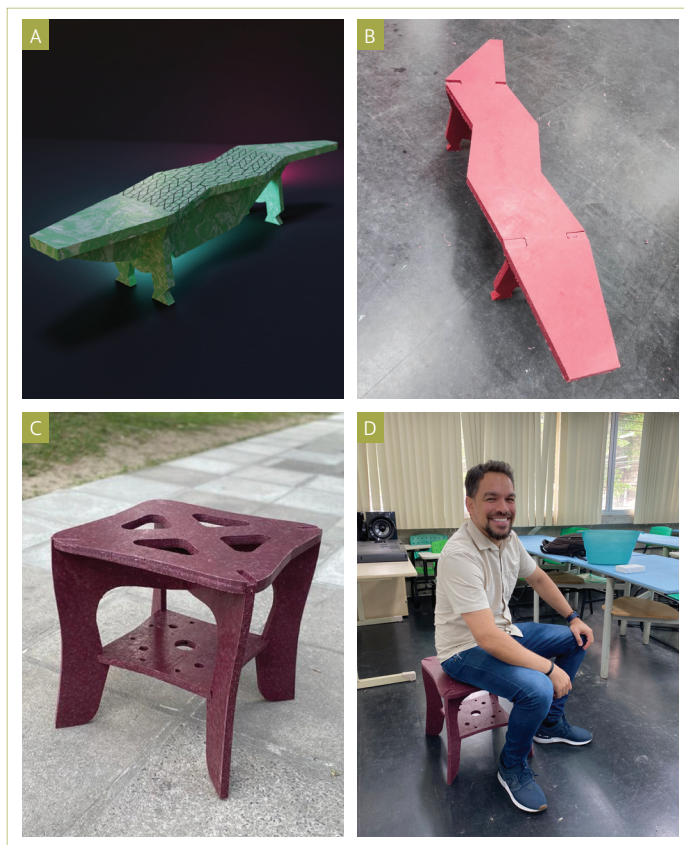


(A) Protótipo de banco produzido com impressora 3D; (B) Banco produzido com chapa reciclada utilizando router CNC.

Fonte: Arquivo pessoal (2022).

escala do edifício, para a produção de abrigos de emergência e o desenvolvimento de soluções aplicadas à habitação de interesse social (HIS).

FIGURA 6. Disciplina de prototipagem rápida e fabricação digital



(A) Representação digital de banco intitulado “Jacaré” – disciplina de pós-graduação; (B) Produto final: banco intitulado “Jacaré” produzido com chapa reciclada e usinagem com router CNC para disciplina de pós-graduação; (C e D) Produto final: banco/mesa lateral produzido com chapa reciclada e usinagem com router CNC para disciplina de pós-graduação.

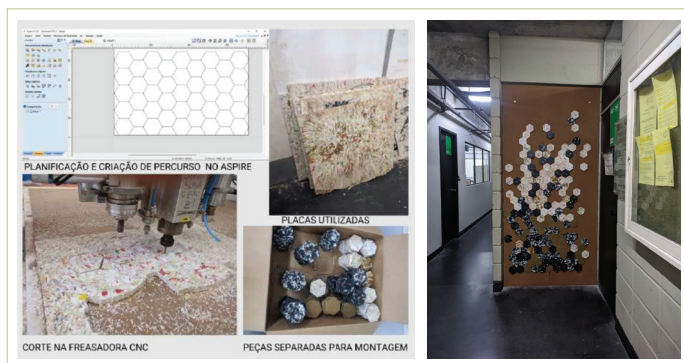
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Plástico Precioso: modelagem paramétrica, fabricação digital e reciclagem de resíduos plásticos aplicadas à Arquitetura

A pesquisa de iniciação científica objetivou explorar a criação de componentes arquitetônicos a partir da reciclagem de plástico, aliada ao uso das tecnologias digitais de modelagem paramétrica e fabricação digital.

Inicialmente, desenvolveu-se a proposta por meio da produção de um modelo geométrico tridimensional para visualização do ambiente no qual seria utilizado o revestimento, bem como do estudo de aplicação de materiais, iluminação e texturas para renderização. Para desenvolvimento do componente arquitetônico paramétrico — revestimento de parede — utilizou-se o *software* Rhinoceros, aliado ao *plug-in* Grasshopper, para estudo de diferentes composições, alteração de escala dos elementos, dentre outros propósitos. A etapa prática consistiu na produção de protótipos de revestimento utilizando-se uma fresadora Router CNC (Figura 7), para análise da viabilidade de sua aplicação no setor da construção

FIGURA 7. Etapas de produção dos revestimentos de plástico reciclado na fresadora CNC e teste de aplicação



Fonte: Oliveira Sobrinho (2022).

civil, abordando os seguintes aspectos: espessura e tamanho das peças, composição de cores e formas, bem como teste de diferentes produtos disponíveis no mercado para fixação do revestimento em superfícies com diferentes características (lisas, rugosas, ambientes interno e externo).

A pesquisa desenvolvida contribuiu para a definição da continuidade dos experimentos, visando o desenvolvimento de outros testes, como ensaios para análise das propriedades mecânicas, térmicas e acústicas do material.

Pesquisa de Mestrado: “Plastificar para desplastificar: Criação de moldes com manufatura aditiva para a produção de materiais didáticos com PEAD reciclado”

A pesquisa, atualmente em desenvolvimento¹⁴ no Programa de Pós-graduação em Design (UFPE), tem como objetivo explorar diferentes materiais para produção de moldes de baixo custo para injeção de plástico e sua aplicação no desenvolvimento de material didático para ensino de geometria (Figura 8).

Ainda que o objetivo da investigação supracitada esteja direcionado ao ensino da geometria a partir do desenvolvimento de modelos didáticos, a metodologia aplicada para a criação de moldes de baixo custo destaca, principalmente, o potencial para exploração do conceito de customização em série (*mass customization*) para a produção de artefatos a outros setores, como construção civil, arquitetura e design de interiores. Dessa forma, o uso de moldes produzidos com impressão 3D permite uma tiragem limitada quanto à

14 Pesquisa de mestrado do estudante Mario Ruiz Manrique sobre desenvolvimento de moldes de baixo custo (produzidos com impressão 3D) para injeção de plástico, aplicado à criação de material didático, sob orientação do Prof. Dr. Pedro Martins Aléssio e coorientação da Profa. Dra. Auta Luciana Laurentino.

durabilidade (menor comparada à produção industrializada por meio de moldes de metal), contudo com maior viabilidade econômica (custo reduzido).

FIGURA 8. Trabalho de conclusão de curso para criação de molde de baixo custo com impressão 3D para produção de material didático de ensino de geometria



Produto final: peças para jogo para ensino de geometria.

Fonte: Manrique (2021).

Concursos de design

A iniciativa Precious Plastic UFPE participou de concursos de design com duas propostas de mobiliário produzido com plástico reciclado. Um deles foi o 35º Prêmio Design Museu da Casa Brasileira (2022), com a proposta de um mobiliário urbano inspirado na forma da cabaça, desenvolvido pelos arquitetos Isabella Eloy e Nando Albuquerque (Figura 9).

FIGURA 9. Mobiliário urbano inspirado numa cabaça, processo de produção e resultado final



Produto final: peças para jogo para ensino de geometria.

Fonte: Albuquerque, Cavalcanti e Mendes (2024).

O outro projeto, a Cadeira *Tree*, foi desenvolvido pelo designer e arquiteto Nando Albuquerque para o concurso *Design for a Better World Award* (2022). A primeira proposta (Banco Cabaça) foi produzida a partir do processo projetual de modelagem paramétrica (*parametric design*) e tecnologias de fabricação digital para sua materialização, utilizando-se fresadora CNC. O segundo projeto explorou a combinação de dois materiais distintos para a produção da estrutura da cadeira (madeira) e do assento e encosto (placas de plástico reciclado), utilizando-se também a tecnologia de usinagem em fresadora CNC para desbaste dos encaixes e corte das peças (Figura 10).

FIGURA 10. Cadeira *Tree*, com estrutura de madeira e encosto e assento de plástico 100% reciclado



Fonte: Moraes (2023).

Discussão

A análise dos projetos, de suas execuções e seus desdobramentos possibilitou categorizá-los quanto à tríade ensino, pesquisa e extensão e quanto às áreas e segmentos que caracterizam a Indústria Criativa, interligada aos processos criativos que envolvem modelagem e prototipagem rápida, eixos da educação digital. Além disso, foi possível apontar se

os projetos envolviam economia criativa, digital ou circular, conforme a tabela a seguir.

