



extensão

ARTEFATOS FIGITAIS NA ENGENHARIA CIVIL

Geometria, inovação
e sustentabilidade
na aprendizagem baseada
em projetos

José Edeson de Melo Siqueira
Jean-Baptiste Scharffhausen
ORGANIZAÇÃO



Editora
UFPE

Realização



PROEXT
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA

Editais nº 08/2024
Incentivo à publicação
de livros digitais (*e-books*)
com temáticas de extensão

extensão

ARTEFATOS FIGITAIS NA ENGENHARIA CIVIL

Geometria, inovação
e sustentabilidade
na aprendizagem baseada
em projetos

José Edeson de Melo Siqueira
Jean-Baptiste Scharffhausen
ORGANIZAÇÃO


Editora
UFPE
—
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

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 S. Lima

Laura Bezerra dos Santos

José Carlos Ferreira de Freitas

Revisão de texto: Daniela Eugênia M. de Albuquerque

Julliana Vitoria Costa Santos

Catálogo na fonte

Bibliotecária Kalina Lígia França da Silva, CRB4-1408

A786	Artefatos FiGItAis na Engenharia Civil [recurso eletrônico] : geometria, inovação e sustentabilidade na aprendizagem baseada em projetos / organização : José Edeson de Melo Siqueira, Jean-Baptiste Scharffhausen. – Recife : Ed. UFPE, 2026. 1 recurso eletrônico (170 p. : il. color.). – (Série Extensão) Vários autores Inclui referências ISBN 978-65-5962-331-0 (online) 1. Geometria descritiva – Estudo e ensino. 2. Engenharia civil – Estudo e ensino. 3. Extensão universitária. 4. Desenho (Engenharia) – Processamento de dados. 5. Engenharia de protótipos. 6. Sustentabilidade. I. Siqueira, José Edeson de Melo (Org.). II. Scharffhausen, Jean-Baptiste (Org.). III. Título da série. 516.6076 CDD (23.ed.) UFPE (BC2026-010)
------	--

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 13

Apresentação 16

Liliane de Allan Fonseca

1 Integração de tecnologia, educação e sustentabilidade na indústria criativa e extensão universitária 19

José Edeson de Melo Siqueira

Jean-Baptiste Scharffhausen

2 Integração entre os artefatos FiGiTAis e o Desenvolvimento Sustentável na disciplina de Geometria Descritiva no curso de Engenharia Civil 43

Jean-Baptiste Scharffhausen

José Edeson de Melo Siqueira

3 Arco Viário da Região Metropolitana do Recife 69

Ponte sobre o Rio Goitá 1

Gabriel Vamberto de Souza Nóbrega

Gilberto Nunes de Oliveira Neto

Helena Beatriz Gonçalves Cavalcante

Marcelly Ferreira Soares

Pablo Leite Andrade Silva

4 Arco Viário da Região Metropolitana do Recife 87

Ponte sobre o Rio Goitá 2

Bianca Maria de Moura Silva

Danilo Ribeiro de Araújo

Lucas Fernandes Candido da Silva

Túlio Rodrigues da Silva

5 Casarão da Várzea – Recife 105

Diogo Felipe Alcantara de Araujo

Maria Fernanda Novaes de Souza Guimarães

Raiara Naiara da Silva

Victor Lucena Macedo

6 Mosteiro de São Bento – Olinda 119

Adrielly Fernanda Ventura Villas Bôas

Dário Serafim do Nascimento Júnior

Krissia Vitória do Nascimento Moraes

Rodolfo Rogério da Silva

7 Estação Ferroviária de Bananal – São Paulo 130

João Carlos Galindo Vaz Filho

Thallys Manoel Santos Espíndola

Vinícius de Almeida Pessoa

8 Casa da Música do Porto – Portugal 139

Breno de Alencar Rodrigues

Cauã Figueira de Souza

João Francisco Bandeira de Melo Gadelha

Matheus Gabriel dos Santos Bezerra

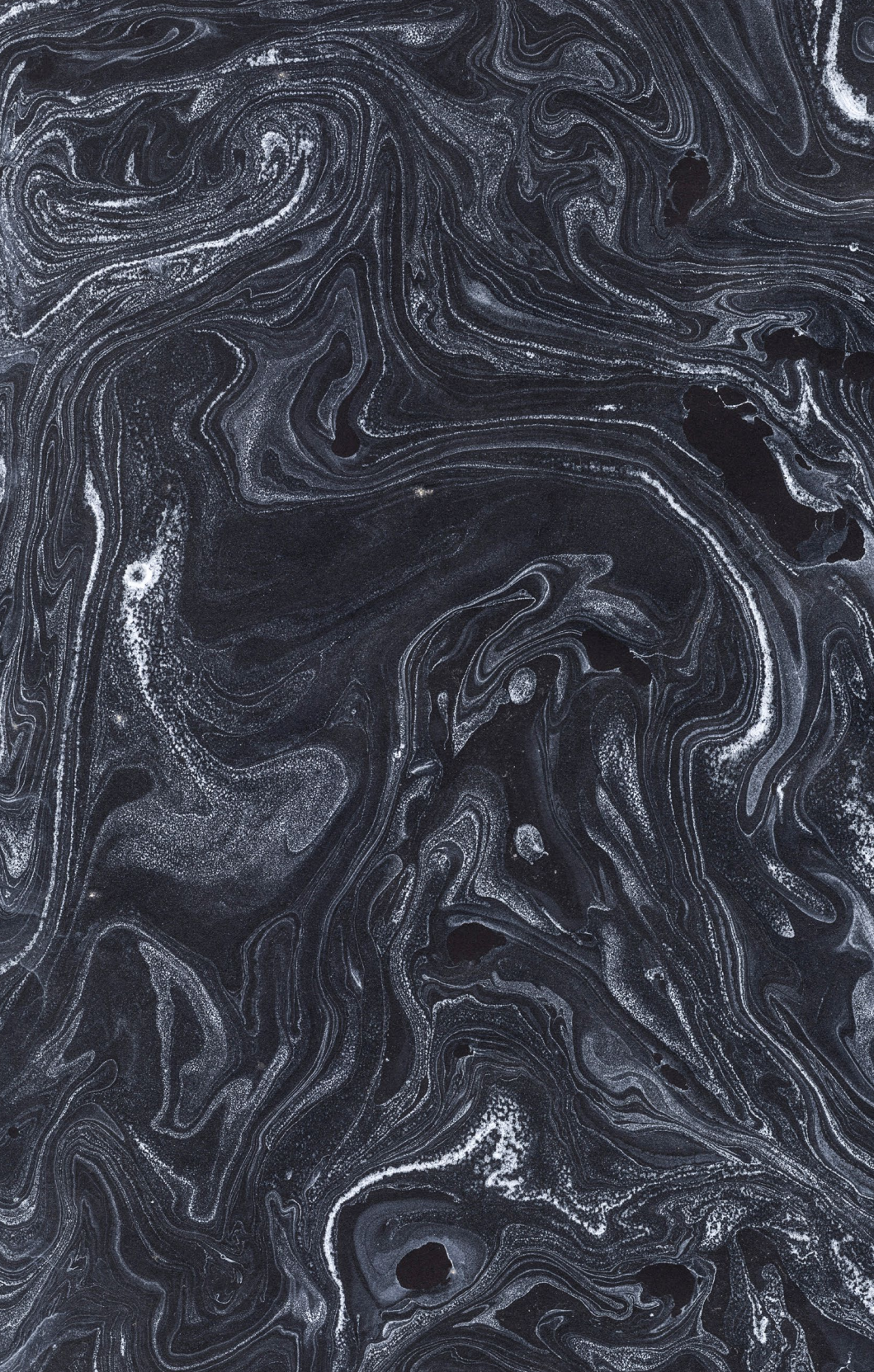
9 **Cabana do Monte Rosa – Suíça** 156

João Henrique Pereira de Albuquerque Borba

Lorena Maria Carvalho e Silva

Sarah Letícia Assis de Aquino

Sobre os organizadores 170



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

Há uma sabedoria ancestral que diz: “Conte-me e eu esquecerei. Mostre-me e eu poderei lembrar. Envolve-me e eu aprenderei.”

Entre 2022 e 2024, os professores José Edeson de Melo Siqueira e Jean-Baptiste Scharffhausen transformaram a disciplina de Geometria Descritiva em uma jornada imersiva que ultrapassou as salas de aula da Engenharia Civil. Eles conduziram um projeto de extensão inovador, unindo recursos digitais, indústria criativa e sustentabilidade. E, em todo o processo, acreditaram no protagonismo estudantil.

Por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas e artefatos *FiGiTAis*, os autores apresentaram uma abordagem vanguardista: para além do ensino da Geometria Descritiva, eles cultivavam nos alunos o desenvolvimento da imaginação digital; a materialização de suas criações, com a prototipagem de pontes e edificações marcantes; e a reflexão sobre o impacto socioeconômico dessas estruturas nas cidades.

Neste segundo livro, os autores ampliam essa proposta didática e mostram como estimular no estudante a consciência de seu papel social como futuro engenheiro. Ao enfrentar problemas urbanos complexos, o aluno exercita criatividade, rigor técnico, uso de tecnologias contemporâneas e compromisso com a sustentabilidade — incluindo, dessa vez, a exploração de materiais inovadores como bambu e biomateriais.

Aos estudantes foi dada a oportunidade de desenvolver uma percepção espacial aprofundada, essencial para atuar

em cenários de plantas digitais, realidade virtual e aumentada, já presentes no mercado. A experiência imersiva no espaço *maker* GREA3D, com uso de cortadora a laser, impressoras 3D, fresadora CNC e *softwares* CAD e GeoGebra, além de facilitar a aprendizagem, proporcionou visualização em escala real e precisão construtiva.

Imagino o quão instigante foi para os estudantes resolver problemas reais: eles construíram maquetes didáticas de alta qualidade com materiais reciclados, documentaram todo o processo com registros fotográficos e relatórios detalhados, constituíram um banco digital 3D e finalmente expuseram suas réplicas à comunidade acadêmica.

Jean-Baptiste Scharffhausen e José Edeson de Melo Siqueira traçaram uma viagem poética e cultural pelo Brasil e mundo afora na escolha das construções, entre dois temas centrais: telhados e estradas. No primeiro, edifícios icônicos como o Casarão da Várzea, a Casa da Música (Portugal), a Estação Ferroviária (SP) e a Cabana do Monte Rosa (Suíça) trouxeram um ar poético e cultural. No segundo, os estudantes projetaram soluções para estradas, integrando paisagismo, topografia, materiais sustentáveis, viabilidade estrutural e recuperação de ecossistemas, ou seja, um projeto completo e interdisciplinar!

Há um outro componente poderoso nesta vivência, ainda que sutil: o desenvolvimento de habilidades comportamentais no trabalho colaborativo, essencial para a realização de projetos complexos e de alto impacto social. O “aprender e realizar junto” gera um entusiasmo compartilhado que eleva a sensação de bem-estar e traz significado. Essa experiência foi tão envolvente que alguns alunos relataram que estavam prestes a desistir do curso até protagonizarem esse projeto.

Este livro é para todos que acreditam no poder transformador da extensão universitária e veem na construção coletiva um ato de esperança. É, sobretudo, um guia para educadores

que desejam renovar práticas tradicionais, incluindo metodologias que cativam estudantes e professores. Aqui, você encontrará um convite para se aventurar na educação — onde ensinar e aprender levam a pensamentos libertadores, a descobertas compartilhadas e ao encontro consigo, com o outro e com o mundo.

Liliane de Allan Fonseca

Coordenadora da Graduação
em Engenharia Civil (set. 2022 – ago. 2025)
Depto. de Engenharia Civil e Ambiental
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Integração de tecnologia, educação e sustentabilidade na indústria criativa e extensão universitária

José Edeson de Melo Siqueira¹

Jean-Baptiste Scharffhausen²

Introdução

A transformação digital visa fazer com que as empresas repensem 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 apenas de automatizar processos ou investir em tecnologias para resolver problemas específicos, mas de integrar o físico e o virtual, permitindo que toda a cadeia de valor seja medida, analisada e otimizada. Essa transformação, conhecida como Indústria 4.0, utiliza a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), automação e digitalização para otimizar processos industriais e educacionais. Um elemento central nesse processo é a sustentabilidade.

Na educação, a transformação digital se traduz na integração de tecnologias aos processos de ensino. Isso envolve a formação de professores em educação digital e a capacitação dos estudantes, preparando-os para um ambiente

1 Professor efetivo, Expressão Gráfica (UFPE).

2 Arquiteto e doutorando, Design (UFPE).

tecnológico e dinâmico. O projeto de extensão *Mosteiro de São Bento* constitui uma iniciativa nesse contexto. Ele busca aliar a preservação do patrimônio histórico à aplicação prática de conceitos de Geometria Descritiva e à utilização de materiais sustentáveis, fortalecendo o vínculo entre ensino, pesquisa e extensão.

Por meio do projeto, desenvolvemos pesquisas e atividades práticas que utilizam a fabricação digital e os espaços *maker* para a construção de maquetes do Mosteiro de São Bento. A iniciativa permite que alunos de Engenharia Civil e áreas afins utilizem tecnologias de modelagem digital e fabricação, ao mesmo tempo que contribuem para a preservação de um importante patrimônio histórico de Olinda. Essa abordagem prática visa gerar conhecimento, emprego e renda, promovendo o uso de materiais reciclados, como o plástico reutilizado na construção dos modelos.

O objetivo deste artigo foi analisar as atividades realizadas no âmbito do projeto, destacando sua importância na implementação da Política Nacional de Educação Digital (PNED) e na promoção de práticas sustentáveis. A seguir, tem-se uma análise de seu desenvolvimento sob a perspectiva da Indústria Criativa, considerando como essas ações integram a educação, a inovação e a sustentabilidade no contexto da formação profissional.

Educação no contexto da transformação digital, o poder criativo e a sustentabilidade na indústria criativa 4.0

Nesta seção, abordaremos a educação no contexto da transformação digital, a importância dos espaços de criação e experimentação “mão na massa” (*makerspaces*), o papel da Indústria Criativa e como o projeto conecta tecnologia à sustentabilidade e à preservação do patrimônio.

A transformação digital na educação implica a adoção de tecnologias para melhorar os processos de ensino, incluindo a formação de professores e estudantes, além da utilização de espaços de aprendizagem que promovem a criatividade e a inovação. Esses ambientes, como os laboratórios *maker*, oferecem oportunidades para que os alunos desenvolvam habilidades de modelagem, prototipagem e fabricação digital. No caso da referida ação extensionista, essas tecnologias são aplicadas à construção de maquetes utilizando materiais reciclados, permitindo a visualização prática dos conceitos de Geometria Descritiva e a preservação do patrimônio cultural.

A PNED - Lei nº 14.533/2023 (Brasil, 2023) reforça a importância de integrar competências digitais no ensino, priorizando o desenvolvimento de práticas que promovam o letramento digital e o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Nesse contexto, o projeto demonstra como a educação digital pode ser aplicada em projetos práticos, alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e ao fortalecimento da formação de estudantes para os desafios da Indústria 4.0.

Para a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), a educação deve desempenhar um papel na direção da inovação tecnológica e da transformação digital das sociedades. Nessa direção, os currículos devem apoiar professores e estudantes a agirem juntos sobre a tecnologia e ajudar a determinar como ela será utilizada e para quais propósitos (UNESCO, 2022). Ressaltamos que o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável para Educação de Qualidade (ODS 4) chama a atenção para o desenvolvimento tecnológico, a garantia do acesso dos alunos e o apoio a todos os professores a ensinar, usar e gerenciar a tecnologia de forma eficaz, entre outros aspectos.

Já o relatório de política para ciência da Comissão a Serviço da Ciência e do Conhecimento da União Europeia (*Joint*

Research Centre – JRC) destaca, para a área de aprendizagem, os espaços *maker* e o fazer como atividades que podem 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, como, por exemplo, por meio do fomento à economia criativa (Vuorikari; Ferrari; Punie, 2019).

Nesse contexto, o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação Profissional e Tecnológica (Setec) e de Educação Básica, estabeleceu ações para instalação de Laboratórios *maker* nos Institutos Federais, e de Laboratórios de Criatividade e Inovação para a Educação Básica (LABCRIE), em parceria com as secretarias estaduais de educação. Os Laboratórios de Fabricação Digital (FD)³ 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 alcance de estudantes e professores.

Dessa forma, a transformação digital aplicada à educação, como exemplificado pela iniciativa do projeto, destaca o potencial dos espaços *maker* e das tecnologias digitais para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. A integração de práticas digitais na formação de professores e alunos não apenas amplia o acesso ao conhecimento, mas também prepara os estudantes para os desafios contemporâneos da Indústria 4.0 e do mercado de trabalho. Ao combinar o ensino técnico com a preservação do patrimônio cultural e a sustentabilidade, o projeto evidencia como a educação pode ser um vetor de conscientização social, promovendo uma formação mais prática, inclusiva e alinhada aos Objetivos Globais de Desenvolvimento Sustentável.

3 Definição de FD por Pupo (2008).

Caso dos 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 poderia fortalecer as comunidades carentes (Niaros; Kostakis; Drechsler, 2017). O projeto, conhecido como “Laboratório de Fabricação Digital”, apresentava o mesmo propósito dos *makerspaces*, ou espaços *maker*: “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; Kostakis; Drechsler, 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 da resolução de problemas (abertos), com a utilização de ferramentas tecnológicas. Independentemente de ser um espaço fixo ou móvel, sua natureza será sempre de um trabalho colaborativo, podendo ocorrer dentro de uma escola, biblioteca ou instalação pública/privada separada, oferecendo inclusão tecnológica, 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. E, quanto às ferramentas de baixa tecnologia, normalmente se encontram materiais de papelaria, marcenaria e/ou costura. Vale ressaltar que o foco deve ser sempre o desenvolvimento das habilidades para a criação de um projeto (Webb, 2018).

No projeto, esses espaços foram essenciais para a fabricação das maquetes, utilizando placas de plástico reciclado e

outros materiais sustentáveis. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas em modelagem e prototipagem, ao mesmo tempo que reforça a importância da sustentabilidade e da preservação cultural.

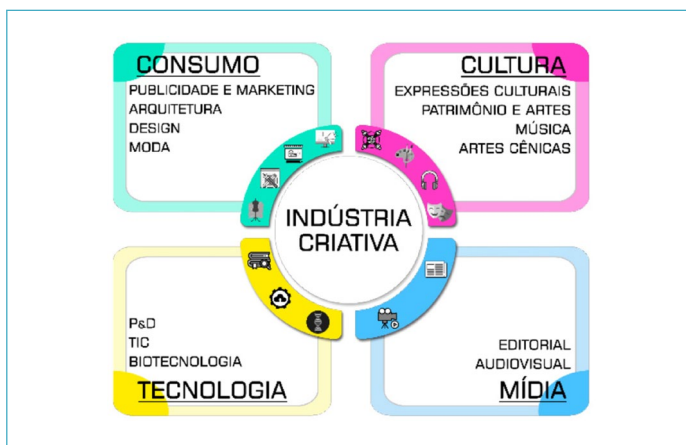
O poder criativo da indústria criativa e 4.0

O termo “Indústria Criativa” (IC) surgiu em 1994, na Austrália, quando foi utilizado em um relatório intitulado *Creative Nation: Commonwealth Cultural Policy*. Em 1997, 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 a intenção de reposicionar a economia britânica em um mundo globalmente competitivo. Desde então, a designação “Indústrias Criativas” se desenvolveu, expandindo-se para potenciais atividades comerciais que, até então, eram predominantemente consideradas em termos não econômicos (Oliveira; Araujo; Silva, 2013).

Quanto ao conceito de “Economia Criativa”, este pode ser considerado como um somatório das “Indústrias Criativas” (Dias; 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, por exemplo, livros, músicas 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, se constitui 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

FIGURA 1. Quatro áreas e treze segmentos da Indústria Criativa



Fonte: adaptado de FIRJAN (2022).

Nações Unidas declarou o ano de 2021 como o “Ano Internacional da Economia Criativa para o Desenvolvimento Sustentável”⁴. 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 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: 1) Consumo (Design, Arquitetura, Moda e Publicidade Marketing); 2) Mídias (Editorial e Audiovisual); 3) Cultura (Patrimônio e Artes, Música, Artes Cênicas e Expressões Culturais); e 4) Tecnologia

4 Tal implementação foi liderada pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), em consulta com a UNESCO e com outras agências relevantes da ONU.

(P&D⁵, Biotecnologia e TIC). O modal produtivo da criatividade mudou profundamente o cenário do trabalho e do emprego, criando um ecossistema de valor em que aquilo que as pessoas produzem enquanto indivíduos (seu trabalho e sua criação) faz parte de um ecossistema 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, no qual uma economia baseada no uso intensivo de capital e trabalho, e orientada para a produção em massa, cede gradualmente espaço a outra, baseada nos recursos intelectuais e na troca de conhecimentos (Bendassolli *et al.*, 2009). No contexto pós-pandemia da COVID-19⁶, 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 a 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 para os profissionais criativos. Em um futuro não tão distante, inovar será essencial não só para crescer, mas para existir, requerendo da população em idade ativa um perfil crítico-reflexivo, possuidor de ferramentas essenciais para identificar mudanças e aproveitar oportunidades, que busque soluções, formule perguntas e aponte tendências.

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

6 A COVID-19 é uma doença infectocontagiosa causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), do inglês *severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus 2*.

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).

As novas tecnologias de comunicação vêm mudando a maneira como as pessoas produzem, disseminam e consomem informação. As empresas passaram a acompanhar, em tempo real, processos produtivos, e o conceito de *everywhere-office* (“escritório em toda parte”), de Sánchez-Vergara, Orel e Capdevila (2023), tem feito com que partes relevantes das

FIGURA 2. Os nove pilares da Indústria 4.0



Fonte: OFM Systems (2025c).

atividades empresariais possam migrar para a nuvem, com funções implementadas ao alcance de um computador. Essas mudanças nas relações e no mundo do trabalho, geradas pelo impacto da tecnologia e pelos novos hábitos de consumo da sociedade, exigem novos arranjos e modelos para a formação de professores, dos estudantes da educação básica (principalmente para o ensino médio) ao ensino superior, e para cursos profissionalizantes.

Faz-se necessário assegurar aos adolescentes e jovens uma formação inclusiva e interdisciplinar, com estímulo à criatividade e à construção do conhecimento por meio de artefatos computacionais e digitais, em convergência com os avanços científicos e tecnológicos e com os novos modos de produção demandados pela Indústria Criativa e pela Indústria 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. A tecnologia 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 docentes e estar atenta às dinâmicas comerciais da indústria do conhecimento tecnológico.