TABELA 1. Projeto *Placious Plastic* UFPE e suas conexões

PROJETO	EIXOS	IC / ED ÁREA	SEGMENTOS DA IC	SOMATÓRIO DA IC
Plástico Precioso: fabricação digital e reciclagem aplicadas no Design e na Arquitetura	Pesquisa e extensão	Consumo, tecnologia	Design, Arquitetura e TIC	Economia criativa e Circular
Projeto Plástico Precioso no Ensino: reciclagem e fabricação digital aplicadas no Design e na Arquitetura	Ensino de Pós-Graduação	Consumo, tecnologia	Design, Arquitetura e TIC	Economia criativa
Plástico Precioso Pilar e ReciclaMais	Extensão	Consumo, tecnologia, cultura	Design, Arquitetura, TIC, Expressões	Economia criativa e Circular
Plástico Precioso: Modelagem paramétrica, fabricação digital e reciclagem de resíduos plásticos aplicadas à Arquitetura	Pesquisa Graduação	Consumo, tecnologia	Design, Arquitetura, P&D, TIC	Economia criativa
Plastificar para desplastificar: Criação de moldes com manufatura aditiva para a produção de materiais didáticos com PEAD reciclado	Pesquisa Ensino	Consumo, tecnologia, Educação Digital	Design, P&D, TIC	Economia criativa
Concursos de Design Mobiliário urbano de madeira e placas de plástico reciclado com tecnologias de fabricação digital	Pesquisa ensino de graduação	Consumo, tecnologia, cultura	Design, Arquitetura, P&D, TIC, Expressões culturais	Economia criativa e Circular

Fonte: Os autores (2023).

Os projetos estiveram relacionados à educação, seja no ensino de graduação (com projeto de iniciação científica e participação de concursos de design), no ensino de

pós-graduação, nos cursos de extensão e na pesquisa envolvendo recursos didáticos.

Também podemos observar que todos os projetos foram classificados como atividade de pesquisa, ensino ou extensão, e em pelo menos uma área da Indústria Criativa. Em todos os casos, houve conexão com três ou mais segmentos de áreas distintas, abrangendo economia criativa, digital e circular.

Além disso, houve predominância dos segmentos de design e arquitetura, pelo perfil da vinculação dos docentes e estudantes participantes. Porém, tivemos um projeto na área de educação digital, dois envolvendo expressões culturais e quatro em pesquisa e desenvolvimento, sendo que todos estão relacionados às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), no contexto da PNED.

Conclusão

Esses dados nos revelam que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) representam um recurso vital para subsidiar a Indústria Criativa, estabelecendo uma forte aliança entre a tríade de pesquisa, ensino e extensão universitária e o desenvolvimento econômico e social. A análise confirmou a hipótese central do trabalho: as iniciativas da *Precious Plastic* UFPE não apenas se enquadram em diversas áreas e segmentos da Indústria Criativa (com predominância em design, arquitetura e TIC), mas também demonstram um potencial significativo para fomentar a Política Nacional de Educação Digital (PNED).

Para que a proposta do *Precious Plastic* atinja o potencial máximo de convergência com a PNED, a iniciativa deve integrar, na sua Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), aportes teóricos de metodologias ativas e didático-cognitivas (eixo IV da PNED). Em seguida, deve-se priorizar a formação de professores e multiplicadores em educação digital e

incorporar formalmente suas ações ao currículo da Educação Básica (eixo II). Por fim, o projeto deve ser ampliado para promover a capacitação e especialização digital da população em idade ativa (Eixo III), utilizando a Indústria Criativa e o tema da sustentabilidade como contextos práticos para geração de renda e inclusão produtiva.

Dessa forma, a experiência do *Precious Plastic* UFPE, ao conectar a fabricação digital com a reciclagem e a Indústria Criativa, atesta que a universidade pode atuar como um catalisador de um ecossistema que se retroalimenta, fornecendo subsídios científicos à academia por meio das experimentações e, simultaneamente, impulsionando a educação digital e o desenvolvimento sustentável nas comunidades.

Referências

ALBUQUERQUE, F.; CAVALCANTI, I.; MENDES, L. T. From Modeling to Collective Digital Fabrication: Experience of the “Banco Cabaça”, p. 539-550. In: *xxvii International Conference of the Ibero-American Society of Digital Graphics*, v. 13, n. 3, 2024. São Paulo: Blucher, 2024. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/from-modeling-to-collective-digital-fabrication-experience-of-the-banco-cabaa-39352>. Acesso em: 8 out. 2025.

ARAÚJO, B. C.; SILVA, L. V.; OLIVEIRA, J. M. *Panorama da economia criativa no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, 2013.

BENDASSOLLI, P. F. et al. Indústrias criativas: definição, limites e possibilidades. *RAE*, São Paulo, v. 49, n. 1, p. 10-18, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/rj/rae/a/kvm4rNBFPXGNmfDSknxVBSP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 mar. 2026.

BRASIL. *Lei Nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023*. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Brasília, DF: Diário Oficial da União, Seção 1 – Edição Extra – B, p. 1, 11 jan. 2023. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/>

lei/2023/lei-14533-11-janeiro-2023-793686-publicacaooriginal-166856-pl.html. Acesso em: 10 mar. 2023.

BRITO, S. B. P. et al. Pandemia da COVID-19: o maior desafio do século XXI. *Vigilância Sanitária em Debate*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 54-63, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5705/570567430007/570567430007.pdf>. Acesso em: 11 maio 2023.

CAPDEVILA, I.; SÁNCHEZ-VERGARA, J. I.; OREL, M. "Home office is the here and now." Digital nomad visa systems and remote work-focused leisure policies. *World Leisure Journal*, v. 65, n. 2, p. 236-255, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/16078055.2023.2165142>. Acesso em: 3 out. 2025.

CORAZZA, R. I. Criatividade, inovação e economia da cultura: abordagens multidisciplinares e ferramentas analíticas. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 207-231, 2013. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649059>. Acesso em: 16 mar. 2026.

CREATIVE NATION. *Commonwealth Cultural Policy*, 1994. Austrália. Disponível em: <http://pandora.nla.gov.au/pan/21336/20031011-0000/www.nla.gov.au/creative.nation/intro.html>. Acesso em: 8 out. 2025.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Programa Mais Vida nos Morros recebe prêmio nacional. *Diário de Pernambuco*, Recife, 4 out. 2019. Disponível em: www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2019/10/programa-mais-vida-nos-morros-recebe-premio-nacional.html. Acesso em: 16 mar. 2026.

DIAS, J. M. N.; LIMA, A. C. C. Indústrias criativas no Brasil: mapeamento de aglomerações produtivas potenciais e sua contribuição para o desenvolvimento local. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 30, n. 3, p. 1069-1093, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ecos/a/xmC8ws4zyVLHFVV-jyBczWWN/?lang=pt>. Acesso em: 11 maio 2023.

ESTENDER, A. C.; PITTA, T. T. M. O conceito do desenvolvimento sustentável. *Revista Terceiro Setor*, Guarulhos, v. 2, n. 1, p. 22-18, 2008. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/3setor/article/viewFile/399/484>. Acesso em: 11 maio 2023.

FANTÁSTICO. Voz dos Oceanos: iniciativas usam soluções criativas para reaproveitar restos de plástico e tecido. In: *Portal G1*. [São Paulo]: Rede Globo, 13 fev. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2022/02/13/voz-dos-oceanos-iniciativas-usam-solucoes-criativas-para-reaproveitar-restos-de-plastico-e-tecido.ghtml>. Acesso em: 11 maio 2023.

FERRARI, A.; PUNIE, Y.; VUORIKARI, R. *Makerspaces for Education and Training*: Exploring future implications for Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117481>. Acesso em: 3 out. 2025.

FIRJAN. *Mapeamento da Indústria Criativa no Brasil*. Rio de Janeiro: Firjan, 2022.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. 1 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

HOWKINS, J. *Creative economy: how people make money from ideas*. London: Allen Lane, 2001.

JACOBI, P. Meio ambiente e sustentabilidade. In: JACOBI, P. (Org.). *O município no século XXI: cenários e perspectivas*. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam, 1999. p. 175-183.

JESUS, V. M. B.; COSTA, A. B. Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. In: COSTA, A. B. (Org.). *Tecnologia Social e Políticas Públicas*. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. p. 17-32.

KOLAREVIC, B. *Architecture in the Digital Age: design and manufacturing*. New York: Routledge, 2004.

LINS, L. “ReciclaMais”: Palha de Arroz, grande resultado com pouco investimento. In: *Oxerecife*. Recife, 24 dez. 2020. Disponível em: <https://oxerecife.com.br/recicla-mais-palha-de-arroz-mostra-grande-resultado-com-pouco-investimento/>. Acesso em: 03 out. 2025.

MANRIQUE, M.; MENDES, L.; LAURENTINO, A.; FILHO, S. Plástico precioso: prototipagem rápida e reciclagem de resíduos de manufatura aditiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, 7., Recife, 2019. *Anais* [...]. São Paulo: Blucher, v. 6, n. 3, p. 392-403, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5151/7dsd-2.2.036>.

MANRIQUE, R. M. et al. *GEOMMYNOES*: Um jogo geométrico didático, construído a partir do polietileno de alta densidade reciclado. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso, (Graduação em Expressão Gráfica) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

MENDES, L. T. et al. Projeto protótipo pilar: o uso da prototipagem rápida no desenvolvimento criativo das crianças da comunidade do pilar. In: *Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão do Centro de Artes e Comunicação – A Cultura CAC: o ensino, a pesquisa e a nossa extensão*, 2, 2020, Recife: CAC, 2020, v. 1, p. 211-226.

MORAES, L. F. A. *O Artesão na Pós-Modernidade: estudo aplicado ao mobiliário*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

NIAROS, V.; KOSTAKIS, V.; DRECHSLER, W. Making (in) the smart city: The emergence of makerspaces. Amsterdam: *Futures*, v. 94, p. 113-122, 2017.

OLIVEIRA SOBRINHO, A. T. *Modelagem paramétrica, fabricação digital e reciclagem de resíduos plásticos aplicadas à arquitetura*. In: Congresso de Iniciação Científica – CONIC 2022. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. In: *As Nações Unidas no Brasil*. Brasília: Casa ONU Brasil, 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 3 out. 2025.

PINTO, S. L. U.; TEIXEIRA, C. S. *FAB LABS: Alinhamento Conceitual*. Florianópolis: Perse, 2017. Disponível em: <http://via.ufsc.br/download-ebook-fab-labs/>. Acesso em: 28 jun. 2018.

REIS, A. C. F. *Economia da cultura e desenvolvimento sustentável: o caleidoscópio da cultura*. Barueri: Manole, 2006.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade? *Texto para Discussão*. Campinas: IE/unicamp, n. 102, p. 1-28, set. 2001.

RÜBMANN, M. et al. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries* - 09/04/2015. Website Boston Consulting Group, 9 abr. 2015. Disponível em: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries. Acesso em: 29 abr. 2026.

SACOMANO, J. B. et al. (Org.). *Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos*. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

UNESCO. *Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação*. Brasília: UNESCO; Boadilla del Monte: Fundación SM, 2022.

UNESCO. Ano Internacional da Economia Criativa para o Desenvolvimento Sustentável. In: *Unesco: Building peace through education, science and culture*. [Paris]: Unesco, 26 abr. 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/articles/ano-internacional-da-economia-criativa-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 3 out. 2025.

WEBB, K. Makerspaces. In: WEBB, K. *Development of Creative Spaces in Academic Libraries: A Decision Maker's Guide*. Cambridge: Chandos Publishing, 2018. p. 37-40.

wwf. *Solucionar a poluição plástica*: transparência e responsabilização. Gland: Fundo Mundial para a Natureza, 2019. Disponível em: <https://promo.wwf.org.br/solucionar-a-poluicao-plastica-transparencia-e-responsabilizacao>. Acesso em: 3 out. 2025.

Molde de baixo custo produzido com manufatura aditiva em resina de alta temperatura

Mário Ruiz Manrique¹

Vítor Domício de Meneses²

Introdução

No âmbito das experimentações relativas ao uso do plástico por injeção para produção de artefatos diversos, este trabalho aborda a produção de moldes de baixo custo impressos por meio da tecnologia de manufatura aditiva em resina em alta temperatura. Após pesquisa bibliográfica, percebe-se que, embora algumas experiências com moldes tenham sido realizadas — incluindo alguns moldes de boa qualidade técnica que já estão à venda em sites especializados — poucos são os registros científicos em relação a estes processos. Desta forma, o presente trabalho propõe-se a discutir sobre a viabilidade técnica, as vantagens e as desvantagens da produção e a utilização dos moldes feitos em resina para injeção de plástico, almejando contribuir cientificamente para o avanço desse debate.

A ideia do molde enquanto ferramenta na fabricação de peças complexas é antiga e surge, basicamente, a partir da identificação de artefatos cuja forma ou cujo processo

1 Mestre em Design, UFPE.

2 Mestre em Arquitetura e Urbanismo e Design, UFPE.

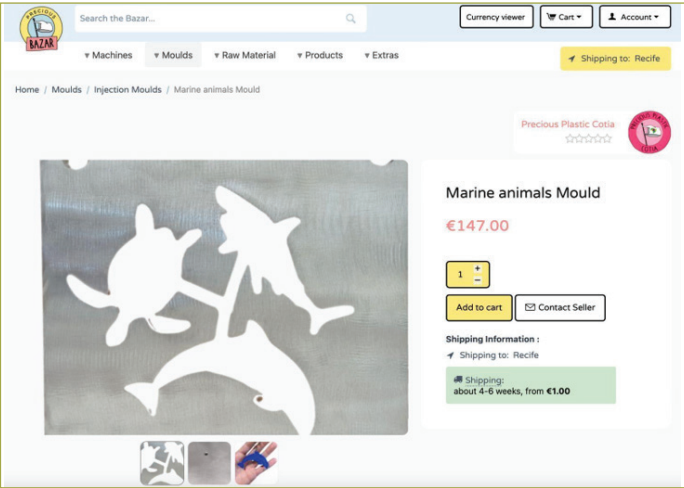
produtivo possui maior complexidade. Conforme contextualiza Bagley:

Nós, seres humanos, usamos moldes para fabricação de peças desde que tivemos domínio dos metais, especificamente o Bronze. A era do Bronze aconteceu entre os anos 4000 a 1500 a.C. e era nessa época que precisavam ser feitas armas como espadas, capacetes, martelos, escudos etc. (“Bronze. Características e utilizações do Bronze”, [s.d.]), já que os exércitos eram numerosos, então fabricar o mesmo elemento mais de uma vez de maneira artesanal sempre implicava em um tempo maior de produção. Somado a isto, mencionamos a dificuldade de replicar o modelo anterior, logo, fica mais evidente se o comparamos com o que hoje conhecemos como produção em série. Mas os exércitos não eram os únicos a fazer uso de moldes para a criação de produtos, a nobreza também fazia uso dos mesmos artifícios, embora com uma finalidade distinta, neste caso a estética. Um exemplo disto são as cabeças de bronze dos Acádios, que datam de 3000 a.C. (Bagley, 1990, tradução nossa).

No entanto, o processo de replicar peças em quantidades maiores das que um artesão é capaz de produzir, seja de forma antiga ou atual, é um processo dispendioso. Trazendo um exemplo, na Figura 1 há moldes metálicos usinados com uma figura muito simples para ser trabalhada e com um preço bastante elevado, custando por volta de R\$ 900,00 a unidade de molde, em pesquisa realizada no ano de 2024.

O que este artigo propõe é a fabricação de moldes para injeção de termoplásticos a preços totalmente acessíveis, tanto por custo de insumos quanto por tempo de confecção, como se mostra a seguir na Tabela 1.

FIGURA 1. Exemplo de molde metálico usinado para venda



Fonte: Precious Plastic (2024).

TABELA 1. Detalhes do molde

MATERIAL	QUANTIDADE DE MATERIAL USADO NA CONSTRUÇÃO DO MOLDE (ML – RESINA)	TEMPO DE IMPRESSÃO (D/H/MIN/SEG)	CUSTO POR MOLDE (R\$)
Resina de alta temperatura	130,18	2h43'02"	41,93

Fonte: os autores (2024).

A variação entre os preços de um molde usinado de maneira tradicional na indústria, quando comparado com um molde produzido com a tecnologia alternativa a base de resina de alta temperatura, é muito grande e faz com que este relativamente novo processo de produção seja uma possibilidade viável e muito interessante para tiragens de pequenas a médias.

Desenvolvimento

Modelar um molde com auxílio de um *software* de modelagem 3D não foi uma tarefa complicada. O desafio foi viabilizar o sistema de resfriamento interno para que a vida útil do molde fosse prolongada, e maior dificuldade foi decorrente de uma das características próprias da resina: a sua viscosidade.