A Indústria Criativa é uma área que integra conhecimento, inovação e criatividade para gerar valor econômico e social. No Brasil, as iniciativas de preservação do patrimônio histórico, como o “Projeto de Extensão Mosteiro de São Bento”,

também fazem parte desse ecossistema, ao unir arte, cultura e tecnologia. O projeto promove a reutilização de materiais e a fabricação digital, alinhando-se aos princípios da economia circular e da sustentabilidade, essenciais para a nova era da Indústria 4.0. O uso de tecnologias de fabricação digital no projeto possibilita que os estudantes desenvolvam soluções criativas para a preservação do patrimônio, ao mesmo tempo que exploram novas formas de expressão gráfica e design arquitetônico. Essas atividades, além de desenvolverem competências técnicas, promovem a valorização da história e da cultura local.

A sustentabilidade na indústria criativa

A sustentabilidade está na base de estratégias voltadas ao desenvolvimento focado na Indústria Criativa, o que implica compreender 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, bem como na obtenção de programas sustentáveis (Reis, 2007). Nesse sentido, faz-se necessário fortalecer a responsabilização e constituição de valores éticos, assim como repensar formas 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; Romeiro, 2001).

Adotar a Indústria Criativa como vetor de desenvolvimento significa 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 qualificação profissional, bem como da geração de oportunidades de trabalho e renda. A implementação de políticas coerentes de educação digital, aliada à Indústria

Criativa, que tem como sustentáculo a criatividade, entre outros componentes, é crítica para que, no longo prazo, se alcance um desenvolvimento economicamente sustentável.

A sustentabilidade é um dos pilares do “Projeto de Extensão Mosteiro de São Bento”, que visa reutilizar plásticos reciclados na construção de elementos arquitetônicos das maquetes. Essa iniciativa contribui para a preservação ambiental e para a conscientização dos estudantes sobre o uso responsável de materiais. A prática de reciclagem aplicada ao projeto é um exemplo de como a educação pode ser um motor de mudanças sociais, incentivando o desenvolvimento de soluções criativas para os desafios ambientais atuais.

Ao adotar práticas sustentáveis, o projeto se alinha a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, como o ODS II (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis). A proposta de integrar sustentabilidade à educação digital e à Indústria Criativa é fundamental para formar profissionais capacitados a enfrentar os desafios do futuro, com uma visão crítica e comprometida com o meio ambiente.

Projeto de Extensão Mosteiro de São Bento

O “Projeto de Extensão Mosteiro de São Bento” é uma iniciativa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), desenvolvida em parceria com o Departamento de Engenharia Civil e com o suporte do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (GREA3D). O foco principal do projeto é a aplicação prática de conceitos de Geometria Descritiva, por meio da construção de maquetes físicas do Mosteiro de São Bento, em Olinda (Figuras 3 e 4).

A escolha do mosteiro foi motivada por sua importância histórica e cultural, sendo um dos marcos arquitetônicos mais antigos e representativos do período colonial brasileiro,

FIGURA 3. Fotografia aérea do mosteiro



Fonte: Google Earth (202-).

FIGURA 4. Fotografia da fachada principal e do acesso ao mosteiro de São Bento



Fonte: Drone-PE (202-).

conforme registro da UNESCO *World Heritage Centre*. O projeto integra estudantes de Engenharia Civil na reprodução detalhada de elementos arquitetônicos do mosteiro, utilizando tecnologia de modelagem e fabricação digital. O desenvolvimento das maquetes é realizado com materiais sustentáveis, como plástico reciclado, buscando combinar a preservação do patrimônio histórico às práticas de sustentabilidade e inovação.

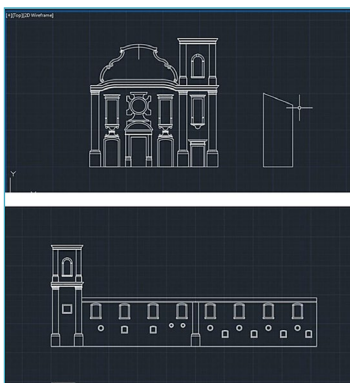
Metodologia do Projeto de Extensão Mosteiro de São Bento

A metodologia do projeto de extensão foi estruturada para integrar conhecimentos teóricos de Geometria Descritiva com práticas de fabricação digital e preservação do patrimônio histórico tombado. A abordagem adotada foi dividida em etapas que envolveram desde o levantamento de dados históricos até a produção das maquetes, utilizando materiais reciclados e tecnologias avançadas de modelagem.

A primeira etapa do projeto consistiu em um estudo aprofundado sobre a história do Mosteiro de São Bento, em Olinda, com o objetivo de garantir a fidelidade dos detalhes arquitetônicos nas maquetes. Para isso, os estudantes realizaram pesquisas bibliográficas, consultaram acervos de instituições como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e participaram de visitas guiadas ao mosteiro. Estas visitas permitiram o registro fotográfico de detalhes construtivos e a obtenção de informações sobre as características arquitetônicas da edificação.

Com base nos dados obtidos na etapa de levantamento, os estudantes desenvolveram modelos digitais tridimensionais do Mosteiro de São Bento utilizando *softwares* especializados, como AutoCAD (Autodesk) e SketchUp (Trimble). A modelagem incluiu a criação de plantas baixas, vistas frontais e laterais,

FIGURA 5. Desenhos de fachadas feitas com Autocad



Fonte: arquivos do projeto (2023).

FIGURA 6. Modelagem 3D da parte superior do campanário do Mosteiro de São Bento



Fonte: arquivos do projeto (2023).

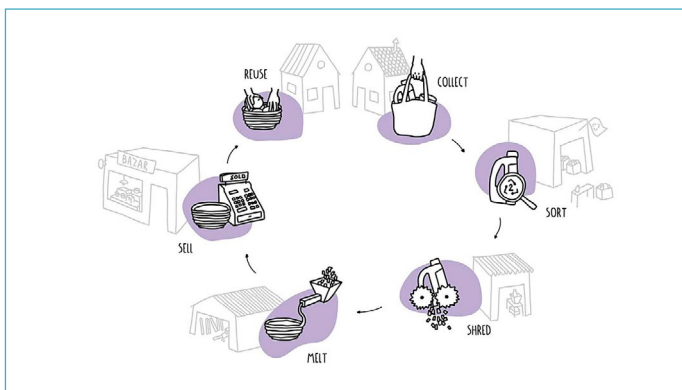
além de detalhes das estruturas arquitetônicas, como o telhado colonial e o campanário. Esses modelos digitais foram fundamentais para a construção de representações precisas e proporcionaram aos estudantes a oportunidade de aplicar conceitos de Geometria Descritiva na prática (Figuras 5 e 6).

Após a modelagem digital, as peças das maquetes foram produzidas por meio de processos de fabricação digital. Utilizando os laboratórios do Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (GREA3D) da UFPE, os estudantes empregaram ferramentas como impressoras 3D e cortadoras a laser para criar os elementos que compõem as maquetes. A produção foi realizada em diferentes etapas, que incluíram a impressão de peças complexas, como o campanário, e o corte de placas de plástico reciclado para as portas e janelas do mosteiro.

A metodologia do projeto incorporou a sustentabilidade como princípio fundamental, com a reutilização de plástico reciclado do tipo PP5 na construção das maquetes. Esse material foi coletado, triturado, pesado e transformado em placas por meio de prensagem térmica. As placas resultantes

foram cortadas com precisão utilizando a cortadora a laser para criar componentes como portas, janelas e outros detalhes da fachada do mosteiro (Figuras 7 e 8). A adoção de plástico reciclado não apenas reduziu o impacto ambiental do projeto, mas também serviu como experiência prática de conscientização para os estudantes.

FIGURA 7. Ciclo do conceito de reciclagem



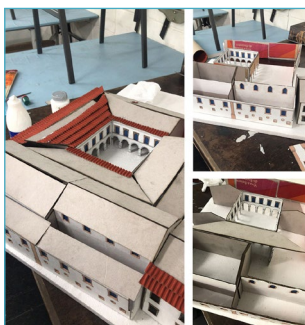
Fonte: Precious Plastic Foundation (20--).

FIGURA 8. Placa feita com plásticos reciclados (tampas de garrafas) no Precious Plastic UFPE utilizada para diversos elementos específicos da maquete do Mosteiro



Fonte: arquivo do projeto (2023).

FIGURA 9. Montagem e ajuste das peças cortadas e impressas



Fonte: arquivo do projeto (2023).

FIGURA 10. Vistas da montagem finalizada



Fonte: arquivo do projeto (2023).

Após a produção das peças, a etapa de montagem das maquetes foi realizada no laboratório, onde os estudantes reuniram as diferentes partes do Mosteiro de São Bento em uma representação física detalhada. A montagem envolveu o ajuste das peças cortadas e impressas, garantindo que os modelos seguissem as proporções e os detalhes obtidos nas etapas de levantamento e modelagem digital (Figura 9). Essa fase exigiu atenção aos detalhes e precisão na aplicação dos conceitos de geometria espacial para assegurar a fidelidade das maquetes em relação ao edifício original (Figura 10).

Para garantir a continuidade do projeto e permitir que outros alunos pudessem utilizar os dados e modelos produzidos, todas as etapas foram devidamente documentadas. Essa documentação incluiu registros fotográficos, relatórios de progresso e a criação de um banco de dados digital com os modelos 3D e as especificações das peças produzidas. Ao final do projeto, os resultados foram apresentados em eventos acadêmicos e utilizados como materiais didáticos na disciplina de Geometria Descritiva, além de serem disponibilizados para a comunidade universitária e parceiros externos (Figura 11).

FIGURA 11. Fotografias de participações em eventos da UFPE e apresentações detalhadas interturmas



Fonte: os autores (2023).

Como parte do compromisso com a preservação do patrimônio cultural, o projeto promoveu atividades de sensibilização e conscientização junto à comunidade de Olinda e à população acadêmica. Isso incluiu palestras e visitas guiadas ao mosteiro, nas quais os alunos puderam compartilhar seus conhecimentos sobre a história e a arquitetura do edifício, bem como apresentar as maquetes como instrumentos de educação patrimonial. Essas atividades ajudaram a fortalecer o vínculo entre a universidade e a comunidade local, promovendo a valorização do patrimônio histórico.

A metodologia do projeto demonstrou uma abordagem integrada e prática, que uniu conhecimentos acadêmicos à aplicação de tecnologias de ponta em benefício da preservação cultural. Cada etapa do projeto, desde o levantamento histórico até a prototipagem e montagem das maquetes, foi cuidadosamente planejada para garantir a fidelidade das representações e o envolvimento dos estudantes em atividades que mesclam teoria e prática.

A incorporação de materiais reciclados e o uso de fabricação digital reforçaram o compromisso com a sustentabilidade, proporcionando uma formação técnica e ambientalmente consciente. Além disso, a documentação sistemática e a

interação com a comunidade destacam o caráter extensionista do projeto, assegurando que o conhecimento gerado seja compartilhado e aproveitado por futuras gerações de alunos e pela sociedade.

Essa metodologia reafirma a importância da extensão universitária como elo entre a academia e o contexto social, ao promover a valorização do patrimônio histórico e o engajamento dos estudantes em práticas inovadoras.

O projeto *Mosteiro de São Bento* caracteriza-se como uma ação extensionista por sua capacidade de conectar o conhecimento acadêmico às demandas sociais e culturais da comunidade, promovendo a integração entre universidade e sociedade. As ações desenvolvidas no projeto vão além do ambiente de sala de aula, trazendo benefícios diretos à preservação do patrimônio histórico de Olinda e ao fortalecimento do compromisso social da UFPE.

A extensão universitária tem como princípio a aplicação dos conhecimentos produzidos no ambiente acadêmico em práticas que contribuam para o desenvolvimento social, cultural e econômico das comunidades. No caso da ação extensionista, essa proposta é concretizada ao articular a preservação do patrimônio histórico com a formação dos estudantes em Engenharia Civil, utilizando tecnologias de fabricação digital e práticas de sustentabilidade. Ao realizar um estudo aprofundado da história do Mosteiro e reproduzir elementos arquitetônicos do edifício em maquetes detalhadas, o projeto propõe valorizar e difundir sua importância como bem cultural significativo para a cidade de Olinda e para o Brasil.

A atuação extensionista do projeto é justificada por sua contribuição ao desenvolvimento regional, ao promover a conscientização sobre a preservação do patrimônio histórico entre estudantes e a comunidade local. As visitas guiadas ao Mosteiro, as atividades de sensibilização sobre sua importância cultural e as palestras realizadas por estudantes

e professores têm como objetivo ampliar o entendimento da sociedade sobre a relevância da preservação de espaços históricos, fortalecendo o vínculo entre a população e seu patrimônio cultural.

Além disso, o projeto adota práticas sustentáveis, como a reutilização de plásticos reciclados na construção de maquetes, alinhando-se a agendas contemporâneas de responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável. Essa abordagem demonstra como a extensão universitária pode ser um meio eficaz de promover a sustentabilidade e conscientizar a comunidade acadêmica e local sobre a importância da economia circular e da redução de resíduos. Ao aplicar esses conceitos de forma prática, o projeto contribui para a formação de futuros engenheiros conscientes de seu papel social e ambiental.

A interdisciplinaridade do projeto é outro ponto que reforça sua natureza extensionista, pois integra conhecimentos de Geometria Descritiva, História, Arquitetura e Engenharia Civil, além de utilizar tecnologias de modelagem e prototipagem. Isso permite que os estudantes desenvolvam uma visão ampla e integrada, necessária para lidar com os desafios complexos da preservação do patrimônio histórico em um contexto de inovação tecnológica. Essa integração de saberes também facilita a criação de soluções que atendam tanto às demandas acadêmicas quanto às necessidades da sociedade.

Portanto, o “Projeto de Extensão Mosteiro de São Bento” posiciona-se como uma ação extensionista exemplar ao promover a interação entre a UFPE e a comunidade de Olin-da, preservando a memória cultural da região e utilizando a educação como instrumento de transformação social. Sua proposta de unir preservação do patrimônio, sustentabilidade e inovação tecnológica evidencia o potencial da extensão universitária para gerar impacto positivo na sociedade, ao mesmo tempo que proporciona aos estudantes uma formação prática e engajada.

Resultados e produtos do projeto

Os resultados alcançados pelo projeto podem ser agrupados em diferentes áreas de impacto. Os alunos envolvidos no projeto aprofundaram seus conhecimentos em Geometria Descritiva e fabricação digital. A experiência prática contribuiu para o desenvolvimento de habilidades em modelagem 3D, prototipagem e produção de maquetes, competências que são fundamentais para a formação de engenheiros civis e arquitetos.

Quanto às maquetes produzidas no projeto, foram utilizadas como modelos didáticos para o estudo da arquitetura colonial brasileira e como instrumentos de divulgação da importância histórica do Mosteiro de São Bento. As peças produzidas se destacam pela precisão nos detalhes e pela incorporação de materiais reciclados, sendo um exemplo de como a fabricação digital pode ser aliada à preservação do patrimônio. A reutilização de plástico reciclado na produção dessas maquetes reforça o compromisso do projeto com a sustentabilidade. Esse aspecto foi fundamental para a conscientização dos alunos sobre o impacto ambiental dos resíduos e sobre as possibilidades de reutilização de materiais em contextos acadêmicos e profissionais.

De modo geral, o projeto promoveu visitas ao mosteiro e atividades de sensibilização voltadas à preservação do patrimônio histórico, aproximando a comunidade local do processo de construção e valorização de sua própria história.

Os resultados e produtos destacam a relevância de iniciativas que aliam ensino, prática e responsabilidade social, promovendo um impacto significativo tanto na formação acadêmica dos estudantes quanto na preservação do patrimônio cultural.

A produção de maquetes de alta qualidade, associada ao uso de materiais reciclados, evidencia o potencial da fabricação digital para criar soluções sustentáveis e inovadoras.

Além disso, o engajamento da comunidade e a valorização da história local reforçam o papel da universidade como agente de transformação social, integrando conhecimento técnico e compromisso ambiental. Esse conjunto de ações comprova o sucesso do projeto em proporcionar uma formação mais completa e em criar laços entre a academia e a sociedade, contribuindo para um desenvolvimento mais consciente e sustentável.

Considerações finais

O projeto de extensão *Mosteiro de São Bento* é um exemplo de como a fabricação digital pode ser utilizada para fins educacionais e de preservação cultural. As tecnologias de modelagem e prototipagem rápida permitiram a criação de maquetes detalhadas e precisas, ao mesmo tempo em que ampliaram a compreensão dos estudantes sobre a aplicação prática dos conceitos de Geometria Descritiva.

A utilização de plástico reciclado no processo destaca o compromisso com a sustentabilidade, mostrando que é possível integrar práticas de reutilização de resíduos a projetos acadêmicos. Essa abordagem não apenas diminui a quantidade de resíduos plásticos descartados, mas também demonstra aos alunos a importância de adotar uma postura ambientalmente responsável em seus futuros projetos de engenharia.

Além disso, o projeto se insere no contexto da Economia Criativa, ao combinar arte, design e inovação tecnológica na produção de maquetes que valorizam o patrimônio cultural. A fabricação digital, quando aliada à sustentabilidade e à preservação histórica, amplia as possibilidades de desenvolvimento de novos produtos e serviços, como peças educativas, réplicas para exposições e modelos para estudos arquitetônicos.

A experiência com o projeto, de modo geral, evidencia a importância de projetos de extensão universitária que integram

ensino, pesquisa e inovação, proporcionando aos alunos uma formação que vai além da sala de aula. A combinação de técnicas tradicionais de Geometria Descritiva com ferramentas de ponta em fabricação digital oferece uma perspectiva ampla sobre o papel da engenharia e da arquitetura na preservação da memória histórica e no desenvolvimento sustentável.

Referências

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/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BRASIL. *Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023*. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nº 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: Presidência da República, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14533.htm. Acesso em: 3 ago. 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://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1313367>. Acesso em: 3 ago. 2025.

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/xmC8ws4zyvLHFVvjyBCzWWN/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

FIRJAN. *Mapeamento da indústria criativa no Brasil*. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2022.

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

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

NIAROS, V.; KOSTAKIS, V.; DRECHSLER, W. Making (in) the smart city: the emergence of makerspaces. *Telematics and Informatics*, [S. l.], v. 34, n. 7,

p. 1143-1152, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585316306980?via%3Dihub>. Acesso em: 30 set. 2025.

OLIVEIRA, J. M.; ARAUJO, B. C.; SILVA, L. V. *Panorama da economia criativa no Brasil*. Rio de Janeiro: Ipea, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/aa1acc7b-f165-4954-a575-3da3f2240680/content>. Acesso em: 3 ago. 2025.

PINTO, S. L. U.; TEIXEIRA, C. S. *FAB LABS: alinhamento conceitual*. Florianópolis: Perse, 2017. *E-book*.

PUPO, R. T. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. *Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, v. 1, n. 3, p. 1-19, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307779593_Ensino_da_prototipagem_rapida_e_fabricacao_digital_para_arquitetura_e_construcao_no_Brasil_definicoes_e_estado_da_arte. Acesso em: 4 ago. 2025.

REIS, A. C. F. *Economia da cultura e desenvolvimento sustentável: o caleidoscópio da cultura*. Barueri: Manole, 2007.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade? *Texto para Discussão*, Campinas, n. 102, p. 1-28, 2001. Disponível em: <https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/1732/texto102.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2025.

SÁNCHEZ-VERGARA, J. I.; OREL, M.; CAPDEVILA, I. “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: 4 ago. 2025.

UNESCO. *Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação*. Brasília, DF: UNESCO; Boadilla del Monte (Fundación SM), 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381_por. Acesso em: 4 ago. 2025.

VUORIKARI, R.; FERRARI, A.; PUNIE, Y. *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/bitstream/JRC117481/makerspaces_2034_education.pdf. Acesso em: 3 ago. 2025.

WEBB, K. K. *Development of creative spaces in academic libraries: a decision maker's guide*. Hull: Chandos Publishing, 2018.

Integração entre os artefatos FiGiTAis e o desenvolvimento sustentável na disciplina de Geometria Descritiva no curso de Engenharia Civil

Jean-Baptiste Scharffhausen¹

José Edeson de Melo Siqueira²

Introdução

O aprendizado humano na contemporaneidade não pode ser separado da interação com ambientes digitais e sociais. O conceito de “FiGiTAI”, que une o físico, o digital e o social, reflete essa realidade, em que o aprendizado ocorre em múltiplos espaços e é mediado por diversas tecnologias. A abordagem FiGiTAI facilita a criação de experiências educacionais híbridas que estimulam o desenvolvimento de esquemas complexos, combinando a prática com a teoria, a interação direta com os artefatos e a troca de conhecimento em comunidades de aprendizado.

Esses ambientes interativos e colaborativos são fundamentais para o desenvolvimento de competências do século XXI, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de trabalhar em equipe. Ao combinar os aspectos físicos (como atividades práticas e uso de artefatos), os digitais (plataformas e jogos digitais) e os sociais (comunicação

1 Arquiteto e doutorando, Design (UFPE).

2 Professor efetivo, Expressão Gráfica (UFPE).

e interação em redes), o aprendizado FiGItAl promove uma forma mais holística de adquirir e aplicar conhecimentos.

Essas referências ajudam a construir uma visão integrada do aprendizado humano, considerando a evolução dos conceitos desde a filosofia e a sociologia até as práticas educativas contemporâneas. Elas fornecem uma base sólida para compreender como o aprendizado ocorre por meio da interação contínua entre o físico, o digital e o social, bem como o papel dos artefatos e dos esquemas mentais nesse processo.

A educação do século XXI está em constante evolução e rápida transformação, a fim de atender às necessidades em mudança da sociedade, bem como às dos estudantes que, em breve, terão um papel ativo devido à sua inserção profissional. No contexto atual, a combinação dos processos de aprendizagem que integram o físico, o digital e o social, mostra-se como um método que integra o ensino tradicional em sala de aula ao aprendizado e à prática por meio de artefatos digitais. Dessa forma, a metodologia utilizada na disciplina de Geometria Descritiva 2 (GD2) para a Engenharia Civil (CTG – UFPE) oferece aos estudantes uma experiência de aprendizado mais individualizada, flexível e envolvente. Essa abordagem é especialmente positiva em cursos de Engenharia Civil em nível universitário, nos quais a integração de diversos artefatos digitais, a prototipagem rápida e os métodos de ensino tradicionais podem levar os estudantes de Engenharia Civil a melhorarem significativamente seu desempenho na aquisição de conhecimento acadêmico, bem como em seu engajamento e motivação frente aos desafios modernos e futuros da área (Elia, c2025).