Quando definido o percurso da serpentina de resfriamento (ainda na fase projetual, ou seja, antes da materialização do molde), determinou-se um caminho que contava unicamente com uma entrada e uma saída a ser percorrida pelo fluido de resfriamento (neste caso, a água).

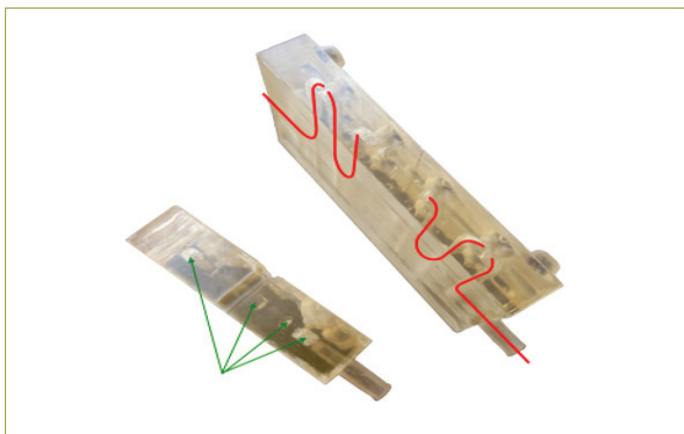
Uma vez realizada a impressão, por ser um caminho sinuoso, parte da resina usada durante esta fase ficava presa dentro do próprio canal de resfriamento e, por se tratar de uma resina translúcida, não era possível perceber o bloqueio provocado por ela até ser tarde demais.

Após a fase de lavagem, o molde era encaminhado para a fase de cura e, nesta etapa, a resina que bloqueava o canal de resfriamento curava junto com o molde, impedindo que a serpentina de resfriamento fosse completada do início ao fim. Como resultado, tínhamos segmentos isolados que impediam a circulação do líquido de resfriamento e, consequentemente, a impossibilidade de cumprir sua finalidade.

Na Figura 2, pode-se observar na linha de cor vermelha como a serpentina se encontra segmentada e, na parte inferior, com as setas de cor verde, aparecem os pontos de interrupção na outra parte do molde.

Para contornar o problema do bloqueio do sistema de arrefecimento, foi pensada a seguinte solução: criar, ao longo do percurso, duas janelas de escoamento nos moldes projetados para permitir que a resina não curada durante o processo de impressão pudesse ser escoada, liberando, assim, o canal de resfriamento. Conjuntamente a essa solução, criou-se a

FIGURA 2. Serpentina segmentada ao ser impressa



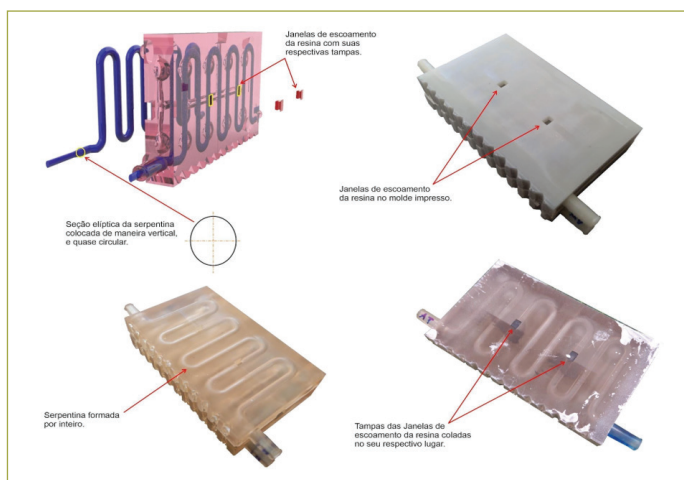
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

seção da serpentina de maneira elíptica, quase circular, para permitir sua autossustentação estrutural, dispensando a necessidade de suportes. Essa seção teve seu diâmetro maior colocado de maneira vertical, colocação esta que demonstrou ser melhor do que seu oposto.

Foram trabalhados dois modelos diferentes de moldes para dois projetos em paralelo: o primeiro, um molde para a impressão de minas explosivas (elementos pertencentes a um modelo didático chamado “batalha dos mundos”); o segundo, um molde para uma medalha de uma olimpíada interna do curso de Oceanografia da UFPE, chamada Oceaniadas (Figura 3).

O molde referente aos explosivos foi trabalhado junto a uma injetora manual, a Vulcano, mais próxima de um modelo industrial. Ela conta com uma caneca cônica que recebe e distribui o material (PEAD reciclado) de maneira mais homogênea, além de contar com um êmbolo de diâmetro maior em comparação ao eixo que o contém, condições que garantem que o material não crie tanto atrito quando inserido no

FIGURA 3. Soluções para os problemas da serpentina



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

tubo de fusão. Para segurar o molde na base, o equipamento possui duas placas metálicas e uma manivela que permite a abertura e o fechamento de maneira rápida e fácil.

A parte mais rudimentar dessa injetora fica por parte do sistema de aquecimento, que se constitui de uma resistência operada por platinados que não permitem regulagens tão precisas. Mesmo com esse déficit, esse modelo de equipamento mostrou-se muito superior ao usado com os moldes das medalhas.

Já a injetora utilizada para as medalhas das olimpíadas oceanográficas é um equipamento do *Precious Plastic*, laboratório da UFPE. Ela é mais simples na sua construção, mas apresenta maior complicação no seu manuseio, o que se deve a algumas razões: primeiro, a ela tem uma caneca piramidal que não se acopla perfeitamente com o tubo de fusão; segundo, o êmbolo e o eixo são formados por um só tubo oco, o que permite que o plástico penetre no seu interior e queime, misturando-se ao plástico em temperatura ideal

como resultado, dificultando o processo de injeção; terceiro, a ausência de um elemento para fixar o molde na base, que, portanto, deve ser apoiado sobre um macaco hidráulico; quarto, ela opera com uma alavanca em vez de operar com uma catraca, o que facilitaria muito a injeção; e quinto, a injetora não é pesada o suficiente para se manter no lugar e não está fixa ao chão. Portanto, somados todos os pontos, é preciso três pessoas para realizar a missão que a outra executa com uma só.

A vantagem que a injetora do *Precious Plastic* tem sobre a injetora Vulcano é que ela conta com um sistema de aquecimento digital muito mais preciso e fácil de manusear. Em suma, havendo prós e contras nos dois modelos de injetoras, a injetora Vulcano mostrou-se muito mais eficiente no processo de injeção, um detalhe que pode ser contornado se a do laboratório do *Precious Plastic* sofrer uma série de melhorias para aprimorar seu desempenho (Figura 4).

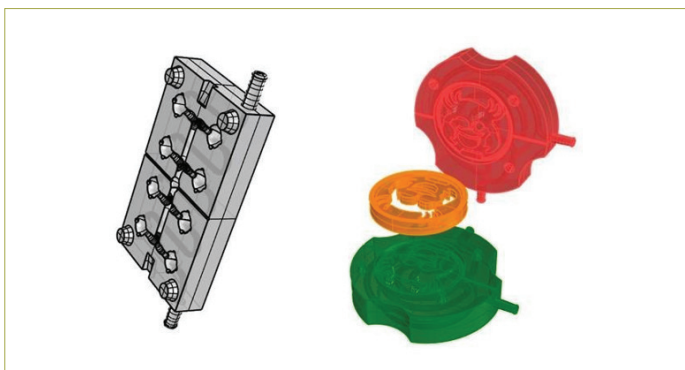
FIGURA 4. Etapas de produção dos revestimentos de plástico reciclado na fresadora CNC e teste de aplicação



Fonte: Fotografia dos autores (2024).

Outro fator que elevou a diferença nos resultados obtidos entre os dois modelos foi que o molde usado na injetora Vulcano era mais simples quando comparado ao molde da medalha usado na injetora do *Precious Plastic*. Embora este usasse mais plástico para completar a peça, sua concepção permitiu o preenchimento do molde de maneira mais fluida (Figura 5).

FIGURA 5. Molde das minas e molde da medalha



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Além disso, o experimento mostrou a importância do sistema de arrefecimento projetado para o resfriamento do molde. Em um dos moldes utilizados, ao serem conectadas as mangueiras do sistema de resfriamento, um de seus engates quebrou. Como resultado, uma das metades dos moldes não pôde ser resfriada, trazendo como consequência uma maior deterioração do seu núcleo de enchimento quando comparado à outra metade que teve seu sistema operando sem contratempos.