Mas o uso do FiGItAl também deve estar associado às questões de desenvolvimento sustentável. A formação em Engenharia Civil, portanto, deve incorporar esses parâmetros essenciais de sustentabilidade para as sociedades presentes e futuras, a fim de enfrentar desafios globais como as

mudanças climáticas, a escassez de recursos, a artificialização e a crescente urbanização, por exemplo. É com respeito a esses objetivos fundamentais que a disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil integra e desenvolve projetos selecionados com base em temas específicos, visando preparar melhor os estudantes para desenvolverem soluções responsáveis, virtuosas, inovadoras e resilientes.

Sobre o uso do FiGItAI em Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva, que trata da representação de objetos de um espaço tridimensional em um espaço bidimensional, é crucial para compreender as relações entre espacialidade e representatividade por meio do desenho técnico, em todas as áreas da criatividade destinadas a se materializar na dimensão do real. No contexto do ensino de Geometria Descritiva em Engenharia Civil, os estudantes geralmente enfrentam dificuldades de assimilação e uso corrente. Um dos principais problemas é a dificuldade inerente em visualizar e compreender relações espaciais complexas e conceitos geométricos, que podem ser abstratos e não intuitivos para muitos aprendizes. A Geometria Descritiva frequentemente exige que os estudantes interpretem e construam várias vistas e projeções ortogonais de objetos tridimensionais, uma tarefa mentalmente exigente e sujeita a erros, muitas vezes impossíveis de serem verificados pelo próprio estudante (Balajti, 2023).

O objetivo do uso da metodologia FiGItAI aplica-se precisamente a essa problemática de assimilação, compreensão e prática da Geometria Descritiva. Esse método permite que o estudante verifique, a qualquer momento, a exatidão de sua produção geométrica e identifique as dificuldades e imprecisões a serem corrigidas e reestudadas. No contexto da sociedade contemporânea, há uma motivação para explorar novos modos de ensino que ampliem o significado e o

alcance dessa disciplina central, pois a Geometria Descritiva organiza o principal meio de comunicação entre a Engenharia Civil e todos os outros atores essenciais no processo de construção: o desenho técnico. A integração dos conceitos de Geometria Descritiva no programa de Engenharia Civil exige uma nova abordagem multifacetada, que inclui a aplicação de métodos de ensino tanto tradicionais quanto modernos (Siqueira; Scharffhausen, 2024).

Melhoria da experiência de aprendizagem por meio do uso do FiGiTAI

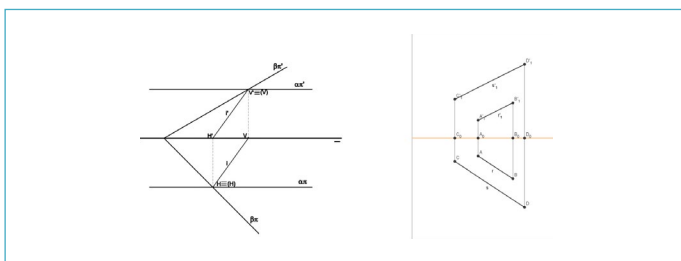
O ensino de Geometria Descritiva, baseado no estudo de casos reais de concepção e construção com uma metodologia FiGiTAI, parece ser frutífero para os estudantes. Trata-se, portanto, de combinar ambientes de aprendizagem físicos e digitais para criar uma experiência educacional mais interativa e cada vez mais imersiva. Esse modelo educacional híbrido facilita uma compreensão mais aprofundada dos princípios de engenharia e incentiva as habilidades colaborativas dos estudantes, que demonstram melhorias notáveis em suas capacidades de resolução de problemas e gestão de projetos (Krogsbøll; Christensen; Hussmann, 2010). As metodologias de aprendizado FiGiTAI apresentaram melhorias significativas nos resultados dos estudantes em cursos de Engenharia Civil. A abordagem permitiu observar um engajamento acentuado e uma compreensão ampliada por parte dos estudantes, tornando os conceitos teóricos mais concretos e fáceis de entender (Singh, 2024).

A integração da aprendizagem FiGiTAI na Geometria Descritiva para a Engenharia Civil

Uma das primeiras etapas do aprendizado por meio do FiGiTAI é o uso de aplicativos ou *softwares* de informática

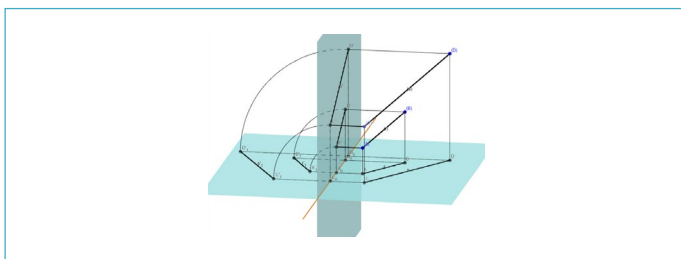
especializados em geometria dinâmica, adaptados para o ensino de Geometria Descritiva, como o *software* GeoGebra, que foi utilizado ao longo da disciplina (Figuras 1 e 2). Esses *softwares* de geometria em tempo real ajudam os estudantes a praticarem e compreenderem de maneira dinâmica, simultaneamente em 2D e em 3D, todas as operações permitidas pela Geometria Descritiva, ilimitadas, por definição, no âmbito da geometria euclidiana. Além disso, esses artefatos digitais de geometria dinâmica oferecem a possibilidade de iniciar a modelagem 3D, permitindo que os estudantes visualizem e manipulem entidades geométricas, reforçando, assim, sua compreensão dos conceitos teóricos. Cronologicamente,

FIGURA 1. Épura 2D como representação clássica em Geometria Descritiva



Fonte: Cruz; Amaral (2012).

FIGURA 2. Geometria Descritiva dinâmica com o *software* GeoGebra (vistas dinâmicas e simultâneas em épura 2D e vistas axonométricas em 3D)

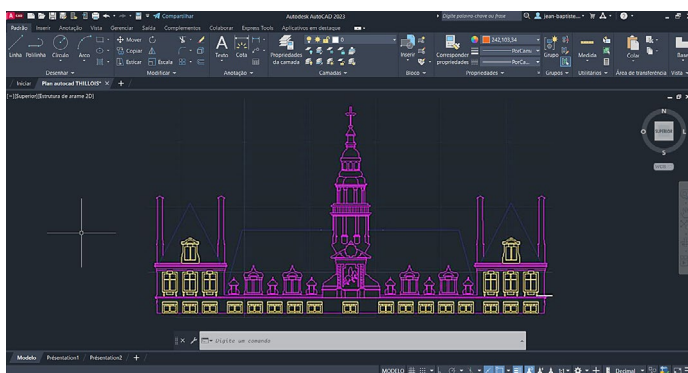


Fonte: Cruz; Amaral (2012).

após a fase clássica e introdutória do aprendizado teórico, essa primeira integração dos artefatos digitais no programa garante que os estudantes não apenas aprendam os princípios da Geometria Descritiva, mas também adquiram suas primeiras habilidades práticas em representação espacial digital, aplicáveis diretamente às diversas tarefas de representação na Engenharia Civil.

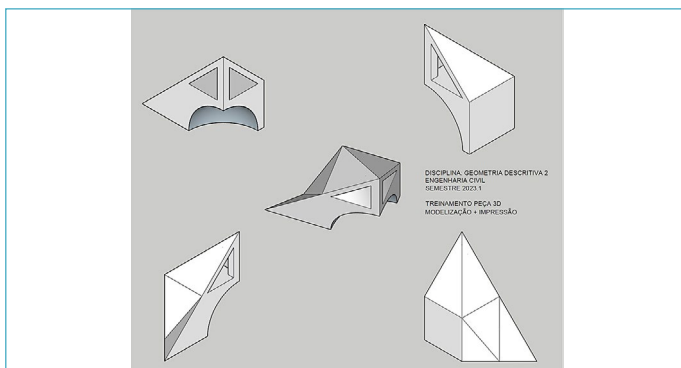
Em um segundo momento da inserção do digital na disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil, são utilizados os *softwares* de Concepção Assistida por Computador (CAD - *Computer Aided Design*). O CAD oferece funcionalidades profissionais para a realização de projeções ortográficas e a extração de vistas em Verdadeiras Grandezas (vg) (Figura 3), assim como para a modelagem em 3D, visíveis em perspectivas oblíquas (Figura 4). Ao fornecer elementos visuais e interativos eficazes e profissionais, os artefatos do CAD permitem que os estudantes compreendam melhor os conceitos geométricos complexos e desenvolvam suas habilidades de raciocínio espacial (Ravé; Jiménez-Horneiro, 2024). Esses artefatos também facilitam uma experiência

FIGURA 3. Estudo da parte superior da fachada principal da Prefeitura de Reims (França) com o *software* AUTOCAD (AUTODESK)



Fonte: arquivo do grupo do projeto Reims (2022).

FIGURA 4. Vistas axonométricas de um objeto de treinamento para a modelagem 3D com o software SketchUp (TRIMBLE).



Fonte: os autores (2023).

de aprendizado mais envolvente e menos suscetível a erros, respondendo, assim, de forma adequada a alguns dos desafios tradicionais da educação em Geometria Descritiva. Por outro lado, ao acessar esses artefatos profissionais de representação gráfica durante o desenvolvimento da disciplina, os estudantes adquirem habilidades complementares e preparatórias para os instrumentos que utilizarão ao ingressar na vida profissional.

Ao final do processo de desenvolvimento dos projetos estudados com o auxílio do CAD, chega-se à fase de realização no mundo real, por meio de artefatos de prototipagem rápida que transcrevem para a matéria todos os desenhos em 2D e em 3D realizados com *softwares* de desenho técnico e modelagem. Todos os estudos estão, portanto, direcionados a se tornarem maquetes físicas, em uma escala predeterminada, impressas em 3D, cortadas a laser ou provenientes do fresamento (CNC) (Figuras 5 a 7). Em alguns casos, quando pertinente, a maquete pode também ser o resultado da combinação de várias dessas técnicas, o que obriga o estudante a planejar, com antecedência, o sequenciamento dos

diferentes métodos de execução próprios de cada máquina de prototipagem.

A execução precisa das peças a serem montadas por esses sistemas de prototipagem rápida oferece um retorno imediato ao estudante sobre o rigor do estudo de Geometria Descritiva realizado anteriormente, permitindo-lhe autoavaliar-se em relação ao seu próprio trabalho e, conseqüentemente, à sua boa compreensão da disciplina.

Ao longo da evolução do uso do FiGiTaI na disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil, novas técnicas digitais foram incorporadas, como o uso da Realidade Aumentada. Essa técnica, de caráter imersivo, impõe aos estudantes um esforço adicional quanto à qualidade de acabamento da modelagem computacional em 3D, mas dispensa a materialização do estudo no mundo real, uma vez que o resultado só é visível por meio de um suporte digital (computador, tablet ou celular), que sobrepõe o objeto de estudo em seu ambiente real imediato. A economia de material proporcionada por essa tecnologia permite relacioná-la ao tema do desenvolvimento sustentável, que será abordado neste capítulo.

FIGURA 5.
Impressora 3D



Fonte: Laboratório Grea3D UFPE (2023).

FIGURA 6.
Cortadora a laser3D



Fonte: Laboratório Grea3D UFPE (2023).

FIGURA 7.
Fresadora CNC



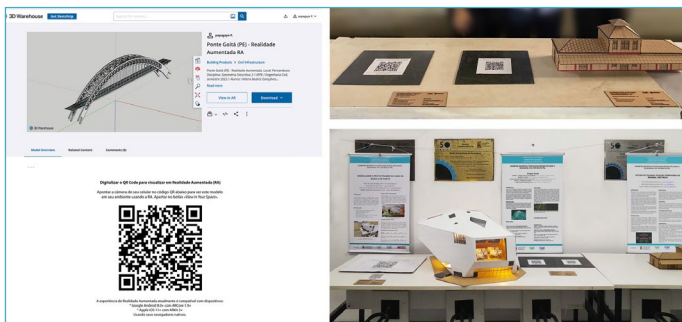
Fonte: Usinagem 3D ([20--]).

Perspectivas futuras dos artefatos FiGitAis: as diversas realidades

Nos próximos anos, a integração de artefatos FiGitAis no ensino de Engenharia Civil deve evoluir de maneira significativa, impulsionada pelos avanços tecnológicos imersivos e por sistemas de aprendizagem aprimorados (Ghanbaripour *et al.*, 2024). Esses artefatos, que combinam elementos físicos e digitais, tendem a aperfeiçoar os métodos de ensino e enriquecer as experiências de aprendizagem, criando ambientes educacionais mais interativos e envolventes. Tal evolução atenderá de forma ainda mais eficaz às exigências do mundo profissional e às aplicações práticas da área, ao mesmo tempo em que reforçará a estratégia de desenvolvimento de competências complementares dos estudantes, ampliando, assim, seus conhecimentos e sua empregabilidade.

Pesquisas realizadas nesse campo indicam que os ambientes de aprendizagem imersivos tornar-se-ão, em breve, cada vez mais comuns, oferecendo aos estudantes simulações realistas de cenários concretos da Engenharia Civil. Esses ambientes, voltados para o ensino da Geometria Descritiva e de seus métodos de representação, podem aumentar consideravelmente o engajamento e a compreensão dos estudantes, permitindo-lhes visualizar conceitos cada vez mais complexos e realizar tarefas práticas em um ambiente controlado e isento de riscos (Moon *et al.*, 2023). É com esse objetivo que a incorporação de tecnologias como simulação em tempo real e em tempo diferido, Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) (Figura 8) deve constituir um tema crucial no desenvolvimento contínuo do aprendizado da Geometria Descritiva em Engenharia Civil.

FIGURA 8. Uso da Realidade Aumentada (RA) para o projeto do grupo Ponte sobre o Rio Goitá - 1, GD2



Fonte: os autores (2024).

Nota: A ponte modelada em 3D e visualização através do QR code. O projeto é visível depois dos escaneamentos dos QR codes da ponte, na exposição geral da disciplina de GD2, nos halls de entrada do CAC e do CTG - UFPE.

Perspectivas futuras dos artefatos FiGitaIs: a inteligência artificial (IA)

Os avanços nos artefatos FiGitaIs também devem preencher gradualmente as lacunas da pesquisa existente, propondo soluções inovadoras para desafios educacionais de longa data. À medida que o campo continua a evoluir, essas integrações tecnológicas provavelmente desempenharão um papel central na formação da próxima geração de engenheiros civis, tornando-os mais adaptáveis e competentes na utilização de tecnologias emergentes (Moon *et al.*, 2023).

Assim, ao se projetar ainda mais na inserção de artefatos digitais para a disciplina de Geometria Descritiva na Engenharia Civil, podemos nos perguntar como considerar e integrar o papel da inteligência artificial (IA). Ao integrar a IA nesta disciplina do currículo, os futuros engenheiros estarão melhor preparados para enfrentar desafios ainda mais complexos com ainda mais precisão e sem comprometer a

criatividade. Essa integração da IA não se limitaria à automação de tarefas rotineiras, mas buscaria promover uma compreensão mais aprofundada dos princípios e das práticas avançadas em engenharia (Longinos, 2024). Os artefatos de IA podem melhorar a eficiência dos projetos, fornecendo técnicas avançadas para projetos de construção cada vez mais confiáveis, econômicos e eficientes. A IA dedicada à Geometria Descritiva aplicada à construção se somaria àquelas já dedicadas a outros campos deste setor profissional, como gestão hídrica, geotecnia, economia, entre outros.

No entanto, além de sua participação na análise e no desenvolvimento de projetos de estudos reais, a IA também poderia intervir na metodologia de ensino da Geometria Descritiva e na validação dos conhecimentos adquiridos. A IA poderia ser utilizada para simulação e resolução de problemas, simulando experiências de geometria que permitiriam aos alunos testarem suas hipóteses e descobrir novas propriedades. Assim, a IA poderia ajudar a gerar complementos de exercícios específicos, variados e progressivos, permitindo ao aluno consolidar seus conhecimentos e melhorar suas habilidades de percepção e compreensão do espaço de forma autônoma. Devido à sua agilidade e resposta imediata, a IA poderia avaliar em tempo real as respostas dos alunos e fornecer um feedback instantâneo, permitindo que ajustem sua abordagem de estudo. Ao combinar, assim, as vantagens da IA com a expertise dos professores, é possível criar ambientes de aprendizado inovadores e adaptados às necessidades das especializações em Engenharia Civil e de cada aluno.

Considerando que a Engenharia Civil se adapta às exigências evolutivas da sociedade e que sua produção participa plenamente em dar a aparência tangível dela, nos próximos anos, a evolução dos artefatos FiGiTAis no ensino da Engenharia Civil deverá se aprofundar, pois a extensão dos

conhecimentos técnicos muda constantemente em um sistema cada vez mais normatizado, ligado à lógica da indústria e se orientando virtuosamente para o desenvolvimento sustentável.

O papel do desenvolvimento sustentável no ensino da Engenharia Civil

O desenvolvimento sustentável tem como objetivos acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e prosperidade. Esses são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo, a fim de que a Agenda 2030 possa ser atingida no Brasil. Dentro do ensino em Engenharia Civil, o desenvolvimento sustentável desempenha um papel central ao integrar princípios que garantem a viabilidade a longo prazo dos projetos de engenharia e seu impacto positivo na sociedade. Como futuro engenheiro e cidadão, o estudante terá uma dupla responsabilidade na sociedade. Ele deverá saber tomar consciência e agir concretamente para reunir e harmonizar um conjunto de condições ambientais, sociais e econômicas, nas quais a sociedade possa manter e melhorar sua qualidade de vida indefinidamente, sem degradar os recursos (American Society of Civil Engineers, 2023).

Para definir melhor os métodos a serem empregados para alcançar os objetivos, o relatório de 2021 da UNESCO se dirige diretamente ao mundo da engenharia. Esse relatório, intitulado “Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável” (*Engineering for Sustainable Development: Delivering on the Sustainable Development Goals*), lançado inicialmente em inglês em 2021, destaca o impacto transformador da engenharia sustentável na realização dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2021), como mostra a Figura 9.

FIGURA 9. Os 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil



Fonte: UNESCO (c2025).

O objetivo desse relatório específico às engenharias é aumentar a conscientização sobre o papel da engenharia na vida moderna, essencial para mitigar o impacto da mudança climática e promover o desenvolvimento sustentável. Esse relatório também fornece perspectivas sobre as inovações em engenharia, como a incorporação permanente de novas tecnologias, que se mostram cada vez mais essenciais para enfrentar os desafios globais urgentes, e destaca a transformação da educação em engenharia e o fortalecimento das capacidades necessárias na era da Quarta Revolução Industrial, como define o Centro C4IR.

A disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil, portanto, integrou esses critérios como linha de conduta, incentivando os estudantes a incluírem em seus projetos critérios como a avaliação e a compreensão dos efeitos econômicos, ambientais e sociais em todas as áreas de influência afetadas por suas propostas. Essa abordagem holística garante que a sustentabilidade seja considerada desde o conceito até a demolição ou reutilização, ou seja, em um ciclo de vida completo de um edifício ou de uma infraestrutura.

Importância da durabilidade no Programa de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil

A integração da sustentabilidade na disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil é crucial para preparar os estudantes a enfrentar os desafios complexos e dinâmicos do desenvolvimento de edificações e infraestruturas modernas, bem como do patrimônio histórico, abordando tanto problemas locais quanto globais. Após se familiarizarem com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os estudantes foram orientados a considerar todos os impactos culturais e sociais de seus projetos. Em seguida, do ponto de vista construtivo, foram levados a abordar as questões específicas de uma construção, integrando os aspectos do ciclo de vida das edificações ou infraestruturas propostas, desde as fases de concepção (formas e materiais) até o eventual fim da vida útil delas (reciclagem). Ao adotar uma abordagem tão abrangente, os futuros engenheiros civis são formados para avaliar sistematicamente as diversas escolhas que compõem um projeto, integrando os impactos econômicos, sociais e ambientais, garantindo, assim, uma abordagem mais sustentável de suas futuras responsabilidades, desde sua formação universitária.

O quadro pedagógico estabelecido na disciplina de Geometria Descritiva utilizou também a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), que, juntamente com a análise multidisciplinar e o desenvolvimento de projetos em equipe, melhorou consideravelmente a compreensão e a representação geométrica da espacialidade dos alunos (Siqueira; Scharffhausen, 2024), além de desenvolver e sistematizar sua capacidade de tratar efetivamente questões de desenvolvimento sustentável na esfera da Engenharia Civil e até mesmo além disso.

Métodos para medir o desenvolvimento sustentável no ensino da Engenharia Civil

O ambiente universitário estimula cada vez mais a incorporação dos princípios de desenvolvimento sustentável em seus programas de Engenharia Civil. Essa integração envolve várias metodologias, visando medir e avaliar eficientemente a inclusão desses princípios. Uma abordagem eficaz tem sido substituir a visão estática e fragmentada da realidade por uma visão mais complexa e dinâmica, envolvendo a interdisciplinaridade, enquanto se assegura que o estudo e o tratamento de soluções e problemas locais e globais sejam incluídos no currículo (Álvarez *et al.*, 2021), a fim de promover um pensamento holístico e relacional nos estudantes.

Com base nisso, as Figuras 10 e 11 exibem dois projetos oriundos do ambiente universitário, especificamente da disciplina de GD2 para o tema dos Telhados. Os projetos tratam, à sua maneira, de desenvolvimento sustentável, seja pela análise e a reprodução de suas características tecnológicas próprias (Figura 11) — um caso contemporâneo internacional de alta tecnologia em um contexto natural muito exigente —, seja por uma proposta de reabilitação patrimonial e social com materiais sustentáveis (Figura 10).

FIGURA 10. Casarão da Várzea, no Recife



Fonte: Casarão [...] (2016).

FIGURA 11. Cabana de Monte Rosa, na Suíça



Fonte: Cabane [...] (c2025).

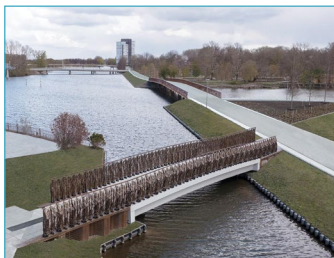
Os desafios e os imponderáveis na implementação de práticas sustentáveis em Engenharia Civil

A rápida mudança climática e a limitação dos recursos complicam ainda mais o contexto, exigindo novas abordagens de design e construção que integrem materiais sustentáveis, tradicionais ou de alta tecnologia, além da possibilidade de surgirem novas tecnologias. Mais amplamente, a boa compreensão dos conceitos e das questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável pelos estudantes de Engenharia Civil requer uma cultura de conhecimento baseada em referências locais e internacionais apropriadas e de diversas escalas, o entendimento aprofundado dos princípios da engenharia sustentável, a abordagem de tecnologias inovadoras e a capacidade de gerar impactos locais e globais positivos e significativos por meio de suas soluções. No entanto, os estudos e reflexões realizados pelos estudantes não estão necessariamente limitados a questões puramente contemporâneas; algumas pesquisas devem incluir investigações de propostas sustentáveis e antecipar exigências futuras.