Na Figura 6, percebe-se a maior dilaceração sofrida pelo molde (lado esquerdo da imagem) com a entrada do plástico quente, criando arranhões de maior proporção do que na metade que se manteve resfriada o tempo inteiro.

FIGURA 6. Metade sem resfriamento (esquerda) e metade resfriada (direita)



Fonte: Fotografia dos autores (2024).

Nesse primeiro molde, desenhado para a medalha, o acesso do plástico era centralizado em uma de suas fases, ou seja, o molde era injetado de maneira horizontal e mantinha-se fechado com uma alma metálica aparafusada. Algumas vezes, por causa dessa condição, as placas pressionavam o molde no outro tipo de injetora, o que dificultava o processo de injeção, pois demorava-se mais para abrir o molde. Conforme demonstrado nos experimentos, um elemento de suma importância que contribui para um maior desgaste da matriz é o tempo que o molde permanece em contato com o plástico quente em seu interior: quanto mais tempo em contato com esse plástico, maior e mais rápido será o desgaste do molde (Figura 7).

Com esse primeiro molde, utilizado no laboratório do *Precious Plastic*, descobrindo e enfrentando as dificuldades, conseguiu-se injetar seis peças, das quais somente uma estava em perfeito estado, tudo isso em 3 horas de injeção.

FIGURA 7. Montagem do molde para injeção



Fonte: Fotografia dos autores (2024).

Realizando correções no molde, decidiu-se realizar a injeção com o molde de maneira vertical e produziram-se veias de injeção auxiliares para ajudar no preenchimento do núcleo do molde, pois no primeiro processo constatou-se que o plástico tinha grande dificuldade para percorrer o caminho todo e preencher o molde por inteiro (Figura 8).

Nesse novo molde obteve-se uma melhora expressiva em relação à primeira tentativa realizada dentro do laboratório do *Precious Plastic*: de um total de dezesseis injeções, sete delas foram ótimas, com o mesmo tempo gasto que no primeiro teste. Um aspecto encorajador, que faz compreender que essa mesma injetora, com melhorias, pode produzir mais peças de maneira menos danosa.

No molde usado na injetora Vulcano, os resultados foram totalmente animadores quando comparados com os resultados obtidos na injetora do laboratório do Plástico Precioso. Em um primeiro momento foram realizadas quarenta

FIGURA 8. Versão BETA para o molde do caranguejo



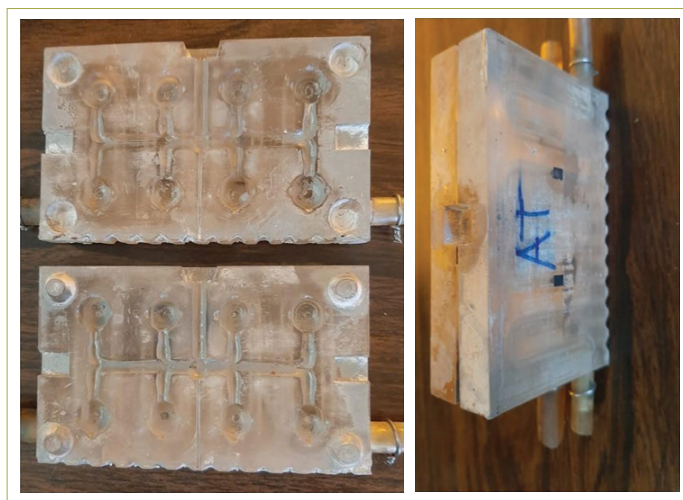
Fonte: Fotografia dos autores (2024).

injeções e obteve-se 320 peças sem que o molde mostrasse um só sinal de fadiga, em um tempo de 50 minutos (Figura 9).

Simulando um uso corriqueiro do molde, uma semana após a primeira injeção foi realizado um segundo teste, desta vez com mais 25 injeções somadas às quarenta anteriores, totalizando 520 peças injetadas. O molde seguiu em perfeito estado, entretanto, não foi possível continuar os testes, pois, no momento de uma desmoldagem, uma metade do molde caiu no chão e quebrou. Entretanto, pelo estado de conservação do molde, é possível perceber que poderiam ser realizadas mais injeções.

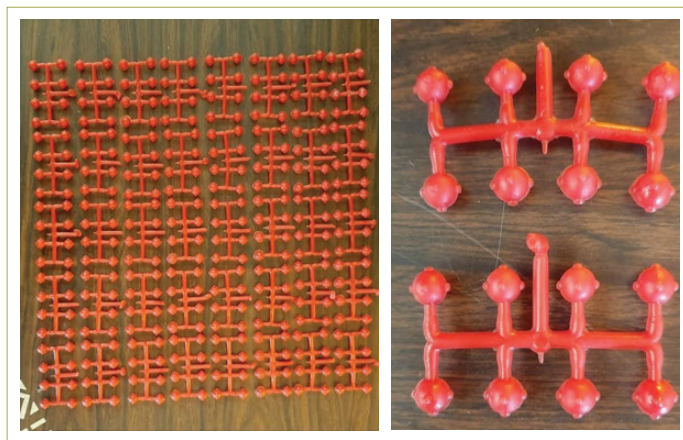
O resultado entregue foi uma grata surpresa, pois tinha-se confiança na sua realização, mas o resultado foi muito superior ao imaginado. Outro detalhe digno de ser elencado é a qualidade das peças injetadas, a mesma qualidade de quando se usam matrizes metálicas (Figura 10).

FIGURA 9. O molde após as injeções



Fonte: Fotografia dos autores (2024).

FIGURA 10. As injeções realizadas na injetora Vulcano



Fonte: Fotografia dos autores (2024).

Conclusões

Em suma, este trabalho objetivou demonstrar que é possível construir moldes com resina de alta temperatura que podem ser uma alternativa às matrizes metálicas muito mais caras e demoradas em sua fabricação, que possuem, ainda, um outro agravante: os moldes metálicos feitos com tecnologia tradicional não admitem geometrias complexas, que são possíveis de serem realizadas utilizando tecnologia aditiva de impressão 3D e resina de alta temperatura. Por fim, a única dificuldade que o processo enfrenta é a de encontrar uma injetora que tenha as características da injetora Vulcano, o que, como visto, faz uma diferença considerável no momento de realizar seu trabalho.

Referências

BAGLEY, R. W. Shang Ritual Bronzes: casting technique and vessel design. *Archives of Asian Art*, Hawaii, v. 43, p. 6-20, 1990. Disponível em: <http://homework.sdmesa.edu/drogers/Art%20125/bagley%20ritual%20bronzes.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2026.

Protótipo Habitacional RECubito

Avaliação do processo de projeto colaborativo

Edler Oliveira Santos¹

Vítor Domício de Meneses²

Letícia Teixeira Mendes³

Maria Luiza Macedo Xavier de Freitas⁴

Introdução

O século XXI iniciou apresentando novos desafios ligados à sustentabilidade, fazendo emergir contextos de fragilidade ambiental em diversos locais do planeta, tais como os eventos que culminaram na tragédia climática do Rio Grande do Sul, no Brasil, em 2024. Estes fatos trazem à tona, novamente, a necessidade de debater sobre a forma de ocupação do território.

Nesse contexto, os protótipos habitacionais ganham destaque como soluções experimentais, sustentáveis, flexíveis e fáceis de executar. A ideia é que o protótipo possibilite testar soluções que possam ser aplicadas quando necessário, permitindo a avaliação de aspectos construtivos, custos, conforto ambiental e viabilidade do modelo. Esses protótipos podem

1 Mestre em Arquitetura e Urbanismo, UFPE.

2 Mestre em Arquitetura e Urbanismo e Design, UFPE.

3 Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, UFPE.

4 Doutora em Arquitetura e Urbanismo, UFPE.

ser aplicados, por exemplo, em contextos emergenciais, para prover habitação de baixo custo e rápida construção para famílias desabrigadas em casos de inundações, desabamentos, terremotos, entre outros.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do protótipo habitacional RECubito, um processo de design colaborativo que foi realizado por diversos atores sociais, principalmente alunos e professores dos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, expressão gráfica e design e profissionais das áreas de arquitetura, marcenaria e carpintaria externos à instituição.

O projeto foi desenvolvido como uma releitura de outra iniciativa já executada, o Cubito® (Baratto, 2019), um protótipo habitacional modular, cuja principal premissa é a flexibilidade espacial e social. Configura-se como uma alternativa para atender necessidades de público e usos diversos e prover espaço de qualidade para usuários que, normalmente, não possuem acesso a serviços de arquitetura. O protótipo foi criado em 2018, pelo coletivo Atelier Vivo, resultado da parceria entre o escritório de arquitetura O Norte, localizado em Recife (PE), e demais arquitetos.