Ademais, diversos projetos foram apresentados e comentados durante a disciplina de GD2 para o tema das Estradas, que elenca a cultura do conhecimento demonstrando o emprego e o desenvolvimento de materiais duráveis, tradicionais ou originários de tecnologias inovadoras, dentre os quais temos: Amsterdã (Países Baixos), ponte construída em 2022 e composta por fibras de linho revestidas com uma bio-resina — © *Eco-Technilin* (Figura 12); e o projeto da torre Bamboo Menara (2011) em Singapura, que possui inúmeras passarelas com estruturas de bambu como ilustração do uso de um material tradicional para a construção de estruturas muito grandes (Figura 13).

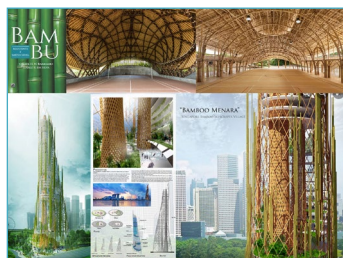
A disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil busca integrar os desafios educacionais enfrentados

FIGURA 12. Ponte de Amsterdã



Fonte: Le pont (2022).

FIGURA 13. Projeto Bamboo Menara



Fonte: adaptado de vários autores (2024).

pelos futuros engenheiros, contribuindo para prepará-los com as competências e os conhecimentos necessários para lidar com as problemáticas inerentes à aplicação do desenvolvimento sustentável, como a consideração dos fatores ambientais, sociais e econômicos. Ao propor a substituição de uma visão estática e fragmentada da realidade por uma perspectiva complexa e dinâmica, alinhada a diversos dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), essa abordagem holística garante que os estudantes de Engenharia Civil não sejam apenas competentes nas habilidades tradicionais da engenharia, mas também desenvolvam o interesse em adquirir novos conhecimentos e as habilidades necessárias para enfrentar os desafios contemporâneos em termos de sustentabilidade.

Os conhecimentos teóricos devem ser acompanhados pelo desenvolvimento de habilidades práticas por meio de estudos de caso e projetos reais que destacam os desafios éticos e técnicos para o desenvolvimento sustentável. Essas escolhas de estudos baseadas na realidade são essenciais para que os alunos compreendam as implicações locais e globais das soluções de engenharia. Para isso, após a apresentação de diversos estudos de caso na fase teórica, a disciplina enfatiza, junto aos estudantes, a realização de seus projetos, com análises voltadas ao desenvolvimento de soluções adaptadas

a contextos locais específicos ou a escalas territoriais mais amplas. Essa perspectiva garante que os futuros engenheiros estejam preparados para integrar e contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento sustentável, tanto em nível local quanto internacional.

Desenvolvimento de projetos durante a disciplina de Geometria Descritiva

Em consonância com os temas de edificação e infraestrutura próprios da Engenharia Civil, a disciplina de Geometria Descritiva concentrou-se em dois temas clássicos: “Telhados” (construção sustentável) e “Estradas” (mobilidade sustentável), mas com uma abordagem corrigida sob o ângulo do desenvolvimento sustentável e do uso das novas tecnologias.

A produção realizada dentro da disciplina incentiva os estudantes a trabalharem em grupos de três a quatro integrantes e a escolherem um projeto para estudo e desenvolvimento entre os dois grandes temas. Em um primeiro momento, o projeto passa por uma análise contextual, técnica e depois geométrica. Na etapa seguinte, o edifício ou a infraestrutura selecionada é reproduzido e materializado em pequena escala, sob a forma de maquete física ou virtual. A maior parte dos grupos optou pela produção de maquetes físicas, a fim de manipular os artefatos de prototipagem rápida.

Quanto aos Telhados, a abordagem consistiu em integrar uma diversidade de projetos a serem estudados e reproduzidos fielmente, como os ícones da arquitetura contemporânea internacional preocupados com o meio ambiente, a exemplo da Cabana do Monte Rosa (Suíça). No entanto, uma abordagem mais ampla da questão do desenvolvimento sustentável foi empreendida com a incorporação do patrimônio local notável e emblemático, como os conventos de Olinda, determinado patrimônio mundial da humanidade pela UNESCO,

que têm forte impacto cultural e social e cujas questões técnicas de conservação e reabilitação podem abrir oportunidades para a inserção de técnicas e materiais inovadores. Todos esses estudos dentro da disciplina têm em comum a necessidade de considerar a concepção dos edifícios, em ambiente urbano ou não, utilizando soluções tecnológicas inovadoras e materiais com tendência ecológica que aumentem a resiliência diante das mudanças climáticas.

No que se refere às Estradas, a abordagem consistiu em estudar setores-chave do projeto do Arco Metropolitano de Recife, com o objetivo de propor a criação de infraestruturas sustentáveis que minimizem o impacto ambiental e maximizem os benefícios sociais das comunidades existentes nos territórios percorridos pela parte do Arco Metropolitano. As propostas formuladas para a parte estudada foram objeto de um verdadeiro projeto de criação, inserindo questões paisagísticas próximas e distantes, questões de topografia, materiais de construção, viabilidade estrutural, mobilidade sustentável, bem como a inserção e melhoria dos ecossistemas socioculturais preexistentes.

As Figuras 14 e 15 mostram diversos exemplos apresentados e comentados durante a disciplina de GD2 para o tema das Estradas, ilustrando exemplos de abordagens paisagísticas e físicas relacionadas ao desenvolvimento sustentável. Ademais, coloca-se a busca de relação formal e cultural entre a fauna local e a ponte de Salginatobel na Suíça (1929-1930) do engenheiro civil, Robert Maillart (Figura 14), além de soluções de materiais biomiméticas, originadas de referências naturais e adaptadas a cada parte de um edifício (Figura 15).

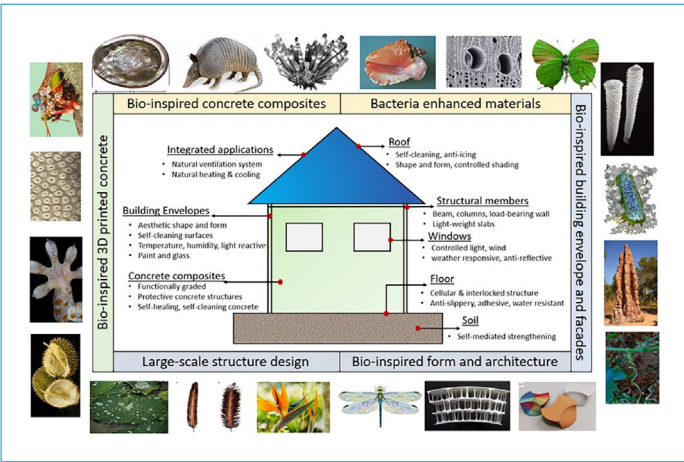
Para favorecer o ambiente de aprendizagem desenvolvido durante a disciplina, solicita-se aos estudantes um esforço contínuo de adaptação aos artefatos de representação e fabricação, pois isso lhes permite familiarizar-se e manter-se atualizados sobre os novos artefatos e métodos que estão

FIGURA 14. Fauna local e a ponte de Salginatobel na Suíça (1929-1930)



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 15. Soluções de materiais biomiméticos



Fonte: Ahamed, Wang e Hazell (2022).

surgindo na área. Assim, os estudantes desfrutaram de uma experiência educacional completa, combinando a aprendizagem prática com simulações e o uso de artefatos digitais.

Evolução e inovação da questão dos diversos usos dos materiais

Uma abordagem significativa da questão dos materiais foi incorporada ao estudo dos projetos. Os materiais intervieram em dois momentos do projeto: na fase conceitual e na fase de realização das maquetes físicas. Na fase conceitual, os estudantes foram levados a propor materiais para soluções reais ao problema, projetando-se na hipótese da efetiva execução de suas propostas. Por exemplo, no tema “Estradas”, quando sistemas de transposição eram abordados, priorizaram-se soluções em materiais reciclados, madeira, materiais compostos, biomateriais ou inovações puras. Já no tema “Telhados”, quando os estudantes propunham sistemas de restauração de edifícios do patrimônio histórico, solicitavam-se soluções inovadoras e naturais, com a possibilidade de sugerir materiais prospectivos e experimentais.

Na fase de realização das maquetes físicas, com a utilização de artefatos de prototipagem rápida, uma nova abordagem foi incorporada à disciplina pelo uso cada vez mais frequente de materiais sustentáveis produzidos pelos próprios estudantes. Assim, os materiais oriundos da reciclagem e da química verde substituíram os materiais clássicos e começaram a ocupar gradualmente seu lugar nas maquetes, respeitando o discurso do edifício, ou seja, mantendo os jogos de matéria do edifício ou da infraestrutura real a ser reproduzida, mas encontrando sua retranscrição visual em materiais que atendem perfeitamente aos critérios do desenvolvimento sustentável. Para isso, a interdisciplinaridade foi promovida por meio da criação de conexões significativas

com diversos laboratórios da UFPE, como o Precious Plastic (reciclagem), o LABTRAMA (reciclagem) e o LITPEG (biomateriais) (Figuras 16 a 18). O objetivo, a longo prazo, é produzir maquetes 100% sustentáveis e totalmente recicláveis. Ao integrar materiais de tecnologia de reciclagem e de tecnologias verdes e emergentes nos projetos de concepção e construção, a disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil reafirma a necessidade de inovar e reinventar as práticas tradicionais da engenharia.

A título de curiosidade, a seguir mostramos variados exemplos apresentados e comentados durante a disciplina de GD2 para o tema dos biomateriais feitos a partir de vegetais locais ou regionais, provenientes de resíduos de produções agrícolas ou de fontes mais ocasionais (Figura 16). Além disso, temos o bioplástico transparente produzido no LITPEG, que pode representar o vidro de uma janela na maquete física de um projeto de edifício (Figura 17) e uma placa feita com plásticos reciclados (tampas de garrafas) no Precious Plastic e utilizada para diversos elementos específicos da maquete do Mosteiro de São Bento, em Olinda (Figura 18).

Considerações finais

O uso de métodos FiGiTAis na disciplina de Geometria Descritiva para o ensino de Engenharia Civil melhora, por um lado, as fases teóricas de aprendizado, a compreensão matemática e a manipulação mental dos conceitos espaciais; por outro, aprimora a materialização exata no espaço físico dessas fases cognitivas de concepção. Ao facilitar a concepção e o desenvolvimento de soluções eficazes e de alto desempenho, o uso do FiGiTAI se alinha diretamente aos setores do desenvolvimento sustentável trabalhados na disciplina de Geometria Descritiva para a Engenharia Civil, tais como edifícios (construção sustentável) e infraestrutura de transporte (suporte à

FIGURA 16. Biomateriais feitos a partir de vegetais locais ou regionais



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 17. Bioplástico transparente produzido no LITPEG



Fonte: arquivo do grupo do projeto Casarão da Várzea, GD2 (2023).

FIGURA 18. Placa feita com plásticos reciclados (tampas de garrafas) no PRECIOUS PLASTIC



Fonte: arquivo do grupo do projeto Mosteiro de São Bento, GD2 (2023).

mobilidade sustentável). Por meio do estudo de casos reais e do desenvolvimento de projetos aplicáveis, os estudantes são gradualmente iniciados e preparados para responder aos desafios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem alcançados até 2030. Quanto à associação entre a interdisciplinaridade e a escolha dos materiais utilizados nas fases de projeto e execução física das soluções, esta reforça tanto os benefícios da contribuição do FiGiTAI à disciplina quanto a imersão positiva, inovadora e frutífera em um contexto comprometido com o desenvolvimento sustentável. Ao possibilitar a criação livre, a junção dessas especialidades diversas e desses objetivos comuns permite que novas soluções possam surgir do meio universitário.

No futuro, a disciplina de Geometria Descritiva para o ensino da Engenharia Civil poderá fortalecer sua dimensão FiGiTAI por meio da inserção de informações oriundas do Big Data e de seu tratamento por inteligência artificial, a fim de aprimorar ainda mais a capacidade dos estudantes de contextualizar os problemas locais e globais que lhes forem apresentados, ao mesmo tempo que aperfeiçoam a aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável.

Referências

AHAMED, M. K.; WANG, H.; HAZELL, P. J. From biology to biomimicry: using nature to build better structures: a review. *Construction & Building Materials*, Guildford, v. 320, p. 1-27, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182103926X?via%3Dihub>. Acesso em: 14 jan. 2026.

ÁLVAREZ, I. et al. Sustainable civil engineering: incorporating sustainable development goals in higher education curricula. *Sustainability*, [S. l.], v. 13, n. 16, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/16/8967>. Acesso em: 20 ago. 2025.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Policy statement 418: the role of the civil engineer in sustainable development. *ASCE*, [S. l.], 22 jul. 2023. Disponível em: <https://www.asce.org/advocacy/policy-statements/>

ps418---the-role-of-the-civil-engineer-in-sustainable-development/. Acesso em 20 ago. 2025.

BALAJTI, Z. Challenges of engineering applications of descriptive geometry. *Symmetry*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 1-37, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-8994/16/1/50>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CRUZ, D. C.; AMARAL, L. G. H. *Apostila geométrica descritiva*. Bahia: UFBA, 2012.

ELIA. Unlocking the potential of phygital learning and education. *Experion Technologies*, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://experionglobal.com/unlocking-potential-of-phygital-learning/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GHANBARIPOUR, A. N. *et al.* A systematic review of the impact of emerging technologies on student learning, engagement, and employability in built environment education. *Buildings*, New York, v. 14, n. 9, p. 1-21, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/9/2769>. Acesso em: 20 ago. 2025.

KROGSBØLL, A.; CHRISTENSEN, J. E.; HUSSMANN, P. M. Evaluation of learning outcomes in CDIO programme within civil engineering. In: INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, VI., 2010, Montréal. *Proceedings [...]* Montréal: CDIO, 2010. Disponível em: <https://www.cdio.org/knowledge-library/documents/evaluation-learning-outcomes-cdio-programme-within-civil-engineering>. Acesso em: 20 ago. 2025.

LE PONT en lin d'Almere, une véritable innovation. *JEC*, 2022. Disponível em: <https://www.jeccomposites.com/wp-content/uploads/2023/08/Pont-630x500.jpg>. Acesso em: 28 ago. 2025.

LONGINOS, M. J. AI in structural engineering training. *Civils.ai*, [S. l.], 13 mai. 2024. Disponível em: <https://civils.ai/blog/ai-in-structural-engineering-training>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MOON, J. *et al.* Immersive Technology-Enhanced Learning System Design in Civil Engineering Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IMMERSIVE LEARNING RESEARCH NETWORK, IX., 2023, [S. l.]. *Proceedings [...]* [S. l.]: iLRN, 2023. p. 1-3.

RAVÉ, E. G.; JIMÉNEZ-HORNERO, F. J. A 3D descriptive geometry problem-solving methodology using cad and orthographic projection. *Symmetry*, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 1-21, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-8994/16/4/476>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SALVE O CASARÃO DA VÁRZEA. *Casarão da Várzea*, Recife, 2016. Facebook: [salveocasaraodavarzea](https://www.facebook.com/salveocasaraodavarzea). Disponível em: https://www.facebook.com/salveocasaraodavarzea/photos?locale=pt_BR. Acesso em: 28 ago. 2025.

SINGH, V. P. A strategy for implementation of project-based learning in civil engineering curriculum. *Journal of Engineering Education Transformations*, Islampur, v. 37, n. 3, p. 165-175, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379495570_A_strategy_for_Implementation_of_Project-Based_Learning_in_Civil_Engineering_Curriculum. Acesso em: 20 ago. 2025.

SIQUEIRA, J. E. M.; SCHARFFHAUSEN, J. B. (Orgs.). *Geometria descritiva e fabricação digital aplicadas à resolução de problemas na engenharia civil com PBL*. Recife: Editora da UFPE, 2024. Disponível em: <https://editora.ufpe.br/books/catalog/book/939>. Acesso em: 20 ago. 2025.

UNESCO. *Rapport de l'UNESCO sur l'ingénierie: l'ingénierie au service du développement durable: réaliser les Objectifs de développement durable*. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/fr/basic-sciences-engineering/report>. Acesso em: 20 ago. 2025.

ZERMATT TOURISMUS. Cabane du Mont Rose CAS. *Zermatt Tourismus*, Zermatt, c2025. Disponível em: <https://zermatt.swiss/fr/p/cabane-du-mont-rose-cas-01tVj000005DMX6IAK>. Acesso em: 28 ago. 2025.

Arco viário da Região Metropolitana do Recife

Ponte sobre o Rio Goitá 1

Gabriel Vamberto de Souza Nóbrega¹

Gilberto Nunes¹

Helena Beatriz Gonçalves Cavalcante¹

Marcelly Ferreira Soares¹

Pablo Leite Andrade Silva¹

Introdução

A infraestrutura viária desempenha um papel crucial no desenvolvimento das cidades e regiões metropolitanas, conectando pessoas, mercadorias e serviços. No entanto, à medida que avançamos no século XXI, torna-se essencial que esses projetos sejam concebidos e executados de forma a minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente e a sociedade, promovendo a sustentabilidade e incorporando tecnologias inovadoras. Uma área que exemplifica essa necessidade é o projeto do Arco Viário Metropolitano do Recife. Por meio de uma remodelação que priorize a integração da tecnologia, a preservação ambiental, a minimização das modificações na paisagem e uma abordagem sustentável em Engenharia Civil, é possível criar uma infraestrutura que atenda tanto às demandas atuais quanto às futuras, sem comprometer o ambiente e a qualidade de vida das comunidades afetadas.

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

A rápida transformação social, marcada pela evolução do pensamento, pelo avanço do conhecimento e pelo acesso às tecnologias, está alterando profundamente a maneira como projetamos, construímos e operamos infraestruturas. A incorporação de tecnologias como o Desenho Assistido por Computador (CAD), a análise de dados em tempo real e a automação podem melhorar significativamente a eficiência operacional e a segurança das estradas. Sistemas de monitoramento inteligente podem oferecer informações precisas e atualizadas sobre as condições desses locais, como hidrologia, topografia, mineralogia etc., permitindo a otimização do fluxo da projeção das estradas e detecção precoce de problemas.

Atualmente, a proteção ambiental deve ser tratada como prioridade em qualquer projeto de infraestrutura. Para remodelar o Arco Viário Metropolitano do Recife, torna-se fundamental a realização de estudos rigorosos de impacto ambiental, envolvendo a identificação e mitigação de potenciais danos à fauna, à flora e aos recursos hídricos. A incorporação de passagens de fauna, corredores verdes e medidas de controle de poluição pode minimizar os impactos negativos e contribuir para a manutenção da biodiversidade local. Além disso, a restauração de áreas degradadas e o plantio de espécies nativas no entorno das estradas favorecem a criação de corredores ecológicos capazes de reconectar ecossistemas fragmentados.

A modificação excessiva da paisagem pode ter impactos visuais significativos e afetar a identidade das comunidades locais. Ao remodelar o projeto, é importante buscar soluções que minimizem essas modificações. A adoção de técnicas de engenharia que reduzem a necessidade de grandes aterros e cortes, combinadas com a integração de elementos arquitetônicos e paisagísticos que harmonizam com o entorno, buscam criar uma infraestrutura mais discreta e esteticamente agradável. Sendo assim, tivemos como o objetivo principal a remodelação da proposta original de um trecho

de aproximadamente 800 m do Arco Viário Metropolitano do Recife, localizado no município de Paudalho. A necessidade de remodelar o projeto apresentado para o Arco Viário Metropolitano do Recife se fundamenta em uma série de razões que envolvem avanços tecnológicos, preocupações ambientais, mudanças na concepção urbanística e a crescente importância da sustentabilidade. Passados vinte anos desde o projeto original, é necessário reavaliar e adaptar a proposta original para atender às demandas atuais e garantir um desenvolvimento equilibrado da região. Abaixo, apresentamos as justificativas para a remodelação proposta.

A crescente conscientização sobre a importância da preservação ambiental exige que projetos de infraestrutura sejam concebidos com maior responsabilidade ambiental. Remodelar o projeto do Arco Viário Metropolitano para priorizar a conservação da área ambiental adjacente resultará em benefícios ecossistêmicos, protegendo habitats naturais, espécies nativas e recursos hídricos. Ao incorporar medidas como passagens de fauna, corredores ecológicos e adoção de práticas de construção sustentáveis, podemos minimizar o impacto negativo do projeto sobre o meio ambiente. A paisagem é um patrimônio visual e cultural da região que merece ser preservado. A remodelação do projeto deve ser guiada por um princípio de moderação no impacto visual das estradas sobre a paisagem. Por meio da integração de soluções de engenharia que busquem reduzir a interferência na topografia, minimizar a remoção de vegetação e harmonizar as estruturas com o entorno natural, é possível garantir que a beleza cênica da região seja preservada para as gerações futuras.

A Engenharia Civil evoluiu consideravelmente em termos de práticas sustentáveis. Ao remodelar o projeto, é possível adotar técnicas de construção que minimizem o consumo de recursos naturais, reduzam a emissão de poluentes, otimizem o uso de energia e priorizem materiais de construção

eco-friendly. Além disso, soluções como pavimentos permeáveis, sistemas de drenagem inteligente e fontes de energia renovável podem ser integradas para tornar as estradas do Arco Viário Metropolitano exemplos de infraestrutura sustentável. Vinte anos representam uma significativa mudança na realidade urbana e nas demandas da população. O crescimento populacional, o desenvolvimento urbano e as mudanças nas preferências de mobilidade exigem uma revisão do projeto original. A remodelação permitirá que o projeto esteja alinhado com as necessidades atuais da comunidade, proporcionando uma infraestrutura mais eficiente, amigável ao meio ambiente e adaptada às dinâmicas urbanas contemporâneas.

Em síntese, a remodelação sustentável do Arco Viário Metropolitano do Recife é uma iniciativa justificada por avanços tecnológicos, considerações ambientais, estéticas e pela necessidade de adequar a infraestrutura às demandas atuais da sociedade. Passadas duas décadas, é uma oportunidade única para criar um legado de desenvolvimento consciente, integrando tecnologia, conservação ambiental, respeito à paisagem e Engenharia Civil sustentável em benefício das gerações presentes e futuras.

Fundamentando a escolha do caso do Goitá

A Geometria Descritiva é uma disciplina que tem uma longa história, que remonta a Tales de Mileto (624 a.C. - 546 a.C., Grécia Antiga), responsável por introduzir o estudo da geometria na Grécia. No entanto, foi Gaspard Monge (1746 – 1818, França) quem desenvolveu o método projetivo, o qual exerceu grande impacto no desenvolvimento tecnológico desde a sua sistematização (Soares, 2007). A Geometria Descritiva é importante para alunos de Engenharia Civil, pois permite que visualizem e representem objetos tridimensionais em um plano bidimensional, o que é essencial para a elaboração

de projetos de construção. Além disso, constitui disciplina fundamental para a compreensão da geometria analítica, amplamente utilizada em engenharia. Monge é considerado o fundador da Geometria Descritiva, tendo desenvolvido o método projetivo que possibilitou a representação de objetos tridimensionais em um plano bidimensional. Klein, por sua vez, desenvolveu a teoria dos grupos de transformações, que exerceu um grande impacto na geometria e em outras áreas da matemática (Soares, 2007).

Além disso, a Geometria Descritiva pode ser desafiadora para os alunos, entretanto, constitui disciplina fundamental para a formação de engenheiros civis, pois permite que eles visualizem e representem objetos tridimensionais em um plano bidimensional, aspecto essencial para a elaboração de projetos de construção (Thomas, 2000). Nesse sentido, fazemos uso da Geometria descritiva para representar o eixo central desta disciplina: as estradas. Sob essa perspectiva, podemos afirmar que o histórico de projetos de estradas em Pernambuco, com foco na região metropolitana de Recife, é um reflexo da evolução socioeconômica, cultural e geográfica da área ao longo dos anos (Coimbra, 1974). Desde o período colonial, a construção e o desenvolvimento das estradas desempenharam papel crucial na ligação entre cidades, na exploração econômica e na integração cultural.

Durante os períodos colonial e imperial, as estradas foram fundamentais para conectar centros urbanos e impulsionar a expansão econômica. A icônica Estrada Real, que ligava Recife à Olinda, exemplifica esse papel (Vidigal, 2004). No auge do ciclo da cana-de-açúcar, estradas foram construídas para transportar o produto até os portos, impulsionando a economia local e permitindo a interação cultural entre diferentes regiões. No século xx, Pernambuco passou por transformações significativas, refletidas também nos projetos de estradas. A inauguração da BR-101, uma das principais vias de ligação

nacional, ampliou a conectividade da região. Já a urbanização acelerada de Recife e seus arredores trouxe consigo a necessidade de melhorias nas estradas urbanas e na circulação entre municípios. Contudo, a urbanização veloz também trouxe desafios, à medida que o número de veículos aumentou. A busca por estradas mais amplas e eficientes frequentemente resultou na remoção de áreas verdes e na perturbação de ecossistemas locais. Assim, projetos de estradas atuais precisam considerar não apenas a mobilidade, mas também a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida dos moradores.

Encontrar formas eficientes de transpor vãos entre dois pontos altos, ou dois pontos entre rios e mares, sempre foi um desafio solucionado por meio de pontes. Essas estruturas evoluíram ao longo dos anos e assumiram grande importância tanto para a arquitetura quanto para a engenharia, seja em termos estéticos, seja em termos estruturais. Assim, vários tipos de pontes foram idealizados ao longo dos anos, desde aquelas destinadas a vencer longos vãos até as projetadas para vencer pequenos vãos, cada qual com suas especialidades, vantagens e limitações. Esse tipo de estrutura, pensado para superar obstáculos naturais e integrar territórios, é fundamental para o contexto do projeto e deve ser estudada e incorporada. Nesse contexto, o presente projeto de estradas tem a oportunidade de adotar avanços tecnológicos aliados a princípios de sustentabilidade. Além disso, a preservação ambiental tornou-se crucial, exigindo a minimização dos impactos sobre a fauna, a flora e os recursos hídricos.

Em conclusão, a história dos projetos de estradas em Pernambuco, notadamente em Recife e região metropolitana, reflete os desafios e oportunidades de cada período histórico. À medida que avançamos, é essencial que os projetos considerem tanto os aspectos históricos quanto as demandas contemporâneas, integrando tecnologia, conservação ambiental e Engenharia Civil sustentável para garantir um futuro mais equilibrado e resiliente.

Métodos do projeto

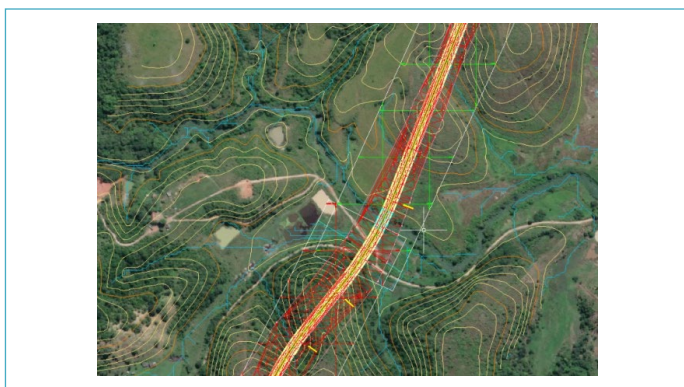
Para o início do projeto foram definidos quatro passos principais que serviram de apoio para toda a construção e finalização da proposta e maquete. Esses passos, aliados à forma de abordagem adotada, seguiram da seguinte forma:

Passo 1

Compreender como se dava a lógica de elaboração do projeto original frente às condições de topografia, geologia, recursos hídricos, noções de projeção de estradas e colaboração do trecho do Rio Goitá para o Arco Viário como um todo.

Com o projeto original em mãos, projeto este feito pelo *software* AutoCAD, foi possível identificar exatamente onde se passava o trecho escolhido do Arco Viário, bem como compreender sua concepção, o que poderia ser mudado e como funcionava o projeto. Além disso, por meio do aplicativo Google Earth, realizou-se a identificação do Rio Goitá e sua de extensão, obtendo também uma ideia geral de como funcionava a topografia do local (Figura 1).

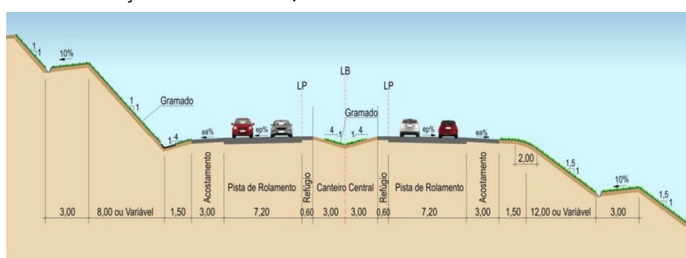
FIGURA 1. Projeto original do trecho escolhido



Fonte: os autores (2021).

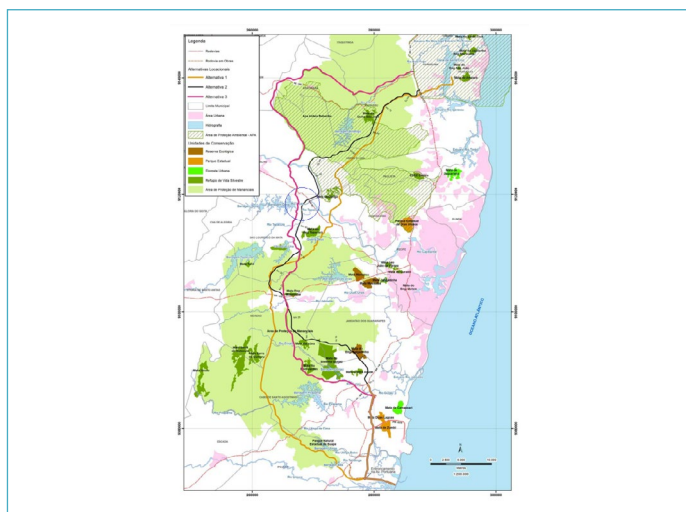
Além da planta baixa do projeto, o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Arco Viário do Recife foi de grande importância para o bom entendimento de como seria concebida a obra e todos os pormenores necessários para a sua execução. Além de conter muitas informações sobre contexto de preservação dos locais afetados pelo Arco Viário, o documento também informava que o trecho escolhido não afetava nenhuma área de preservação (Figuras 2 e 3).

FIGURA 2. Seção transversal típica do Arco Viário



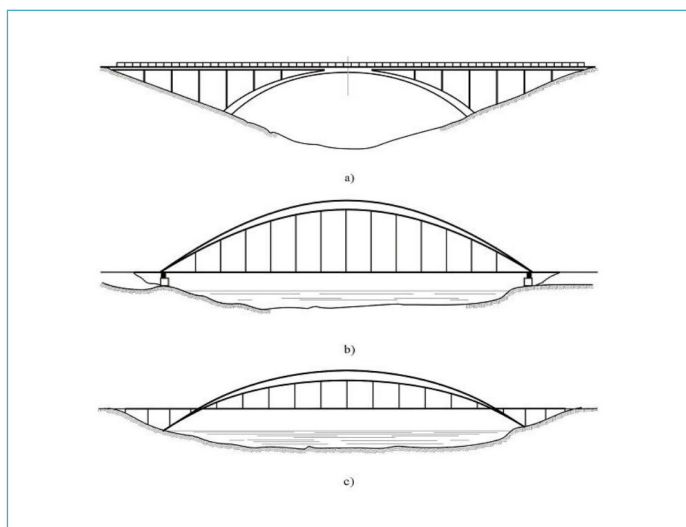
Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012).

FIGURA 3. Alternativas locais estudadas (trecho escolhido circulado)



Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012).

FIGURA 4. Formas de ponte em arco



Fonte: Vitório (2002).

Também foi o momento de escolha de como seria resolvida a problemática do trecho: como vencer os vãos que passavam entre duas montanhas e o Rio Goitá. A solução escolhida foi uma ponte em arco, que resolve o problema e traz uma opção que pensa na estética do projeto, uma ponte que pode ser considerada como um monumento, algo artístico para enriquecer o local em que ela estiver. Foi pensada também para ser sustentável, pois não atrapalha o curso do rio, diminui os riscos de destroços danificarem os pilares e passa sem interferir nas ruas locais existentes. Além disso, é eficiente em vencer o vão (Figura 4).

Passo 2

Buscar elaborar uma nova proposta de projeto para o trecho no Arco Viário, aproximadamente vinte anos depois de seu

projeto original, entendendo as mudanças do mercado e as concepções ambientais e construtivas.

Com todas as informações necessárias para a elaboração do trecho do Arco Viário, foi possível adequá-lo ao contexto atual do Projeto Goitá, referente à maquete e à possível construção nos dias atuais. Dessa forma, deve-se pensar na sustentabilidade que, obedecendo às normas estabelecidas no RIMA, prevê que, em eventuais cortes, a área afetada seja refeita com encostas e taludes com vegetação, prevenindo deslizamentos e diminuindo a ação degradante. Além disso, para melhorar o trajeto e evitar mais vãos a serem vencidos, pensa-se também em outra forma de abordar o trecho, com mudanças em seu trajeto original que buscam otimizar a obra e reduzir menos aterros, evitando mais vales e fazendo apenas uma ponte em um vão inevitável (o vão que passa pelo Rio Goitá).

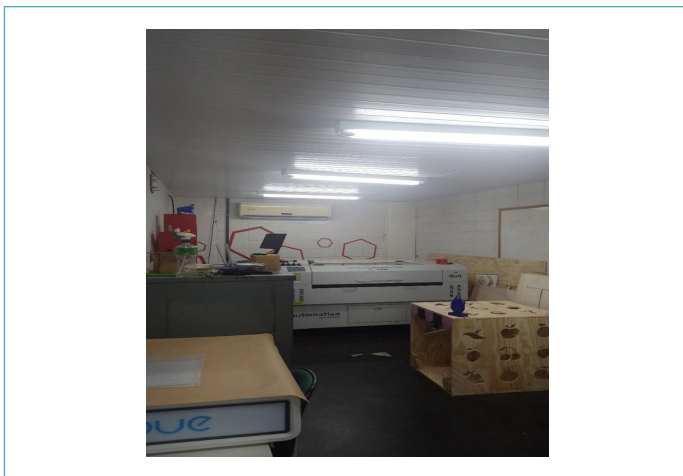
Assim, a elaboração de um novo projeto, com suas devidas justificativas, está pronta para se concretizar. Com a idealização de todo o projeto, tipo de ponte, novo trajeto, e aplicativos a serem usados, é possível definir exatamente como funcionará o trecho em sua nova versão, por meio dos *softwares* e aplicativos.

Passo 3

Escolher a tecnologia a ser utilizada para trazer o projeto à realidade com a maquete, escolhendo entre a cortadora a laser, a fresadora ou a impressora 3D.

Para a prototipagem da ponte, escolheu-se utilizar a cortadora a laser, que funciona com base na amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (LASER, do inglês *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Um laser emite um feixe de luz altamente coerente e concentrado, que é direcionado para a área de corte por meio de espelhos e

FIGURA 5. Cortadora a laser localizada no GRE3D



Fonte: os autores (2023).

lentes. Esse feixe de laser é focado em um ponto muito pequeno, aquecendo rapidamente o material a ser cortado. Um sistema de controle computadorizado (CNC) move o feixe de laser ao longo do contorno da peça, permitindo um corte preciso e controlado (Figura 5).

Já para a parte do relevo em si, este é o foco da ambientação do nosso projeto, já que precisamos criar um ambiente com taludes, relevo do rio, capacidade para vegetação e outras características do terreno. Para tanto, utilizamos a fresadora, que opera com base em um processo mecânico de remoção de material. A fresa é uma ferramenta de corte rotativa que possui várias arestas cortantes (Figura 6). A peça de trabalho é fixada em uma mesa, enquanto a fresa gira em alta velocidade. A fresadora move a fresa ao longo de trajetórias específicas, permitindo que as arestas cortantes removam o material em excesso. As fresadoras podem ser controladas manualmente ou por sistemas CNC, proporcionando alta precisão e repetibilidade.

FIGURA 6. Fresadora localizada no GRE3D



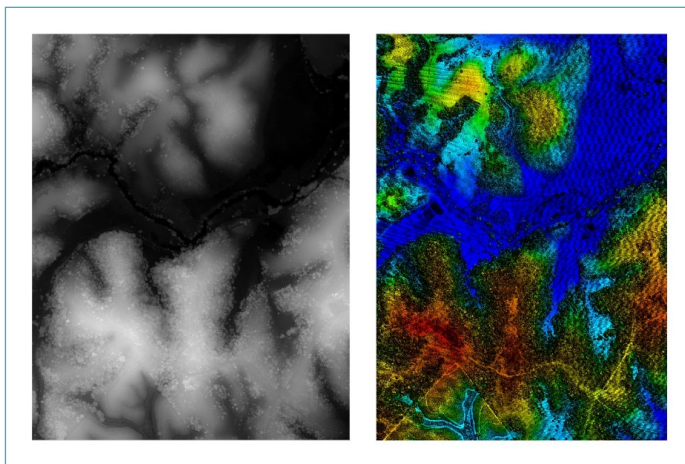
Fonte: os autores (2023).

Passo 4

Projetar e fabricar uma maquete em proporção com a realidade, fazendo uso de *softwares* e maquinário de alta tecnologia, a fim de promover uma representação fidedigna da área estudada.

Com o objetivo de construir um modelo 3D a partir de dados precisos, para formar um projeto concreto e condizente com a realidade, foi utilizado como fonte para o modelo do terreno o site Pernambuco Tridimensional (PE3D), que fornece o Modelo Digital do Terreno (MDT) usado para a modelagem do relevo (Figura 7). A partir dos dados obtidos, foram utilizados os aplicativos PE3D e Civil 3D, que serviram para processar

FIGURA 7. MDT do trecho escolhido



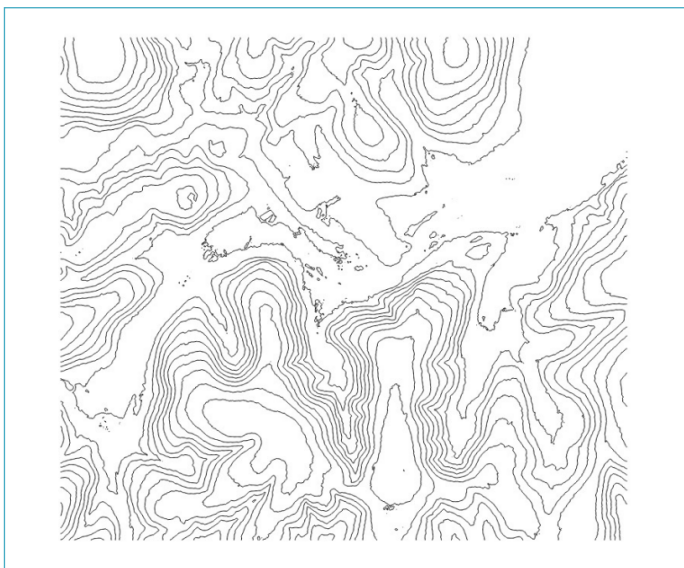
Fonte: Pernambuco Tridimensional (2016).

o arquivo *raster* (aberto no PE3D), mapa que entrega apenas o MDT, e extrair as curvas de nível com as respectivas alturas, neste caso, de 1 metro entre cada uma. Em seguida, o arquivo foi convertido para DWG (aberto no Civil3D), arquivo de desenho, para a modelagem de uma superfície.

Após a conversão para um arquivo DWG, aberto no Civil3D, a modelagem foi feita completamente a partir das curvas de nível com suas alturas, seguindo os seguintes passos para a obtenção da superfície do relevo (Figura 8):

- seleção e transformação das curvas de nível em superfície;
- limitação do terreno que será trabalhado;
- delimitação do trecho a ser trabalhado para a estrada e para a ponte;
- confeção de um perfil para posterior obtenção do perfil longitudinal e para a elaboração da ponte e da estrada no CAD;
- adequação da estrada ao terreno, com seus respectivos cortes e ligação da estrada com a superfície de relevo.

FIGURA 8. Curvas de nível do trecho escolhido



Fonte: Pernambuco Tridimensional (2016).

Com as curvas de nível abertas no Civil3D, foi possível convertê-las em superfície. Em seguida, delimitou-se a área de interesse e marcou-se uma linha por onde passaria a ponte, linha esta que através do aplicativo foi possível obter o perfil longitudinal e traçar os “corredores”, que posteriormente se transformariam na pista, com os devidos e necessários cortes. O perfil abaixo mostra como é o terreno natural (em verde) e como ficaria após a implementação da pista (em vermelho) (Figura 9).

FIGURA 9. Perfil longitudinal

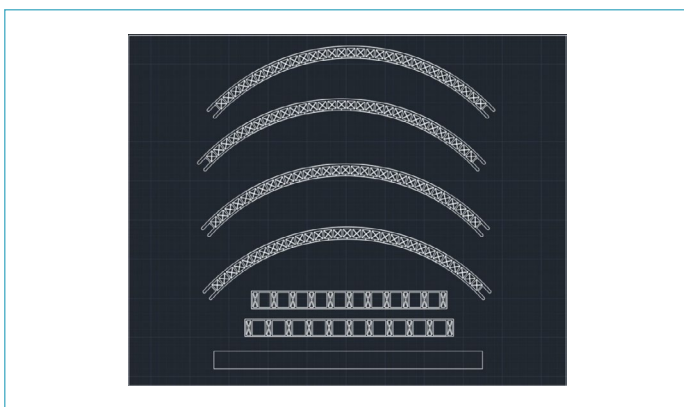


Fonte: os autores (2023).

Ainda havia a necessidade de uma última conversão de dados, pois, para a possível impressão via fresadora, era necessário passar o arquivo do terreno para STL (formato de modelagem 3D). Para essa conversão, era preciso transformar a superfície obtida em um sólido no Civil 3D, que converte os pontos que estavam unidos em um só (superfície) em pontos, linhas e polígonos apenas ligados, para dar unidade a cada elemento (sólido). Após transformado em sólido, o Civil3D extrai o objeto para o formato STL.

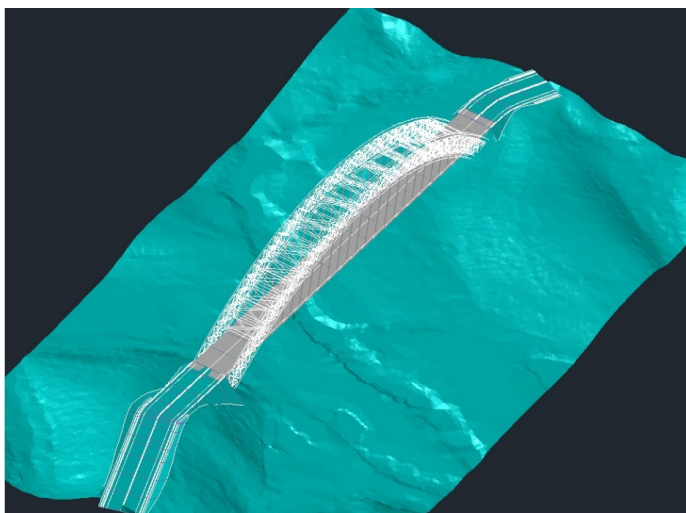
Finalizada a parte 3D e com toda a modelagem pronta do terreno, realizou-se o cálculo do arco que seria usado na ponte, altura e comprimento, dessa vez em 2D (Figura 10). Posteriormente, com a planta para corte na cortadora a laser pronta, fez-se necessário exportá-la para o formato PDF diretamente do Civil3D ou AutocAD, para que a cortadora a laser pudesse ler o arquivo e realizar o corte. Neste ponto, já se possuía uma modelagem do terreno natural com modificações da pista, implementada para o seu uso na prototipagem via fresadora e um projeto da ponte em 2D para o seu uso na prototipagem via cortadora a laser.

FIGURA 10. Projeto em CAD do arco e da ponte



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 11. Modelagem da expectativa para o projeto finalizado



Fonte: os autores (2023).

Ainda foi feita a adequação da estrutura da ponte em 2D para 3D e a verificação da modelagem para certificação de êxito (no relevo natural modificado com a implementação da pista e da ponte) (Figura 11).

Considerações finais

A proposta remodela um trecho do projeto original do Arco Viário Metropolitano do Recife, especificamente na travessia sobre o Rio Goitá, em Paudalho. A premissa central foi reavaliar o traçado inicial, concebido há duas décadas, à luz dos avanços tecnológicos, das novas exigências de sustentabilidade e de uma maior conscientização ambiental na Engenharia Civil. O processo metodológico foi estruturado em quatro etapas, partindo da análise do projeto original e do contexto local para a elaboração de uma nova proposta, até a modelagem digital detalhada para a fabricação de uma maquete.

Os principais resultados deste estudo se materializaram na criação de uma proposta de traçado atualizada e na modelagem digital tridimensional da área. A nova rota foi otimizada para minimizar a necessidade de aterros e cortes, propondo uma única ponte em arco para vencer o vão sobre o rio, solução que se mostrou mais eficiente e de menor impacto ambiental e visual. Utilizando dados do PE3D e *softwares* como o Civil3D, foi possível gerar um modelo digital preciso do terreno com a estrada e a ponte já integradas, além de preparar os arquivos para a prototipagem em fresadora e cortadora a laser.

Dessa forma, o projeto atingiu seu objetivo ao demonstrar concretamente como a tecnologia e os princípios de sustentabilidade podem ser aplicados para aprimorar projetos de infraestrutura. Reconhece-se, contudo, que o escopo do projeto se concentrou na remodelação geométrica e na representação digital, não aprofundando em análises estruturais detalhadas da ponte em arco, estudos geotécnicos para os novos cortes ou um levantamento de custos comparativos entre as duas propostas. Essas áreas constituem as limitações do presente estudo.

Para pesquisas futuras, sugere-se a expansão desta proposta para uma análise de engenharia completa, incluindo a especificação de materiais de baixo impacto ambiental para sua construção. Adicionalmente, seria valioso conduzir um estudo de impacto ambiental mais aprofundado sobre o novo traçado, validando quantitativamente os benefícios da redução de aterros e da menor interferência no ecossistema local.

Referências

COIMBRA, C. *Visão histórica e análise conceitual dos transportes no Brasil*. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Publicações do Ministério dos Transportes, 1974.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Relatório de impacto ambiental: arco viário da região metropolitana do Recife*. Recife: Governo do Estado de Pernambuco, 2012.

PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL. *Mapeamento do território pernambucano*. [Recife], 2016. Disponível em: <https://pe3d.pe.gov.br/>. Acesso em: 13 abr. 2026.

SOARES, C. C. P. Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 18., 2007, Curitiba. *Anais [...]* Curitiba: [s. n.], 2007.

THOMAS, J. W. *A review of research on project-based learning*. California: The Autodesk Foundation, 2000. Disponível em: https://www.pblworks.org/sites/default/files/2019-01/A_review_of_Research_on_Project_Based_Learning.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.

VIDIGAL, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VITÓRIO, J. A. P. V. *Pontes e viadutos rodoviários: conceituação, conservação, segurança e reforço estrutural*. Recife: Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, 2015.

Arco Viário da Região Metropolitana do Recife Ponte sobre o Rio Goitá 2

Bianca Maria de Moura Silva¹

Danilo Ribeiro de Araújo¹

Lucas Fernandes Candido da Silva¹

Túlio Rodrigues da Silva¹

Introdução

O Arco Viário da Região Metropolitana do Recife (RMR) representa uma ligação viária estratégica projetada para interligar as rodovias BR-101 Sul e Norte, tangenciando o limite oeste da metrópole. Projetos de infraestrutura dessa magnitude são fundamentais para o desenvolvimento regional, e sua concepção exige ferramentas precisas de representação espacial. Nesse contexto, a Geometria Descritiva surge como uma disciplina essencial, permitindo o estudo, a representação e a construção de estruturas complexas, como pontes, que são vitais para superar obstáculos naturais e garantir a conectividade.

O principal problema abordado é a necessidade de desenvolver uma solução de infraestrutura que não apenas atenda às demandas de mobilidade e desenvolvimento econômico, mas que também incorpore práticas de engenharia sustentável em sua essência. O projeto original do Arco Viário, embora estratégico, exigiu a análise de diversas alternativas

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

para mitigar conflitos com áreas de preservação, patrimônios culturais e topografias desfavoráveis. Diante disso, o desafio é conceber um trecho específico deste arco, substituindo materiais convencionais de alto impacto ambiental, como aço e concreto, por alternativas inovadoras e ecologicamente responsáveis.

A relevância desta proposta reside em seu potencial para alavancar o desenvolvimento econômico ao facilitar o acesso a polos comerciais e industriais, ao mesmo tempo em que visa mitigar problemas crônicos de congestionamento, especialmente na BR-101, e reduzir os índices de acidentes. A justificativa para a abordagem sustentável se fortalece ao estabelecer um novo paradigma para obras de infraestrutura na região. A adoção de materiais como o bambu e o asfalto de borracha de pneu reciclado não só responde às necessidades de mobilidade, mas também consolida um legado de sustentabilidade e inovação para as futuras gerações, promovendo o uso de recursos renováveis e a redução de resíduos. A escolha por materiais não convencionais é amparada por exemplos históricos e contemporâneos que demonstram sua viabilidade. A literatura técnica sobre o Arco Viário, fundamentou a hipótese de um traçado alternativo, determinado por minimizar os conflitos ambientais, sendo esta a base para o desenvolvimento do presente projeto.

Diante do exposto, o objetivo central deste projeto é desenvolver uma proposta de engenharia para a ponte sobre o Rio Goitá, integrada ao traçado do Arco Viário Metropolitano, utilizando materiais de baixo impacto ambiental. Os objetivos específicos incluem: detalhar a concepção de uma ponte com estrutura principal em bambu, material de rápida regeneração e resistência comparável à do aço; e especificar o uso de asfalto de borracha de pneu reciclado para o revestimento da via, aproveitando sua alta durabilidade e contribuição para a economia circular. Embora a proposta

se encontre em fase de idealização, ela ambiciona representar uma solução inovadora e um compromisso firme com a sustentabilidade na Engenharia Civil.

O Arco Viário Metropolitano do Recife

O Arco Viário da RMR corresponde a uma ligação viária de 77,31 km, que tangencia o limite oeste da Região Metropolitana e, assim, interliga a BR-101 Sul, no município do Cabo de Santo Agostinho, com a BR-101 Norte, no município de Igarassu, cruzando as terras dos municípios do Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, São Lourenço da Mata, Paudalho, Abreu e Lima e Igarassu. Devido à passagem do arco por esses lugares, a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) determinou a elaboração de um estudo e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA), do qual uma parte desse estudo corresponde ao denominado “Relatório de Impacto Ambiental - RIMA”, que visa apresentar de forma simples todos os pormenores dessa criação e permitir a democratização das informações referentes a esse assunto (Governo do Estado de Pernambuco, 2012).

Nessa proposta, é notório o privilégio econômico dado à RMR, dentre outros benefícios, não só no âmbito econômico, mas também na melhoria da qualidade de vida da população, como a redução dos graves problemas de mobilidade, a interligação de polos de desenvolvimento, a amenização do trânsito caótico nos trechos urbanos dos municípios e a diminuição do número de acidentes nessas vias, principalmente da BR-101. Por outro lado, com a criação e o uso do arco, consolida-se o surgimento de uma nova zona de desenvolvimento que, porventura, ajuda na expansão produtiva de áreas como Jaboatão dos Guararapes, Vitória de Santo Antão, Glória do Goitá e Moreno, favorecendo assim a criação de novas empresas para os polos de desenvolvimento do Norte, Sul e Oeste.

Obtiveram-se diversas alternativas para o traçado do arco que, pela sua extensão e por cortar uma área com vários atributos ambientais, tiveram algum tipo de conflito ambiental, com muitas restrições, como, por exemplo, áreas de preservação permanente (APPs), áreas florestadas, unidades de conservação, patrimônios culturais, reservatórios d'água, além de topografias desfavoráveis e partes rochosas. Sendo assim, em função dessas restrições apresentadas, foram criadas três alternativas possíveis para a realização do projeto. São elas:

- a. *Alternativa 1:* proposta pelo Governo do Estado, com extensão de 98 km, que partia do sistema viário interno do Porto de Suape e finalizava na Ilha de Itamaracá, cortando dez municípios da Região Metropolitana;
- b. *Alternativa 2:* proposta inicial do consórcio empreendedor, objetivando minimizar os conflitos ambientais e os custos, com 77,31 km, iniciando na BR-101 Sul, no Hospital Dom Helder Câmara, e finalizando na BR-101 Norte, cortando terras de sete municípios;
- c. *Alternativa 3:* proposta feita pela equipe técnica do EIA, escolhida para o nosso estudo e elaboração deste projeto, criada com o intuito de desviar o traçado do arco de dentro da APA Aldeia-Beberibe. Nessa alternativa, o comprimento aumentou para 98 km e corta oito municípios.

Geometria descritiva

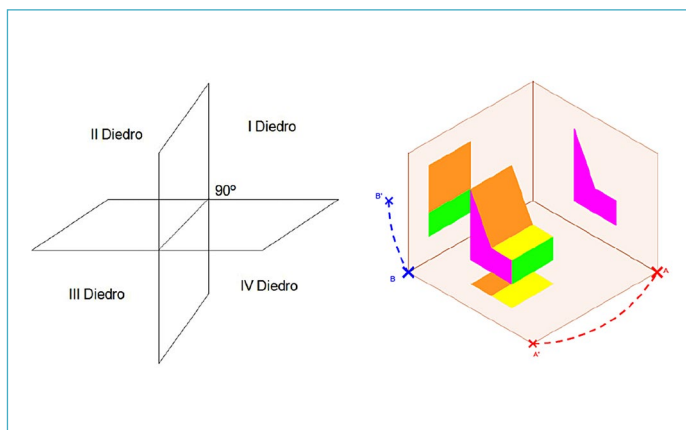
A Geometria Descritiva, cuja origem remonta ao século XVIII, é atribuída principalmente a Gaspard Monge, embora outros estudiosos também tenham contribuído para o seu desenvolvimento. Surgiu da necessidade de representar objetos do espaço tridimensional em uma superfície plana, minimizando a utilização de cálculos algébricos complexos.

Inicialmente aplicada na engenharia militar, a Geometria Descritiva logo se revelou uma ferramenta valiosa, permitindo a representação precisa de ângulos, distâncias e áreas em suas verdadeiras dimensões. Isso possibilitou uma padronização e maior rapidez na produção de objetos manufaturados, além de ter contribuído para a descentralização do processo construtivo.

O Sistema de Projeção Mongeano (Figura 1), uma homenagem ao fundador da Geometria Descritiva, é composto por dois planos perpendiculares entre si (plano vertical e plano horizontal), linhas projetantes, centro de projeção e o objeto a ser representado. A linha de terra, delimitada pela interseção dos planos, é utilizada para medir abscissas, afastamentos e cotas necessárias à representação.

No contexto atual, a utilização da Geometria Descritiva não apenas promove a eficiência em projetos, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental, permitindo a otimização de recursos e a redução de desperdícios. Essa técnica, amplamente disseminada e essencial para qualquer projeto moderno, continua a desempenhar um papel crucial

FIGURA 1. Sistema Mongeano de Projeção



Fonte: GeoGebra (c2025).

na engenharia e na arquitetura, sendo aplicada em diversas etapas, desde a concepção até a execução final.

Além das engenharias e da arquitetura, a Geometria Descritiva encontra aplicações em diversas áreas contemporâneas, incluindo design de produtos, animação e jogos digitais. Sua versatilidade e precisão são fundamentais para a elaboração de projetos complexos e para a representação de ideias de forma clara e concisa.

Pontes

Os princípios da Geometria Descritiva podem ser aplicados de maneira versátil, inclusive na representação de pontes. As pontes, estruturas fundamentais na infraestrutura viária, têm como principal função facilitar a passagem sobre obstáculos naturais, como rios, vales ou desfiladeiros, proporcionando conectividade e acessibilidade.

As pontes garantem a travessia segura de pessoas e veículos, enfrentando desafios como vento, chuva e variações de temperatura. Suas formas, materiais e técnicas de construção variam de acordo com as necessidades e características geográficas e culturais de cada local.

A inclinação das pontes, por exemplo, pode estar relacionada tanto à estética quanto à funcionalidade. Em regiões onde a topografia é mais acidentada, é comum encontrar pontes com arcos altos e vãos amplos, enquanto, em áreas de relevo plano, pontes mais planas são frequentemente adotadas.

Um exemplo emblemático é a Ponte Vecchio (Figura 2), em Florença, Itália, que atravessa o Rio Arno. Com seus arcos medievais e edifícios comerciais construídos ao longo de sua extensão, essa ponte representa um marco histórico e arquitetônico da cidade.

FIGURA 2. Ponte Vecchio



Fonte: Grmek (2010).

No que diz respeito aos materiais, as pontes podem ser construídas com uma variedade de elementos, incluindo concreto, aço, madeira e até mesmo bambu. Cada material possui suas próprias vantagens e desafios, influenciando a durabilidade, resistência e estética da estrutura.

A Figura 3 ilustra a conclusão da obra do Governo do Estado do Amazonas para interligar Novo Aripuanã e Apuí, por meio da ponte de madeira localizada na AM-174. Essa estrutura desempenha um papel crucial na interligação das comunidades locais e na facilitação do acesso a áreas remotas da região amazônica, priorizando o uso de madeira nativa em seu método construtivo, alinhado a uma abordagem sustentável.

Funcionalmente, a ponte oferece uma solução prática para transpor os rios da região, garantindo a travessia de veículos, pedestres e cargas, inclusive durante os períodos de cheias. A conclusão da construção de quatro pontes ao longo da rodovia AM-174, entre os municípios de Novo Aripuanã e Apuí, representa um marco para a região, atendendo às demandas da população local e das inúmeras comunidades produtoras situadas ao longo da rodovia. Essas estruturas

FIGURA 3. Ponte de madeira para interligar Novo Aripuanã e Apuí



Fonte: Governo do Estado do Amazonas (2021).

não apenas efetivam uma abordagem sustentável, ao priorizar materiais locais, mas também promovem o desenvolvimento econômico ao facilitar o escoamento da produção rural para os centros consumidores.

Um outro exemplo emblemático é a Ponte de Kintaikyo (Figura 4), localizada na cidade de Iwakuni, Japão. Com seus arcos de bambu e sua estrutura tradicional, essa ponte atravessa o Rio Nishiki-gawa e é uma das mais famosas do país. Construída originalmente em 1673 e reconstruída várias vezes ao longo dos séculos, a Ponte de Kintaikyo é um símbolo da engenhosidade humana e da harmonia com a natureza.

FIGURA 4. Ponte de Kintaikyo



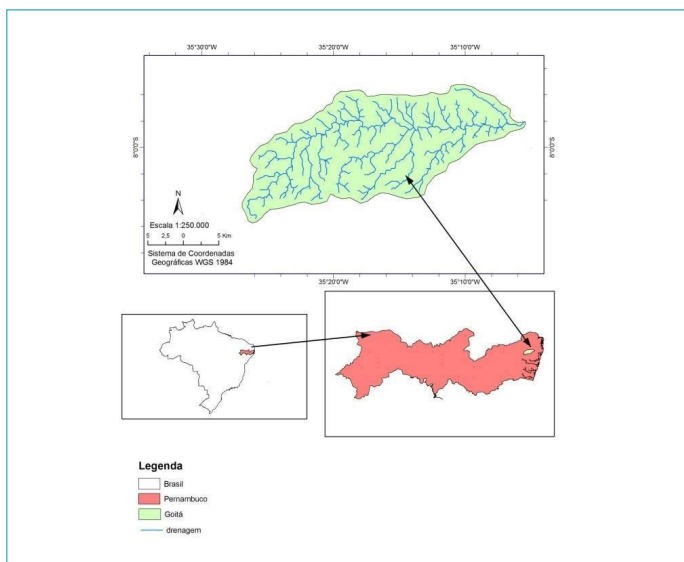
Fonte: Pavone (c. 2025).

As pontes representam não apenas soluções práticas para desafios de infraestrutura, mas também marcos culturais e arquitetônicos que refletem a criatividade e a engenhosidade humanas. Ao aplicar os princípios da Geometria Descritiva na representação de pontes, é possível capturar sua beleza e complexidade de forma precisa e detalhada.

Ponte sobre o Rio Goitá

Após extensas análises sobre o traçado e as interseções do arco viário, a terceira alternativa foi selecionada devido ao seu baixo impacto ambiental. Entre as áreas de interseção, a ponte sobre o Rio Goitá (Figura 5), no município de Paudalho, foi escolhida com base na estimativa da vulnerabilidade à erosão hídrica da bacia do Rio Goitá-PE, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

FIGURA 5. Bacia Hidrográfica do Rio Goitá



Fonte: Governo do Estado de Pernambuco ([20--]).

Durante as análises, reconheceu-se a importância de adotar alternativas que reduzissem os impactos ambientais não apenas no traçado do arco viário, mas também no projeto em si. Por isso, optou-se por substituir os materiais convencionais, como o aço, o concreto e o concreto armado, por uma opção mais sustentável: o bambu. Este material emergiu como uma excelente alternativa para a estrutura, oferecendo resistência, maleabilidade e uma pegada ambiental significativamente menor.

O bambu possui propriedades únicas que o tornam ideal para a construção civil, apresentando características semelhantes às do aço, especialmente em relação à tração. Sua escolha reforça o compromisso com a sustentabilidade, considerando não apenas sua resistência e maleabilidade, mas também sua rápida taxa de crescimento, alta produtividade e baixo peso. Sendo uma proposta inovadora em fase de idealização, o projeto de uma ponte rodoviária com bambu estrutural ainda exige mais etapas de estudo. Seriam necessárias análises de viabilidade construtiva e de dimensionamento avançados, com o apoio de simulação numérica e de ensaios experimentais. Esses estudos permitiriam avaliar a resistência do material a esforços mecânicos e à fadiga, validando, assim, a proposta geral e a diversidade dos detalhes técnicos.

Apesar das vantagens do bambu, é importante ressaltar que este material apresenta algumas limitações, como sua durabilidade natural. Contudo, está-se focado em pesquisar soluções de revestimento que minimizem esses impactos, garantindo a longevidade e a eficácia da estrutura. Nesse sentido, considerou-se o asfalto de borracha como uma escolha promissora para revestir a ponte de bambu.

O asfalto de borracha é produzido a partir do reaproveitamento de pneus descartados, contribuindo para reduzir o acúmulo desses materiais no meio ambiente. Além disso, sua durabilidade é notável, sendo 40% mais resistente que

o asfalto convencional, além de suas propriedades antissísmicas que aumentam a vida útil da ponte e minimizam a necessidade de manutenção.

Metodologia

Ao propor o desenvolvimento de uma solução de infraestrutura sustentável para um trecho do Arco Viário Metropolitano do Recife, o processo metodológico foi estruturado em etapas sequenciais, visando alcançar tanto os objetivos técnicos do projeto quanto os objetivos educacionais de aprofundamento e aplicação prática do conhecimento.

Com base nos objetivos educacionais da atividade, o intuito foi aplicar conceitos práticos de topografia, geoprocessamento e desenho de infraestrutura viária, desenvolvendo competências no uso de *softwares* de engenharia como o Civil3D. O processo exigiu a análise e interpretação de dados de diversas fontes, como relatórios de impacto ambiental (RIMA) e bancos de dados geográficos (BDGEX). Um pilar central da atividade foi a integração dos princípios de sustentabilidade ao longo do projeto, especialmente na pesquisa em design de projetos específicos de Engenharia Civil e na seleção de materiais eficientes para a construção.

Para a obtenção dos resultados, o projeto foi dividido em fases tratando da fundamentação teórica e da contextualização do problema, da análise geoespacial e topográfica, do desenvolvimento e modelagem digital do projeto, da análise e seleção de materiais sustentáveis, e por fim da análise dos resultados.

O ponto de partida do projeto foi uma aprofundada revisão bibliográfica sobre o Arco Viário, buscando compreender sua importância estratégica, os benefícios socioeconômicos, como a redução de congestionamentos na BR-101, e os desafios ambientais associados. Essa fase inicial foi crucial para justificar a necessidade de uma solução de engenharia

inovadora e sustentável. Para embasar tecnicamente a proposta, foram coletados e analisados dados geográficos da área de estudo, utilizando o Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) para mapear o curso do rio Goitá e os modelos digitais de terreno da plataforma Pernambuco Tridimensional (PE3D) para detalhar a topografia local. As coordenadas do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) foram integradas para garantir a precisão locacional do traçado.

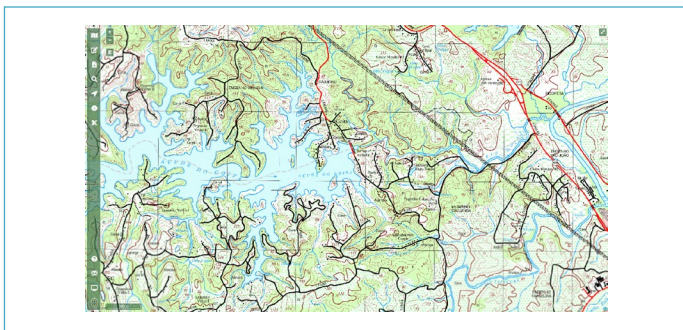
Com base na análise topográfica, o projeto foi desenvolvido e modelado digitalmente no *software* Civil3D da *Autodesk*, que permitiu a criação de um desenho técnico preciso para a estrada e a ponte sobre o rio Goitá, respeitando as características da região e as normas vigentes. Um aspecto central desta etapa foi a seleção de materiais alinhada ao objetivo de sustentabilidade. Optou-se pelo uso do bambu na estrutura da ponte, devido à sua resistência comparável ao aço e rápida regeneração, e pelo asfalto de borracha, produzido a partir do reaproveitamento de pneus, para o revestimento da via, considerando sua alta durabilidade e contribuição para a redução de resíduos.

A etapa final consistiu na análise dos resultados, na qual o modelo digital foi avaliado segundo os critérios estabelecidos no início do projeto. Verificou-se a viabilidade técnica da solução, sua conformidade com a topografia local e, principalmente, o cumprimento dos objetivos de sustentabilidade por meio da inovação na escolha dos materiais.

Resultados e discussão

A revisão da literatura revelou uma gama de informações relevantes sobre a importância do projeto do arco viário proposto, assim como seus possíveis impactos ambientais e socioeconômicos. Os estudos revisados ofereceram uma visão mais abrangente dos desafios e oportunidades associados

FIGURA 6. Curso hidrográfico do Rio Goitá

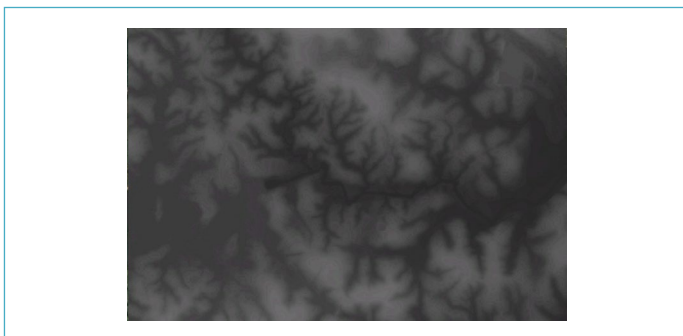


Fonte: Banco de Dados Geográficos do Exército ([20--]).

ao desenvolvimento da infraestrutura viária na região, ressaltando a necessidade de adotar abordagens sustentáveis e mitigadoras de impactos. Ao utilizar os dados hidrográficos disponíveis no BDGE_x, conseguimos realizar uma análise detalhada do curso do Rio Goitá (Figura 6). A integração desses dados com as coordenadas fornecidas no RIMA nos proporcionou uma melhor compreensão da geografia local e das possíveis interações com o projeto do arco viário.