A proposta do RECubito, que contou com a participação do Atelier Vivo, foi desenvolvida em outubro de 2023 como uma releitura da iniciativa de 2018 baseada na co-criação e empoderamento dos atores, introduzindo práticas da inovação no processo de *Design-Building* a partir do uso de tecnologias de prototipagem, de fabricação digital e de construção com materiais reciclados. O desenvolvimento e a reconstrução do protótipo supracitado é resultado de dois projetos de pesquisa e extensão sobre habitação e automação e sobre aplicação do plástico reciclado na arquitetura e na engenharia, ambos coordenados pela Profa. Dra. Letícia Mendes, da UFPE. A pesquisa que originou esse projeto atua na interdisciplinaridade entre Engenharia Civil e Arquitetura, através do estudo

sobre fabricação digital, soluções estruturais alternativas e inovação social, valorizando, dessa forma, a experiência do canteiro de obra como ação de ensino, pesquisa e extensão.

O projeto experimental do RECubito propõe a discussão sobre o uso de tecnologias de fabricação digital, tal como Router CNC para produção de um sistema modular, com flexibilidade para provisão tanto de artefatos habitacionais, como abrigo emergencial para situações de inundações e deslizamentos de barreiras — fenômeno recorrente em diversas regiões de Pernambuco — quanto a criação de estruturas para fins artísticos, prestação de serviços ou espaços de lazer. O projeto torna-se ainda mais relevante ao adotar o uso de material plástico reciclado, integrando a iniciativa internacional de reciclagem denominada *Precious Plastic* para capacitação e geração de renda de moradores de baixa renda.

Para além de utilizar o protótipo para testar resistência dos materiais, conforto ambiental, estrutura e construção, este trabalho pretende analisar o processo colaborativo utilizado no RECubito, baseado na metodologia *design build* ou pedagogia do canteiro, que significa “projetar construindo”. Esse processo é guiado por um arranjo horizontal, que permite a troca de saberes entre diferentes atores e admite que o produto está sendo modificado continuamente durante o processo de produção. A partir da experimentação, o grupo pode debater e validar as soluções, apropriando-se das alternativas de projeto e construção de maneira consciente.

Este trabalho tem como objetivo sistematizar o processo de design colaborativo do protótipo habitacional RECubito e refletir sobre a utilização deste modelo em diferentes contextos. Para atingir esse objetivo, o trabalho adotou uma metodologia experimental, composta pelas seguintes etapas: (1) levantamento bibliográfico sobre os conceitos de design colaborativo, inovação, inovação social; (2) workshop

de projeto, planejamento, produção, montagem e desmontagem do protótipo; (3) avaliação e feedbacks.

Ao final, na etapa de avaliação e feedbacks, foram coletados dados com os participantes e organizadores, entre professores, alunos e profissionais, sobre a avaliação de cada um sobre a experiência do workshop, a possibilidade de replicação do protótipo e demais impressões e sugestões sobre a experiência.

Design colaborativo e inovação

Atualmente, a sociedade atravessa um período de crescente complexidade em todos os nichos sociais. As necessidades estão cada vez mais específicas, sob o advento da customização, fato que gera produtos e processos cada vez mais especializados e incentivados, por sua vez, pelo desenvolvimento de novas tecnologias (em sua maioria de base digital), apontando para projetos cada vez mais complexos. Esse contexto cria alternativas de projeto baseadas na colaboração criativa.

Partindo dessa premissa, admite-se que os processos contemporâneos de design necessitam da contribuição interativa de diferentes atores, possibilitando uma rede criativa cuja interdisciplinaridade é mais profunda (Manzini; Vezzoli, 2011). Esse é um contexto de grande potencial para desenvolver ações mais favoráveis à inovação e, especialmente, à inovação social. Segundo Manzini (2017), a inovação social ocorre quando pessoas, especialistas e bens materiais entram em contato de uma nova maneira, tornando possível a criação de novos significados e oportunidades sem precedentes (Manzini, 2017, p. 91).

Fontana *et al.* (2012) afirmam, considerando amplo referencial teórico, que o conceito de colaboração no design pode ser definido como um esforço recíproco entre pessoas de iguais ou diferentes áreas do conhecimento, separadas

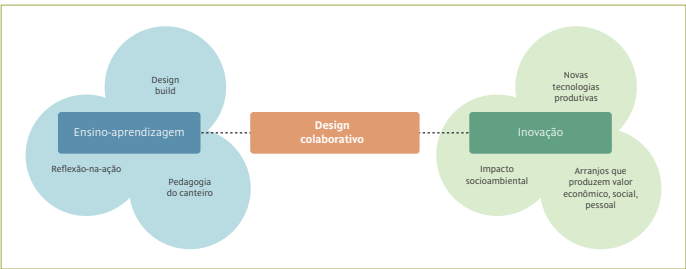
fisicamente ou não, com um objetivo comum de encontrar soluções que satisfaçam a todos os interessados (Fontana *et al.*, 2012).

O processo colaborativo pode provocar impactos em diferentes instâncias, e duas delas se destacam em especial no contexto deste trabalho: ensino-aprendizagem e inovação. Isso ocorre pois, em um processo de interação com diferentes atores (cujas formações, habilidades e formas de pensamento são diversas), é possível aprender algo novo e é possível criar algo (Figura 1).

No caso do ensino-aprendizagem, Donald Schön (2000) afirma que existem certos conhecimentos que somente serão adquiridos com a prática, desenvolvendo o conceito de reflexão-na-ação. Embora o autor tenha trabalhado essas ideias pensando especificamente no ateliê de projeto, no ambiente da sala de aula, elas corroboram com o que se define como a metodologia *design build* (pedagogia do canteiro), a proposta de aprender a projetar enquanto se está construindo.

Sobre o conceito de inovação, Audy (2017) critica a sua banalização, influenciado por compreensões equivocadas, e afirma que a inovação reside não apenas na ideia nova, mas na ideia que, quando aplicada, possibilita uma transformação da realidade e agrega valor econômico, social ou

FIGURA 1. Diagrama do design colaborativo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

pessoal para alguém ou para um local (Audy, 2017). Pode-se dizer, então, que a inovação é a transição de um estado de compreensão da realidade para outro patamar de conhecimento e atuação, que demanda, inclusive, novas formas de construir as relações entre os diferentes atores sociais. Segundo Paes e Zoy:

Convém ter em mente que o design é uma disciplina da invenção, e por isso sempre se diferiu das ciências da natureza, onde um objeto de estudo está definido e a sua investigação ocorre com o objetivo da descoberta. No design, o objeto de estudo não é fixo, e a pesquisa pode seguir caminhos exploratórios (Paes e Zoy, 2016).

Ou seja, o processo colaborativo produz situações propícias à inovação por meio da interação entre os diferentes atores, que, ao produzir inovação, são instigados a repensar suas próprias relações e as soluções propostas, imersos em um processo aberto, reflexivo e baseado no diálogo de ideias e em novos formatos de trabalho e de produto.

Protótipo habitacional RECubito

O protótipo habitacional RECubito foi construído em escala 1:1, durante um workshop que durou 21 dias, e envolveu as etapas de planejamento e projeto, fabricação, montagem e desmontagem. Os 36 participantes possuíam, como já dito, diversos perfis de formação, incluindo professores e alunos de graduação e pós-graduação em arquitetura, design e expressão gráfica, além de marceneiros profissionais.

Etapas do processo

Embora tenham sido planejadas para ocorrer de forma linear e sequencial, houve momentos de sobreposição entre

as etapas, em que algumas atividades aconteceram simultaneamente. O planejamento e projeto antecederam as demais etapas, mas o projeto foi retomado na fase de fabricação para finalizar o design das esquadrias. Além disso, a etapa de fabricação, que normalmente precede a fase de construção, ocorreu simultaneamente à montagem dos componentes construtivos. Esse aspecto se relaciona ao caráter experimental do workshop, no qual se estabeleceu um processo aberto às modificações suscitadas por demandas emergentes durante o trabalho.

As atividades foram realizadas em contextos de ação distintos, situados na UFPE, e envolveram a colaboração entre os atores mencionados. A etapa de fabricação consistiu em dois tipos de atividades realizadas em dois laboratórios, que tiveram continuidade na etapa de montagem e desmontagem no canteiro de obras.