A análise topográfica, baseada em modelos digitais de terreno (Figura 7), fornecidos pela PE3D, nos permitiu

FIGURA 7. Modelo Digital de Terreno



Fonte: Plataforma Pernambuco Tridimensional (2016).

compreender em detalhes o relevo e a topografia da área de estudo. Essa análise foi essencial para orientar o desenvolvimento do projeto de estrada e ponte, assegurando sua conformidade com as características naturais da região e com os princípios de segurança e sustentabilidade.

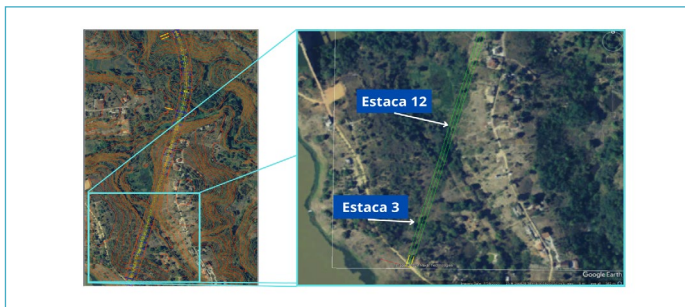
O projeto da estrada e da ponte foi realizado levando em consideração as características topográficas da região e os requisitos do projeto (Figuras 8 a 10). A integração de dados geoespaciais e técnicas de modelagem computacional permitiu uma abordagem eficaz e otimizada da infraestrutura viária, com ênfase nas normas vigentes, segurança e sustentabilidade.

FIGURA 8. Desenho de curva de nível e ponte



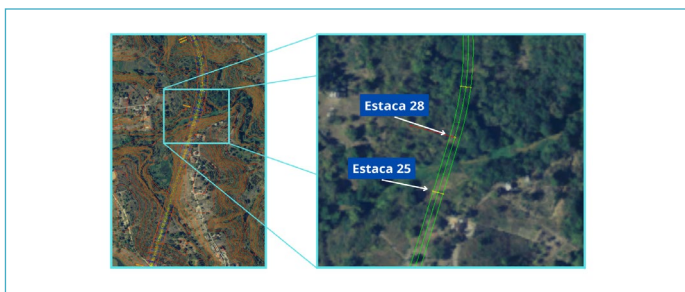
Fonte: os autores (2024).

FIGURA 9. Detalhe por onde passa a primeira ponte



Fonte: os autores (2024).

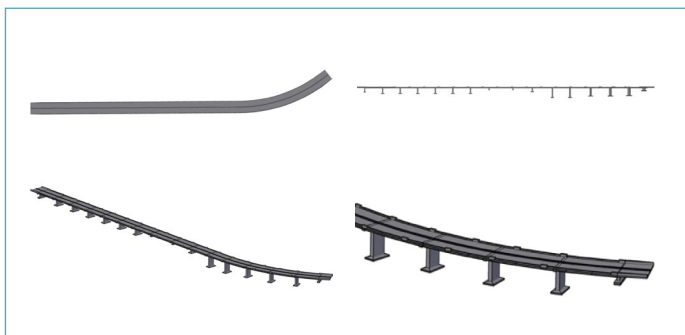
FIGURA 10. Detalhe por onde passa a ponte sobre o Rio Goitá



Fonte: os autores (2024).

A Figura 11 apresenta vistas em planta e lateral, para facilitar a compreensão da construção da estrada com as duas pontes, incluindo vistas frontal e traseira da estrada, em escala 1:10. A estrutura das pontes foi meticulosamente concebida com o objetivo de assegurar máxima resistência e segurança. Para reforçar essa estrutura, estão previstos pilares a cada 10 metros, totalizando oito pilares ao longo de cada ponte: um no início, outro no término e seis distribuídos ao longo da extensão, destinados a proporcionar suporte adicional e assegurar a estabilidade da estrutura,

FIGURA 11. Desenho técnico da ponte em diversas vistas



Fonte: os autores (2024).

como apresentado na Figura 11. No caso específico da ponte sobre o Rio Goitá, as fundações dos pilares serão estrategicamente posicionadas para garantir a estabilidade, com suas bases submersas nas águas do rio.

A seleção de materiais sustentáveis foi um aspecto crucial durante o desenvolvimento do projeto. Essa escolha não apenas contribui para minimizar o impacto ambiental da obra, mas também promove o uso de recursos renováveis e locais.

Considerações finais

O estudo se propôs a conceber uma solução de infraestrutura sustentável para a ponte sobre o Rio Goitá, inserida no contexto do Arco Viário da Região Metropolitana do Recife. O objetivo central foi alinhar as necessidades de desenvolvimento econômico à melhoria da mobilidade urbana. Ao mesmo tempo, buscou-se manter um forte compromisso com a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais, por meio da aplicação de conceitos da Geometria Descritiva e da inovação na escolha de práticas projetuais e materiais sustentáveis. A metodologia adotada partiu de uma revisão bibliográfica e da análise de dados geoespaciais e topográficos, seguindo para a modelagem digital da estrada e da ponte.

Os principais resultados obtidos incluem uma análise detalhada do curso do rio e da topografia local, utilizando dados do BDGEX e da plataforma PE3D, o que permitiu o desenvolvimento de um projeto técnico preciso no *software* Civil3D. O resultado mais notável, contudo, foi a seleção criteriosa de materiais sustentáveis: o bambu para a estrutura da ponte, por sua resistência e rápida regeneração, e o asfalto de borracha de pneu reciclado para o revestimento da via, por sua durabilidade e contribuição para a redução de resíduos.

Dessa forma, o projeto alcançou seus objetivos ao demonstrar, por meio de uma proposta técnica e visualmente representada, a viabilidade de conciliar o progresso da infraestrutura com a responsabilidade ambiental. A principal contribuição da pesquisa reside em apresentar uma alternativa inovadora para a construção de pontes rodoviárias, destacando o potencial do bambu como possível material estrutural e do asfalto de borracha como solução comprovada de pavimentação, estabelecendo um exemplo de práticas sustentáveis aplicáveis a grandes obras. Reconhece-se, no entanto, que o projeto se encontra em fase de idealização e apresenta limitações que necessitaram ainda de aprofundamento.

Para pesquisas futuras, sugere-se a realização de análises de viabilidade construtiva e de dimensionamento avançados, com o apoio de simulações numéricas e ensaios experimentais para validar a proposta geral. Seria fundamental, também, investigar e desenvolver soluções de revestimento que possam minimizar as limitações de durabilidade do bambu, garantindo a longevidade e a segurança da estrutura. A continuidade desses estudos é crucial para transformar esta proposta inovadora em uma solução prática e replicável para a infraestrutura viária.

Referências

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Agência Estadual de Meio Ambiente. [Bacia Hidrográfica do Rio Goitá]. Recife: CPRH, [20--].

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Relatório de impacto ambiental: arco viário da região metropolitana do Recife*. Recife: Governo do Estado de Pernambuco, 2012.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. Defesa Civil do Amazonas. Governo do Amazonas avança com a construção de pontes em Novo Aripuanã. *Defesa Civil do Amazonas*, Amazonas, 28 maio 2021. Disponível em: <https://www.defesacivil.am.gov.br/governo-do-amazonas-avanca-com-a-construcao-de-pontes-em-novo-aripuana/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

GRMEK, M. Ponte Vecchio. In: WIKIPEDIA: the free encyclopedia. *Ponte Vecchio*. 2010. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte_Vecchio#/media/Ficheiro:Firenze_02.jpg. Acesso em: 21 ago. 2025.

PAVONE, S. Ponte de Kintaikyo de Iwakuni, Japão no crepúsculo. *Dreamstime*, c2025. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-ponte-de-kintaikyo-de-iwakuni-jap%C3%A3o-image65473717>. Acesso em: 28 ago. 2025.

Casarão da Várzea – Recife

Diogo Felipe Alcantara de Araujo¹

Maria Fernanda Novaes de Souza Guimarães¹

Raiara Naiara da Silva¹

Victor Lucena Macedo¹

Introdução

O Casarão da Várzea representa um marco arquitetônico na cidade do Recife. Este edifício foi oficialmente reconhecido como Imóvel Especial de Preservação (IEP) em 2015, o que legalmente obriga sua conservação pela prefeitura. A técnica da Geometria Descritiva oferece as ferramentas essenciais para a representação fidedigna de estruturas tridimensionais, como edifícios históricos, permitindo a análise e o planejamento detalhado para projetos de preservação.

O problema central que motiva este trabalho é o avançado estado de abandono e deterioração do Casarão da Várzea, apesar de sua importância histórica e das proteções legais que possui, o edifício continua em decadência, minimizando gradativamente o seu potencial urbano e cultural. A relevância deste projeto se justifica pela necessidade urgente de valorizar e chamar a atenção para a preservação de patrimônios históricos. A revitalização do Casarão não apenas resgataria um bem cultural de valor, mas também traria benefícios econômicos, como a criação de empregos e o fomento ao turismo local. Iniciativas da sociedade civil, como

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

o movimento “Salve o Casarão”, surgido em 2016, reforçam a importância da causa ao promoverem ações para dar visibilidade ao abandono e propor novos usos para o espaço.

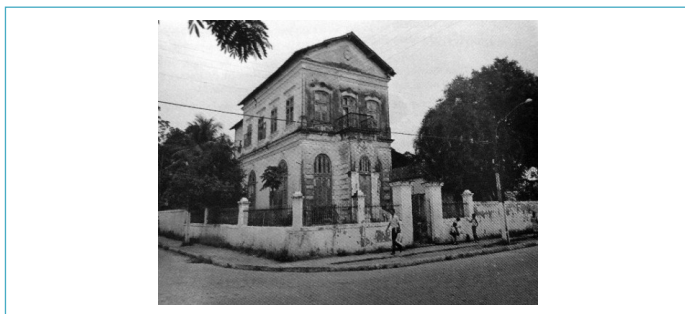
Diante deste cenário, o objetivo principal deste trabalho é realizar a modelagem e a prototipagem do telhado do Casarão da Várzea, utilizando ferramentas de Geometria Descritiva. Por meio dessa representação técnica detalhada, busca-se não apenas aplicar os conhecimentos da disciplina, mas também criar um instrumento de conscientização que alerte para a urgência de sua restauração pelos órgãos competentes, servindo como um lembrete visual do que pode ser recuperado e valorizado.

Desenvolvimento

Construído em 1905, o Casarão da Várzea (Figura 1) possui um estilo eclético, ou seja, apresenta como característica a junção de diversos outros estilos da arquitetura, além de ter forte influência inglesa, contribuindo assim para a sua importância arquitetônica.

Tendo em vista a relevância dessa construção para a cultura e a história de Recife, este projeto traz a dimensão e os diferentes planos e faces desse sistema, podendo, inclusive, colaborar em uma futura restauração.

FIGURA 1. Casarão da Várzea, 5 de outubro de 1987



Fonte: Silva Sobrinho (2013).

Contexto histórico

A inauguração aconteceu em 27 de maio de 1905, quando o Casarão foi erguido em estilo eclético, de influência inglesa, para fins comerciais, com o nome de Villa Therezinha. Em 1944, começou a funcionar como sede do primeiro hospital odontológico da América Latina, o Margitot, que oferecia serviços de clínica dentária especializada, cirurgia bucomaxilofacial, além de atendimentos para doenças da boca. Com a morte de seu fundador e sem apoio político, o hospital encerrou suas atividades no final de 1960.

Em 1992, o Casarão sobreviveu a um incêndio que comprometeu seriamente as estruturas do prédio, o qual teve boa parte das vigas de madeira queimadas, assim como a cobertura, as esquadrias e o piso interno de madeira. Depois desse atentado ao patrimônio arquitetônico, passou a ser ocupado por uma família em situação de vulnerabilidade, por meio da associação de moradores, durante aproximadamente vinte e um anos, com a intenção de resolver seu problema e, ao mesmo tempo, ocupar o local. A família foi retirada pela prefeitura em 2013, quando o imóvel foi desapropriado e, mais uma vez, o poder municipal não tratou de preservá-lo, aprofundando-se ainda mais o estado de abandono.

Esses eventos ocorreram em sequência ou concomitantemente, como as invasões das calçadas pelo comércio informal, formando-se uma feira, a qual a comunidade chama de feirinha, que, ao longo dos anos, vem se deslocando pelo bairro em busca de um local definitivo para se instalar. As pessoas depositam lixo no quintal e nos espaços laterais da edificação. Além disso, o mato, as bromélias e outras plantas, como os fícus, ocupam as áreas restantes. O abandono é perceptível desde o portão: faltam madeiras nas janelas e no teto, e diversos focos de *Aedes aegypti* podem ser observados por quem entra. A negligência também constitui um problema de saúde pública.

O Casarão se tornou um IEP em 2015, pela sua importância arquitetônica. Tal classificação impede a demolição e alterações de suas características originais, além de obrigar o proprietário — neste caso, a Prefeitura — a conservá-lo. Além disso, ele passou a integrar o Setor de Preservação Ambiental (SPA) da Zona Especial de Preservação Histórico-Cultural da Várzea e está no Setor de Sustentabilidade Ambiental (SSA) do entorno da Praça Pinto Damásio.

O arqueólogo Eduardo de Freitas Muniz, da UFPE, diagnosticou o prédio e mostrou que a restauração dele é possível. Segundo o estudo, a maior parte dos danos foi provocada justamente pelo abandono, e pouca coisa precisa ser de fato reconstruída, a necessidade maior está nos cômodos do primeiro andar, cujo piso despencou. Em dezembro de 2020, a Justiça acatou um pedido do Ministério Público de Pernambuco (MPPE) e determinou que a Prefeitura do Recife promovesse a restauração do edifício. Para isso, a gestão deveria elaborar um projeto específico para tal em 120 dias e finalizar as obras em dois anos, ou seja, em dezembro de 2023. Até hoje, contudo, os estudos sequer foram finalizados.

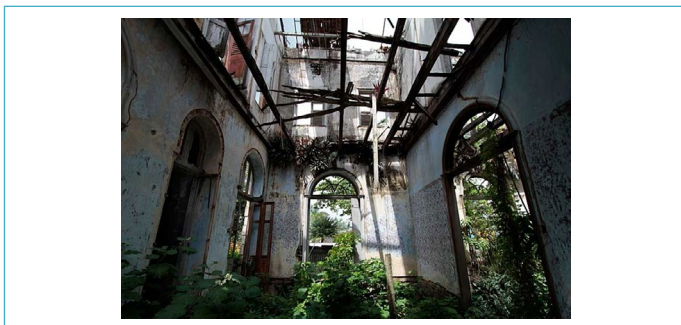
O movimento Salve o Casarão nasceu em 2016, com o intuito de relatar a situação de abandono descrita anteriormente e, desde então, promove ações culturais para dar visibilidade à causa (Figura 2). Em 2020, elaborou um projeto arquitetônico para reformá-lo, que prevê um estúdio para a rádio comunitária Magitot, um museu, assim como salas de estudo e administrativas do prédio. No entorno, está previsto um mercado público cultural para abrigar os feirantes, que atualmente ocupam as calçadas. Contudo, até março de 2024, quando este estudo foi feito, infelizmente, a estrutura segue em estado de decadência (Figuras 2 a 4).

FIGURA 2. Casarão da Várzea (fachada principal)



Fonte: Silva (2017).

FIGURA 3. Casarão da Várzea (interior)



Fonte: Silva (2017).

FIGURA 4. Casarão da Várzea (fachada principal)



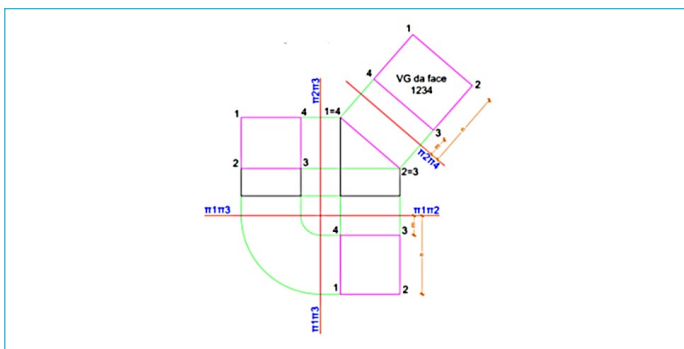
Fonte: Jailton Júnior (2023).

Geometria descritiva

A Geometria Descritiva é a técnica formalizada por Gaspard Monge (1746 - 1818), matemático francês que frequentou a escola militar de Mézière (Paris, França). Consiste no uso de diferentes planos no espaço, um vertical e outro horizontal, dividindo assim o espaço em quatro regiões chamadas de diedros, para que possa representar um objeto de três dimensões em uma folha de papel ou na tela de um computador, sendo fiel às suas dimensões e forma. Além disso, mesmo no caso em que haja alguma distorção nas dimensões do desenho do objeto, é possível obter sua Verdadeira Grandeza (VG) por meio de uma série de rebatimentos, feitos usando linhas de chamada, linhas perpendiculares à linha de terra do diedro a que pertencem, planos auxiliares e planos paralelos à face do objeto que estejam perpendiculares ao plano de projeção (Figura 5).

A técnica da geometria descritiva, então, permitiu que o desenho se tornasse mais acessível e difundido pelo mundo, já que, com sua implementação, não se era necessária a utilização de cálculos algébricos para se obter uma representação fidedigna de uma construção ou objeto.

FIGURA 5. Obtenção de verdadeira grandeza (vg)



Fonte: Lopes e Gusmão (2020, p. 147).

Técnica dos telhados

Um telhado pode ser entendido como um conjunto de planos que podem ser combinados ou até mesmo sobrepostos, para que a edificação e seus habitantes sejam protegidos do intemperismo causado pelos elementos naturais, garantindo que móveis, estruturas e decorações permaneçam intactos.

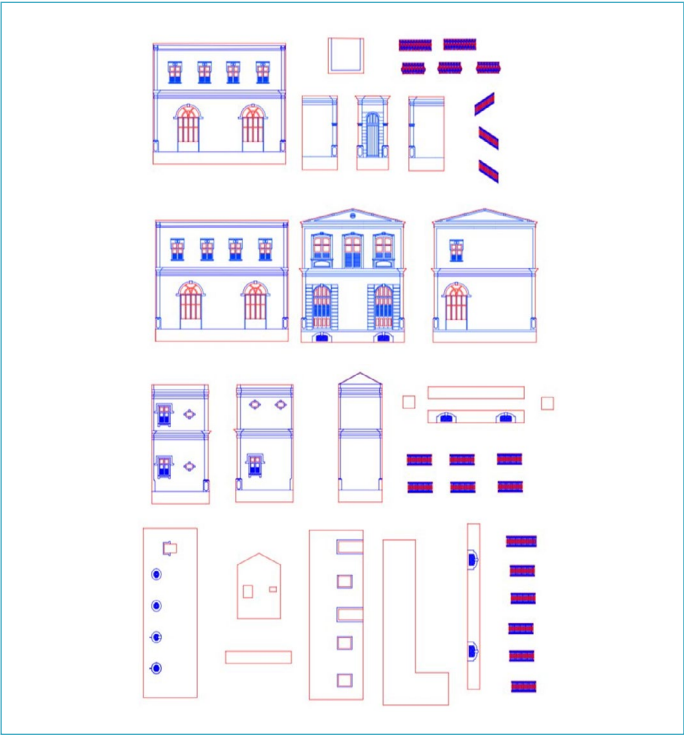
O telhado do Casarão da Várzea foi severamente comprometido pelo incêndio ocorrido em 1992: suas vigas, esquadrias e cobertura já não existem. Entretanto, por meio de pesquisas, foi possível identificar que o Casarão possuía abertura oval na fachada, muros baixos com gradil, afrescos com motivos florais nas paredes internas e guarda-corpo de ferro com motivos fitomorfos. Nas varandas, destacavam-se o porão alto com grade de chumbo, também com motivos fitomorfos, além de pés-direitos altos. O edifício ainda se caracteriza pelo uso de arcos plenos e olhais.

Recursos tecnológicos e métodos de produção

Em um projeto arquitetônico tão ambicioso quanto o nosso, rico em detalhes, torna-se necessário o uso de diversas ferramentas tecnológicas. A princípio, buscamos informações sobre a planta baixa do edifício e, a partir disso, utilizamos o *software* AutoCAD para desenhar toda a estrutura, incluindo os detalhes de cada parede, piso e grade. Esses arquivos, então, foram aplicados na cortadora a laser (Figuras 6).

A cortadora a laser, por meio do calor, realiza cortes de alta precisão (Figura 7). O corte a laser é um processo de separação térmica no qual o material, ao ser atingido pelo feixe de laser, aquece-se até se derreter ou se vaporizar completamente. Depois que o feixe transpassa por completo o material em determinado ponto, inicia-se o processo de corte propriamente dito. O sistema, então, segue a geometria selecionada,

FIGURA 6. Representação do Casarão da Várzea no software AutocAD



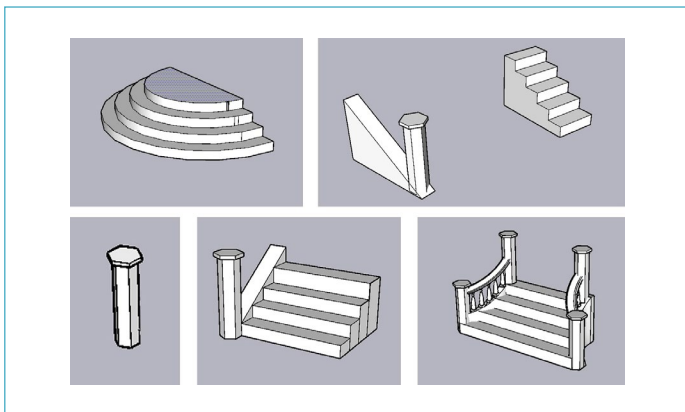
Fonte: os autores (2024).

FIGURA 7. Imagem da cortadora a laser



Fonte: os autores (2024).