A fabricação de componentes estruturais teve duração de 15 dias e aconteceu no laboratório de experimentação e fabricação digital Grea3D (Laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D). Essa parte do processo envolveu a elaboração de arquivos para fabricação (do tipo *file-to-factory*), bem como a produção das partes do sistema estrutural de madeira utilizando a Router CNC.

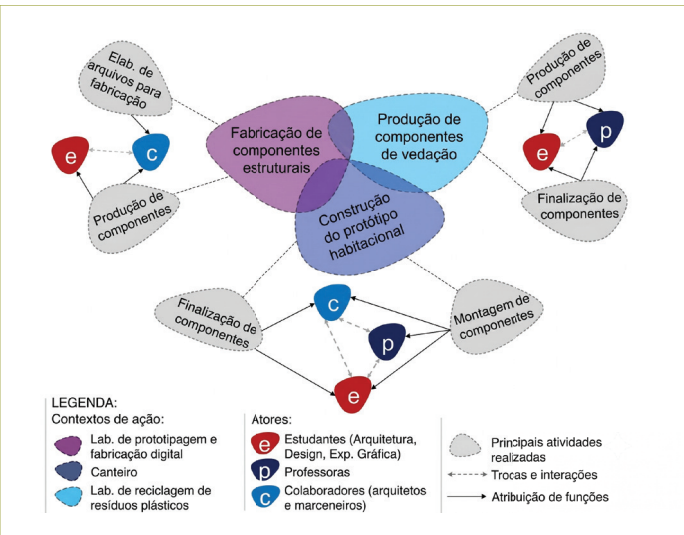
A produção de componentes de vedação também durou 15 dias e ocorreu no laboratório de reciclagem de resíduos plásticos *Precious Plastic* UFPE. Essa tarefa envolveu a produção manual de placas de plástico destinadas ao piso, vedação e esquadrias do protótipo.

Esse conjunto de tarefas convergiu para o canteiro instalado no Centro de Artes e Comunicação da UFPE, onde os componentes pré-fabricados em madeira e plástico reciclado foram finalizados com a ajuda de técnicas de marcenaria. O trabalho de acabamento, incluindo lixamento, colagem,

aparafusamento e encaixe de peças menores, culminou na montagem do protótipo durante nove dias de trabalho.

Observou-se que a intensidade das trocas variou entre os contextos de ação. No laboratório de fabricação digital, o trabalho se restringiu a dois atores (um arquiteto colaborador e uma aluna), que possuíam o conhecimento prévio necessário para manipular a fresadora em que as peças de madeira foram cortadas. No laboratório de reciclagem de resíduos plásticos, houve interações entre vários alunos e uma das professoras, que se distribuíram em grupos de três a quatro pessoas por turno para atender às demandas específicas da linha de produção. Em contrapartida, a intensidade das trocas foi mais evidente nas atividades de canteiro, entre a maioria dos atores participantes do workshop. A divisão em subgrupos, estabelecida na etapa de planejamento e projeto, não eliminou a possibilidade de transitar livremente entre as tarefas desenvolvidas (Figura 2).

FIGURA 2. Diagrama do design colaborativo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

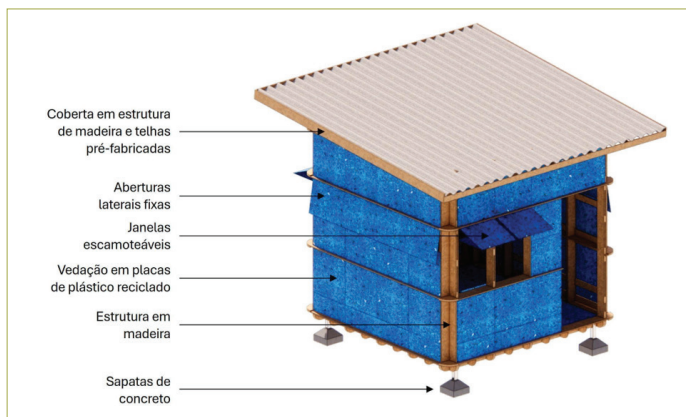
Essas ações colaborativas, sobretudo no canteiro, influenciaram diretamente o resultado obtido, na medida em que as trocas entre os mais experientes e os participantes que tinham pouco ou nenhum conhecimento possibilitaram a aprendizagem sobre diversas técnicas de fabricação manual e digital utilizadas na construção do protótipo. Independente da intensidade, a colaboração, sobretudo nas etapas de montagem e desmontagem, tornaram-se uma condição de possibilidade de materialização do RECubito.

Características do produto

O produto desenvolvido possui as seguintes soluções de projeto, gerais e específicas: 1. Volumetria cúbica com plano único de cobertura inclinada, com telhas adquiridas comercialmente; 2. Fundação em sapatas de concreto, com dispositivo de regulação para adaptação ao relevo; 3. Estrutura de madeira em chapas de compensado pinus naval, formada por painéis reticulados com sistema de encaixe próprio, que obedecem a modulação de 0.30m x 0.30m, no piso, e 0.60m x 0.60m, nas paredes e na cobertura; 4. Sistema de piso e vedação em placas de plástico, em medidas compatíveis com a modulação estrutural; 5. Janelas escamoteáveis com abertura no sentido vertical compostas pela junção de placas de plástico de 0.70m x 0.70m (Figura 3).

O piso e as paredes foram projetados como *frames* estruturais que pudessem ser facilmente transportados e montados como partes independentes. Desse modo, a execução de cada parte ocorreu a partir do seguinte processo: a estrutura do piso foi montada por meio do encaixe de vigas perimetrais e internas, no sentido transversal e longitudinal.

FIGURA 3. Perspectiva do protótipo habitacional



Fonte: Equipe do *workshop* (2023).

A estrutura das paredes foi montada a partir do encaixe de montantes, peças de travamento horizontal e peças de enrijecimento; a estrutura da cobertura foi executada com vigas biapoiadas nos montantes dos painéis das paredes; os componentes de plástico reciclado (de piso, vedação e esquadrias) foram parafusados individualmente nas peças de madeira após a união dos frames de piso e parede à estrutura da cobertura (Figura 4).

Essas atividades foram realizadas em um canteiro limpo, onde os componentes de madeira e plástico reciclado, fabricados em laboratório, foram finalizados e montados com uma baixa produção de resíduos, se comparado ao canteiro de obras convencional. Após a finalização do trabalho no canteiro, a desmontagem do protótipo levou somente um dia, comprovando a velocidade de construção possibilitada pelo sistema construtivo utilizado.

FIGURA 4. Registros da etapa de montagem do protótipo



Fonte: Equipe do *workshop* (2023).

Avaliação do processo

Após a finalização do *workshop*, foi elaborado e aplicado um questionário digital a fim de verificar a percepção dos atores envolvidos sobre a replicabilidade do protótipo e a facilidade de transmissão do conhecimento empregado na realização das etapas mencionadas.

A replicabilidade pode ser entendida como a tarefa de reproduzir (em outros contextos, envolvendo outras pessoas) todo o processo que envolveu o planejamento e projeto, fabricação de componentes, montagem e desmontagem do protótipo. Já a transmissão de conhecimento pode ser compreendida como a tarefa de orientar outras pessoas a utilizarem as ferramentas, técnicas e procedimentos utilizados em todas as etapas do processo de desenvolvimento do protótipo habitacional.

Das 34 pessoas envolvidas (excetuando-se as professoras que idealizaram o workshop), dezessete responderam às perguntas contidas no questionário, número que equivale a 50% do total de participantes. O questionário continha quatro perguntas sobre a replicabilidade e facilidade de transmissão do conhecimento relacionadas ao projeto, produção/fabricação, montagem e desmontagem. Ao responder, as pessoas podiam escolher entre 4 opções: 1. inviável; 2. pouco viável; 3. viável; 4. fácil.

A partir das respostas coletadas, obteve-se o seguinte resultado: 71% das pessoas consideraram viável a replicação da etapa de projeto, enquanto 29% julgaram fácil; 82% consideraram viável replicar a etapa de fabricação, já 18% julgaram fácil; 35% das pessoas avaliaram como viável a replicação da montagem do protótipo, enquanto 65% julgaram como fácil; além disso, 12% consideraram pouco viável replicar a etapa de desmontagem, 23% julgaram viável e 65% avaliaram como fácil.

Os resultados obtidos indicam a viabilidade de replicação e transmissão do conhecimento em todas as etapas, em outras situações e em colaboração com não especialistas. As respostas elucidaram a percepção de que seria mais viável a reprodução das atividades envolvidas na montagem

e desmontagem do que das tarefas incluídas nas etapas de projeto e fabricação.