FIGURA 8. Representação das escadas do Casarão da Várzea no software SketchUp



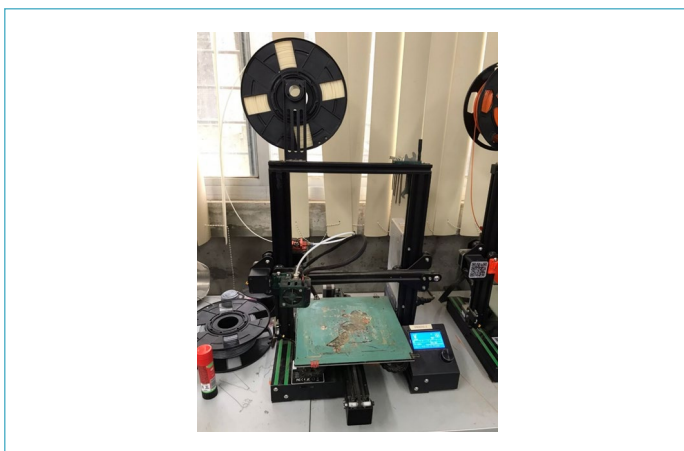
Fonte: os autores (2024).

separando o material. Dependendo da aplicação, os gases gerados pelo processo podem ter efeito benéfico no resultado.

Juntamente ao AutoCAD, utilizamos outro *software*, o *SketchUp*, desta vez para recriar as escadas e algumas peças que ligam as grades, por meio da impressão 3D (Figura 8). A impressão 3D é o nome dado a uma série de técnicas que permitem reproduzir objetos em três dimensões. Após a prototipagem digital, as peças tornam-se físicas a partir desse processo, incluindo detalhes como fendas, formas e cores. Por seu caráter versátil, a prototipagem rápida atende a diferentes finalidades, sendo a mais comum a impressão de artigos únicos, projetados para o uso de uma pessoa ou de um pequeno grupo.

Assim como uma impressora comum libera jatos de tinta em quantidades e formatos específicos para formar imagens e letras, a impressora 3D injeta diferentes materiais para compor um objeto (Figura 9). A diferença é que, em vez do papel, a impressão ocorre em uma bandeja, onde as máquinas modernas imprimem os itens.

FIGURA 9. Impressora 3D



Fonte: os autores (2024).

Quanto ao material usado na cortadora a laser, optamos pelo papel-pinho para a representação física das paredes, pisos e grades do Casarão, devido aos detalhes do desenho técnico, que teriam um melhor resultado nesse material. Ademais, escolhemos o papel ondulado para a representação física dos telhados, idealizando, assim, algo muito próximo da representação obtida através do AutoCAD.

Metodologia

A proposta pedagógica consistiu na modelagem e prototipagem do telhado de um edifício histórico, o Casarão da Várzea, visando não apenas à aplicação técnica dos conteúdos teóricos da disciplina de Geometria Descritiva, mas também à sensibilização para a preservação do patrimônio histórico e cultural. Para alcançar os objetivos propostos, tanto os educacionais quanto os de pesquisa e extensão, o percurso metodológico foi estruturado em etapas: pesquisa documental e fundamentação teórica, modelagem digital,

prototipagem, materialização e, por fim, montagem e finalização da maquete física.

O desenvolvimento do projeto iniciou-se com uma pesquisa exploratória e descritiva para aprofundar o conhecimento sobre o Casarão da Várzea, buscando compreender seu valor histórico, arquitetônico e social. Nesta etapa fundamental, foi realizado um levantamento bibliográfico e documental que permitiu a coleta de subsídios essenciais para a modelagem, como plantas baixas, imagens de fachada, cortes e registros históricos. A investigação abrangeu toda a trajetória do edifício, desde sua construção em 1905 até sua função como hospital odontológico e seu subsequente estado de abandono, que motivou a criação de movimentos sociais em prol de sua restauração.

Com os dados coletados em mãos, o projeto avançou para a fase de modelagem digital, na qual as informações bidimensionais foram traduzidas em representações tridimensionais fidedignas, aplicando os princípios da Geometria Descritiva. Para isso, o *software* Autocad foi empregado na vetorização de plantas e fachadas, criando desenhos técnicos detalhados da estrutura, paredes, pisos e grades. A complexidade dos detalhes arquitetônicos tornou a prevenção de linhas sobrepostas um desafio técnico, enquanto o *SketchUp* foi utilizado para modelar elementos tridimensionais específicos, como escadas e peças de ligação, destinados à impressão 3D. Uma dificuldade metodológica significativa nesta fase foi a inconsistência entre as medidas obtidas de diferentes fontes, uma consequência do estado deteriorado do edifício, que exigiu um cuidadoso trabalho de análise e compatibilização dos dados.

A etapa seguinte consistiu na materialização do modelo digital em um protótipo físico, utilizando tecnologias de fabricação digital para transformar o estudo geométrico em uma maquete tangível. As peças planas desenhadas no

AutocAD, como paredes e pisos, foram produzidas em papel pinho por meio de uma cortadora a laser, técnica escolhida por sua alta precisão na reprodução dos detalhes. Para o telhado, optou-se pelo papel ondulado a fim de simular a textura original. Componentes mais complexos e ornamentais, modelados no *SketchUp*, foram fabricados em uma impressora 3D, uma vez que essa tecnologia é ideal para a criação de formas detalhadas.

Por fim, o trabalho foi concluído com a montagem manual da maquete, um processo que demandou atenção e cuidado para o encaixe preciso de todas as peças. As partes cortadas a laser foram pintadas com tinta acrílica nas cores bege, vermelha e branca para representar a estética do edifício. Detalhes finais foram adicionados para aumentar o realismo, como o uso de palitos para dar sustentação à estrutura do telhado e pedaços de garrafas PET recortados para simular os vidros das janelas.

A análise dos resultados foi realizada de forma qualitativa, avaliando o sucesso da maquete em representar fielmente o Casarão da Várzea e em demonstrar seu potencial como artefato de conscientização da importância pedagógica, social e cultural.

Considerações finais

O projeto partiu da proposta de realizar a modelagem e a prototipagem do telhado do Casarão da Várzea, um Imóvel Especial de Preservação (IEP) de grande relevância arquitetônica no Recife. O objetivo principal foi utilizar as técnicas da disciplina para chamar a atenção para o avançado estado de abandono do edifício e reforçar a urgência de sua restauração pelos órgãos competentes. Para isso, a metodologia envolveu desde a pesquisa histórica até o levantamento de plantas, passando pela modelagem 2D e 3D em *softwares* específicos e pela produção de uma maquete física detalhada.

O resultado mais significativo foi a construção da maquete, que serve como uma representação tangível do potencial do Casarão e um lembrete visual de sua importância. O processo de construção permitiu o desenvolvimento de habilidades práticas em modelagem e prototipagem, utilizando tecnologias como a cortadora a laser e a impressão 3D para recriar com fidedignidade a estrutura e seus ricos detalhes. Dessa forma, o projeto atingiu seu objetivo ao não apenas aplicar os conceitos técnicos da Geometria Descritiva, mas também ao criar um produto com potencial para fomentar a conscientização sobre a preservação do patrimônio histórico.

A principal contribuição da pesquisa é, portanto, a criação de uma ferramenta visual que materializa a discussão sobre a necessidade de revitalização do Casarão da Várzea, destacando os benefícios culturais e econômicos que tal ação traria para a comunidade, como o impulso ao turismo e a valorização urbana local. Contudo, o estudo enfrentou limitações significativas, principalmente a dificuldade em trabalhar com medidas que se contradiziam nos arquivos disponíveis, consequência do estado deteriorado do edifício.

No futuro, sugere-se utilizar a base deste modelo para desenvolver um projeto executivo de restauro, em diálogo com as propostas já existentes, como a do movimento “Salve o Casarão”, que prevê dinâmicas sociais locais, fazendo com que o restauro do Casarão da Várzea torne-se realidade.

Referências

JAILTON JÚNIOR. [Casarão da Várzea: fachada principal]. In: MORAES, K. Abandonado, Casarão da Várzea vira banheiro público e desperdiça potencial urbano e cultural. *Jornal do Comércio*, Recife, 29 set. 2023. Disponível em: <https://jc.uol.com.br/pernambuco/2023/09/15605252-abandonado-casarao-da-varzea-vira-banheiro-publico-e-desperdica-potencial-urbano-e-cultural.html>. Acesso em: 21 ago. 2025.

LOPES, A. V. F.; GUSMÃO, M. B. R. *Gráfica tridimensional para engenharia e arquitetura*: material de uso na disciplina. Recife, 2020. Disponível em: https://labgraf.weebly.com/uploads/9/7/5/2/97526188/materiais_e_instrumentos_ggt.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.

SILVA SOBRINHO, M. F. *Várzea*: lembranças de um tempo que se foi. Recife: Bagaço, 2013.

SILVA, A. W. F. Salve o Casarão da Várzea. *Vitruvius*, São Paulo, 17 jan. 2017. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/17.198/6389>. Acesso em: 21 ago. 2025.

Mosteiro de São Bento – Olinda

Adrielly Fernanda Ventura Villas Bôas¹

Dário Serafim do Nascimento Júnior¹

Krissia Vitória do Nascimento Moraes¹

Rodolfo Rogério da Silva¹

Introdução

O Mosteiro de São Bento, localizado em Olinda, Pernambuco, é uma das mais antigas e grandiosas edificações religiosas do Brasil, constituindo um dos maiores marcos da arte barroca no país. Sua arquitetura colonial e decoração artística desempenham um papel fundamental na preservação da cultura e das tradições católicas no Nordeste, além de consolidá-lo como um importante ponto turístico que fomenta a economia local. A análise e a representação de estruturas complexas como esta são viabilizadas pela Geometria Descritiva.

O problema central deste projeto foca na manutenção do telhado do mosteiro. Sendo a cobertura a parte da edificação mais exposta às ações do tempo, sua conservação é essencial para resguardar a integridade de todo o patrimônio histórico. Diante disso, o desafio é propor uma solução de manutenção que aumente a resiliência do telhado sem comprometer suas características estéticas originais.

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

A relevância deste estudo é multifacetada. Primeiramente, ele aborda a preservação de um patrimônio de imenso valor histórico e cultural para o Brasil. Em segundo lugar, o projeto possui uma justificativa acadêmica, pois permite ao grupo de estudantes aplicar na prática os conceitos teóricos da disciplina de Geometria Descritiva, aprofundando o conhecimento sobre o uso de *softwares* e modelos construtivos. Por fim, a pesquisa contribui com uma proposta técnica que visa solucionar uma vulnerabilidade real da edificação, promovendo sua longevidade.

Diante do exposto, o objetivo principal deste projeto é aplicar os conceitos teóricos da Geometria Descritiva na criação de uma maquete física fidedigna do Mosteiro e da sua cobertura, utilizando tecnologias de modelagem digital e de prototipagem. Adicionalmente, o estudo busca questionar os materiais e a estrutura do telhado colonial existente, propondo uma solução inovadora para aumentar durabilidade e resistência sem alterar suas características estéticas originais. Por fim, o trabalho incorpora uma dimensão de sustentabilidade ao empregar plástico reciclado na confecção de alguns componentes da maquete, conectando o conhecimento técnico à consciência ambiental.

Fundamentação teórica

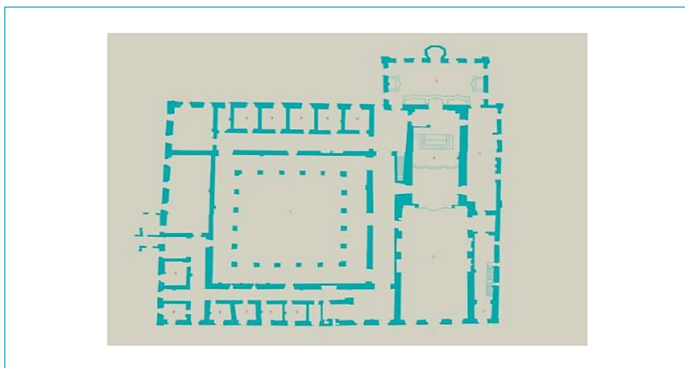
A chegada da Ordem de São Bento está registrada no ano de 1592, a convite de Jorge de Albuquerque Coelho, terceiro donatário da Capitania de Pernambuco. Em 1597, iniciou-se a construção do edifício nas terras do Sítio Olaria, localizado em um lugar conhecido como Varadouro da Galeota, sendo concluída dois anos mais tarde, em 1599. O primeiro templo, conhecido como Mosteiro do Patriarca São Bento da Vila de Olinda, foi incendiado e reduzido a ruínas, em 1631, após o início das invasões holandesas. Com a retirada

dos flamengos, em 1654, os beneditinos puderam retornar ao seu local de culto, sendo a edificação totalmente reconstruída entre os anos de 1688 e 1692.

Na segunda metade do século XVIII, foi realizado um novo e mais completo trabalho de reconstrução no Mosteiro de São Bento, conferindo ao templo as feições que vemos atualmente. Toda a sua decoração também foi refeita, à semelhança do que se observa no Mosteiro de Tibães, em Portugal, que em 1567 tornou-se a casa-mãe da Ordem de São Bento, de onde vieram os beneditinos brasileiros. Esta igreja é um dos templos mais grandiosos do país e constitui um dos maiores marcos da arte barroca.

O início das obras vincula-se ainda a uma corrente maneirista, trata-se de uma nova linguagem das formas que surge no século XVI, na Itália, e que rapidamente conquista a Europa: todos querem “fazer à maneira dos grandes mestres”. Foi a essa corrente que se chamou Maneirismo. Contudo, o Barroco haveria de triunfar nas numerosas obras desenvolvidas ao longo da segunda metade do século XVII e durante todo o século XVIII. A Figura 1 apresenta o modelo da planta baixa do Mosteiro de São Bento.

FIGURA 1. Planta baixa do Mosteiro de São Bento



Fonte: IPHAN (C2014)

Geometria descritiva

Trata-se de um ramo da geometria que tem por propósito representar figuras tridimensionais sobre um plano e, dessa forma, descobrir as medidas referentes às distâncias, áreas, ângulos e volumes. Seu fundador é o matemático francês Gaspard Monge (Beaune, 10 de maio de 1746 – Paris, 28 de julho de 1818). Sua criação foi originalmente utilizada apenas na engenharia militar e só foi apresentada publicamente em 1794, na Escola Normal Superior de Paris.

No Brasil, foi introduzida na Real Academia Militar em 1º de abril de 1812, sendo ensinada pelo professor 2º tenente José Vitorino de Santos e Souza (Dagostim, 1994). Atualmente, essa metodologia de resolução de problemas que tratam de figuras no espaço é lecionada no ensino superior, estando presente em currículos de Arquitetura, Engenharia e outras áreas.

Telhados

O telhado é a parte da construção mais exposta e, por sua vez, tem como principal objetivo resguardar a estrutura das ações do tempo, como sol, chuva e vento, além de promover conforto, tanto acústico quanto térmico.

A cobertura do Mosteiro de São Bento trata-se de um telhado colonial (Figura 2) com telhas de cerâmica, também conhecidas como telhas de barro. Suas vantagens incluem a baixa manutenção, boa durabilidade e rapidez na instalação, permitindo que o profissional encaixe uma telha na outra, além de prevenir infiltrações, graças ao seu canal profundo, que impede a acumulação de água no telhado. Todavia, suas desvantagens incluem resistência moderada ao vento e a impactos, necessidade de uma estrutura reforçada devido ao peso do material e exigência de uma inclinação mínima de 30%.

FIGURA 2. Telhado de cerâmica colonial



Fonte: Como [...] (2022).

Proposta para o telhado

Visando aumentar a resistência e a durabilidade das telhas, é proposta a criação de telhas coloniais de cimento cobertas com barro, dessa forma, não seria alterado o visual do telhado original. As vantagens por optar pelas telhas de concreto incluem: maior resistência a pressões e impactos, já que esta aguenta até 240 kg, enquanto as de cerâmica suportam até 130 kg, além de não absorverem tanta água, evitando, então, a possibilidade de infiltração.

Metodologia

O projeto foi montado a partir de vistas aéreas do edifício, planta baixa e fotografias, utilizando proporção para obter medidas. Além disso, foi realizada, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica acerca da história do mosteiro, também com o objetivo de conseguir elementos que pudessem fornecer material sobre as medições.

Tentamos ter acesso ao acervo do mosteiro para obter mais informações sobre o edifício. Para isso, fizemos uma visita guiada ao mosteiro, a fim de conseguir imagens melhores de algumas áreas que não são possíveis de visualizar nas imagens disponíveis na internet. Contudo, não conseguimos o acesso ao acervo, pois o responsável não estava disponível.

Em seguida, por meio dos dados alcançados, foram produzidas as vistas e a modelagem da cúpula da edificação, pois é através delas que será possível alcançar o objetivo final: o protótipo do telhado. Para isso, foi feita a impressão da peça e sua montagem, resultando na maquete representativa.

Softwares utilizados

Os *softwares* utilizados foram: o Google Earth (Figura 3), AutoCAD e SketchUp. Com o *Google Earth* (Figura 3), foram obtidas medidas, uma vez que se trata de uma edificação antiga e que quase não há referências sobre ela.

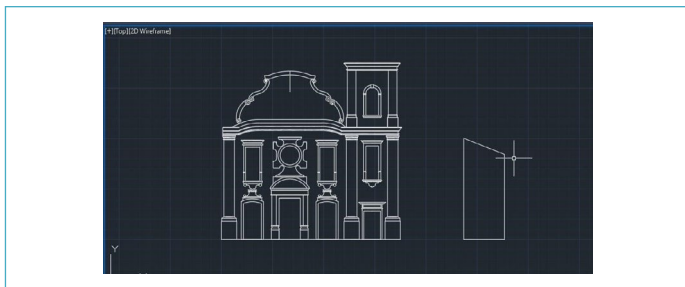
FIGURA 3. Vista do Mosteiro de São Bento pelo Google Earth



Fonte: Google Earth ([20--]).

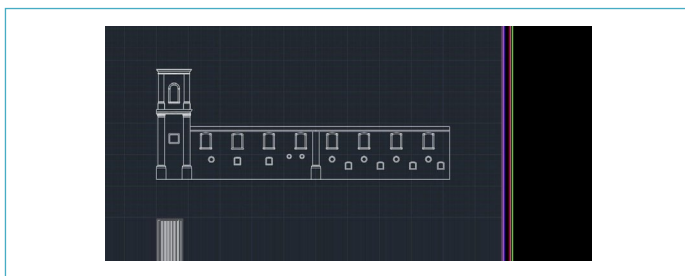
Com as medidas, foram utilizados o AutocAD para desenhar as vistas (Figuras 4 a 6) e o *SketchUp* para realizar a modelagem 3D (Figura 7).

FIGURA 4. Fachada do Mosteiro de São Bento através do AutocAD



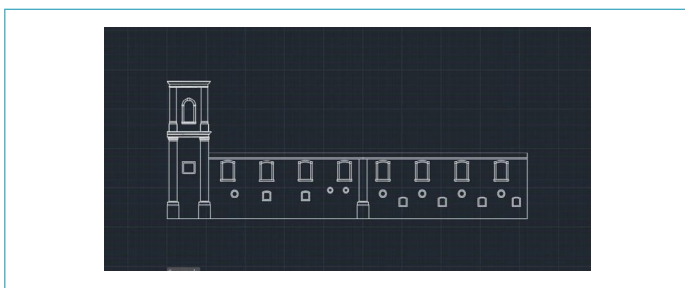
Fonte: os autores (2023).

FIGURA 5. Vista Frontal do Mosteiro de São Bento através do AutocAD



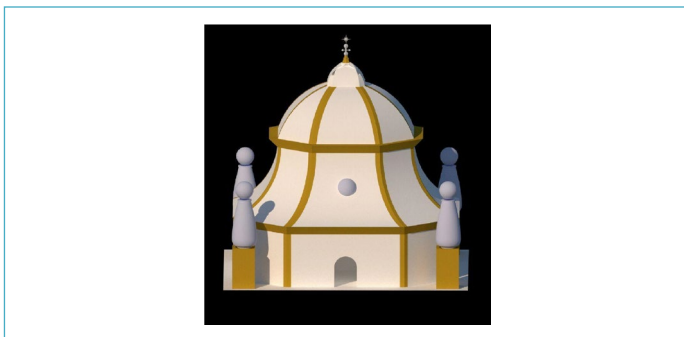
Fonte: os autores (2023).

FIGURA 6. Vista lateral do Mosteiro de São Bento através do AutocAD



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 7. Modelagem 3D do campanário do Mosteiro obtida pelo SketchUp



Fonte: os autores (2023).

Montagem

Utilizou-se o maquinário disponível no GREA 3D do CAC-UFPE para realizar cortes nas placas de papel pinheiro, formando assim a estrutura do edifício. Enquanto as marcações nas paredes laterais e traseira, assim como na fachada, foram reproduzidas na cortadora a laser; outros detalhes também foram feitos na cortadora a laser: os cortes nas placas de plástico reciclado (Figura 8), que se tornarão as portas e as janelas principais da fachada do mosteiro. O campanário foi produzido em impressora 3D.

FIGURA 8. Placa de plástico reciclado (realizada no Precious Plastic - CECINE - UFPE)



Fonte: os autores (2023).

Sustentabilidade

Refletindo sobre a grande importância da sustentabilidade para a preservação do meio ambiente, decidimos utilizar plástico reciclado do tipo PP5. Esses plásticos foram empregados na produção das portas e janelas da fachada do mosteiro, tendo em vista que o plástico é um material importante para um futuro mais sustentável, graças às características que o tornam ideal para diversas aplicações e com alto desempenho. No processo de produção, o plástico foi triturado, pesado e colocado na prensa térmica, formando uma placa. Em seguida, utilizamos a cortadora a laser para cortar a placa no tamanho desejado, mas, por não sabermos a potência certa, a máquina não cortou corretamente, sendo necessário finalizar o corte manualmente. Com as portas e janelas prontas, elas foram inseridas na maquete do mosteiro.

Considerações finais

Este projeto buscou desenvolver uma proposta inovadora de manutenção para o telhado do Mosteiro de São Bento, em Olinda, aplicando os conceitos da Geometria Descritiva. Para alcançar tal finalidade, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental sobre a história do edifício e uma análise de suas dimensões a partir de imagens e *softwares* como *Google Earth*, *AutoCAD* e *SketchUp*, permitindo a construção de uma maquete representativa da edificação completa do Mosteiro. A metodologia permitiu não apenas aprofundar os conhecimentos na disciplina, mas também ampliar o aprendizado sobre modelos construtivos renomados, por meio da elaboração de um protótipo físico.

Os resultados secundários do projeto incluem a criação de uma maquete com detalhes da fachada, como portas e janelas produzidas em plástico reciclado, e o bulbo do campanário,

modelado em 3D e feito em impressora 3D. Além disso, como proposta para o telhado, sugeriu-se a criação de telhas de cimento cobertas com barro, buscando aliar a estética original a uma maior durabilidade e resistência a impactos e infiltrações. O trabalho, portanto, atendeu aos seus objetivos ao aplicar os princípios da Geometria Descritiva na representação de uma estrutura tridimensional complexa e ao propor uma solução prática de manutenção.

A principal contribuição desta pesquisa reside na aplicação prática de conhecimentos teóricos em um