Em contrapartida, a percepção do potencial limitado de replicação no projeto e fabricação de componentes do protótipo aponta para a necessidade de encontrar maneiras de democratizar o acesso às técnicas de fabricação digital, aliadas à marcenaria, em contextos participativos. Dentre as maneiras de tornar esses conhecimentos acessíveis, destacamos a realização de novas oficinas em colaboração com pessoas de comunidades externas. Ao percorrer todo o processo, os novos atores inseridos poderiam ter acesso às ferramentas de trabalho e passar por momentos de aprendizagem nas trocas e interações com os pares (estudantes, professores e colaboradores).

Por fim, nas respostas ao questionário, as pessoas citaram livremente, em espaço destinado especificamente para isso, as seguintes sugestões de melhorias no processo: A. maior partilha de tarefas na etapa de fabricação digital, para oportunizar o aprendizado dessa atividade; B. distribuição equânime dos participantes entre os contextos de produção, a fim de não sobrecarregar os envolvidos em tarefas específicas; C. documentação de todo o processo (utilizando ferramentas BIM), com o objetivo de gerir o projeto e evitar erros que implicaram no atraso das etapas de fabricação e montagem.

A lacuna na aprendizagem do processo de fabricação digital indicada nas respostas obtidas deve ser preenchida em futuros *workshops* a partir de uma estruturação prévia do processo em que as etapas não se sobreponham. A realização sequencial das etapas de projeto — fabricação — montagem possibilitará a atenção e concentração de esforços em suas respectivas atividades específicas, em que as habilidades no processo *file-to-factory* podem ser adquiridas.

A ausência dessa estruturação decorreu de fatores como a não utilização de ferramentas BIM, que podem auxiliar no projeto e na documentação e gestão das etapas do processo. A introdução dessa ferramenta será fundamental em novos *workshops*, uma vez que a replicação do protótipo em outros contextos, com outros agentes, dependerá do acesso aos registros de todo o fluxo de trabalho.

Considerações finais

O processo foi marcado pela colaboração entre especialistas e participantes com pouco conhecimento do trabalho realizado, dessa forma, criou-se um ambiente colaborativo para aprendizagem sobre diversas técnicas de fabricação manual e digital. Isso demonstrou também o potencial representado pela reunião de pessoas com conhecimentos diversos que estejam abertas à colaboração, processo facilitado pela criação de um trabalho horizontal e híbrido, baseado no conhecimento do canteiro, diverso e enriquecido pelos conhecimentos individuais dos participantes.

A avaliação dos participantes sobre o potencial limitado de replicação do protótipo aponta para a necessidade de encontrar formas de democratizar o acesso às técnicas de produção digital, articuladas à produção artesanal, em contextos participativos. O caminho para alcançar essa democratização deve considerar uma articulação entre diferentes atores sociais e entre iniciativas públicas e privadas, de modo a criar um arranjo de projeto, produção e montagem que atenda às necessidades habitacionais, emergenciais ou cotidianas, da forma mais eficiente possível.

O RECubito demonstrou-se como uma grande experiência de ensino, pesquisa e extensão, com possibilidade de aplicação direta em situações emergenciais, podendo, porém, ter

grande relevância em outras questões, tais como o enfrentamento ao déficit habitacional em áreas urbanas e rurais e como habitação temporária para pessoas em situação de rua ou famílias beneficiadas em programas habitacionais que aguardam a entrega da casa.

É papel da universidade proporcionar experiências que, para além de formar profissionais das áreas de arquitetura, engenharia e design, também os coloque em contato com a prática de projeto e construção, imersos em realidades sociais do local, demonstrando a importância de trabalhar a tecnologia e a inovação em prol da diminuição das desigualdades e na construção de uma sociedade mais justa.

Referências

ANASTASSAKIS, Z; PAES, L. Reflexões sobre processos colaborativos de design. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 12., 2016, Belo Horizonte. *Anais [...]*. Belo Horizonte: [S. l.], 2016, p. 936-946. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/reflexes-sobre-processos-colaborativos-de-design-24316>. Acesso em: 16 mar. 2026.

AUDY, J. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 31, n.90, p. 75-87, 2017. Disponível em: <https://revistas.usp.br/eav/article/view/137885/133471>. Acesso em: 16 mar. 2026.

BARATTO, R. CUBITO©: protótipo de arquitetura modular, híbrida e desmontável. *ArchDaily*, 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/925771/cubito-c-prototipo-de-arquitetura-modular-hibrida-e-desmontavel>. Acesso em: 8 out. 2025

FONTANA, I. M.; HEEMANN, A.; FERREIRA, M. G. G. Design colaborativo: fatores críticos para o sucesso do codesign. In: *Congresso Sulamericano de Design de Interação*, 4. São Paulo 2012. *Anais do 4o Congresso Sulamericano de Design de Interação*. São Paulo, 2012. p. 371 382.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. Tradução de Astrid de Carvalho. 1. ed. São Paulo: Edusp, 2011.

MANZINI, E. *Design*. Quando todos fazem design: uma introdução ao design para a inovação social. Tradução de Luzia Araújo. 1 ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2017.

RECUBITO. *Ateliervivo: pedagogia do canteiro*. Recife: AtelierVivo, 2023. Disponível em: <https://www.ateliervivo.com/projects/recubito>. Acesso em: 8 out. 2025.

SCHÖN, D. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Tradução de Roberto Cataldo Costa. 1 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

Sobre as organizadoras e os organizadores

Leticia Teixeira Mendes

Professora Associada do Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).



lattes.cnpq.br/2029198603605223



orcid.org/0000-0002-1011-1420

Auta Luciana Laurentino

Professora Associada do Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em Design pela UFPE.



lattes.cnpq.br/3805752873099282



orcid.org/0000-0002-3478-5614

Edler Oliveira Santos

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).



lattes.cnpq.br/4710719546272885



orcid.org/0000-0002-6723-8182

Vítor Domício de Meneses

Professor substituto do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Ceará (UFC).



lattes.cnpq.br/3862668549702804



orcid.org/0000-0003-4095-8507

Sadi da Silva Seabra Filho

Professor Adjunto do Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em Design pela UFPE.



lattes.cnpq.br/3451337969863065



orcid.org/0000-0002-8788-2389

Sobre as autoras e os autores

César Araújo Evangelista

Gerente de Inovação e Sustentabilidade da Secretaria de Transformação Digital, Ciência e Tecnologia da Prefeitura do Recife (SECTI). Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).



lattes.cnpq.br/0667481384292271



orcid.org/0009-0004-0883-0460

José Edeson de Melo Siqueira

Professor Adjunto do Departamento de Expressão Gráfica (DEG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica pela UFPE.



lattes.cnpq.br/4413292899329883



orcid.org/0000-0002-2002-9527

Maria Luiza Macedo Xavier de Freitas

Professora Associada do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo(USP).



lattes.cnpq.br/2042589406136631



orcid.org/0000-0002-1504-0756

Mário Ruiz Manrique

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Design pela UFPE.



lattes.cnpq.br/2128983055707119



orcid.org/0000-0002-9000-2960

Ney de Brito Dantas

Professor Titular do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). PhD em Architectural Association School of Architecture (Inglaterra).



lattes.cnpq.br/3943497493556232



orcid.org/0000-0001-7872-4541

Thaciana Caroline Belarmino Ferreira

Doutoranda em Design na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUUSP) da Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Design pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).



lattes.cnpq.br/6052146467909120



orcid.org/0000-0002-1940-385X

Walter Franklin Marques Correia

Professor Titular do Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutor em Engenharia de Produção pela UFPE.



lattes.cnpq.br/3252289006108114



orcid.org/0000-0002-6491-9783

<i>Título</i>	Do laboratório à comunidade: reciclagem criativa, tecnologia e sustentabilidade na UFPE
<i>Organização</i>	Leticia Teixeira Mendes Auta Luciana Laurentino Edler Oliveira Santos Vitor Domício de Meneses Sadi da Silva Seabra Filho
<i>Formato</i>	E-book (PDF)
<i>Tipografia</i>	Calluna (texto) e Comma Sans (títulos)
<i>Desenvolvimento</i>	Editora UFPE



PROEXT
Pós-Graduação em
Extensão

Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20
Várzea, Recife-PE | CEP: 50740-530
Fone: (81) 2126.8397
editora@ufpe.br | editora.ufpe.br

Av. Prof. Moraes Rego, 1235
Cidade Universitária, Recife-PE
CEP: 50670-901 | Fones: (81) 2126-8130/8132
proext@ufpe.br



PROEXT
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO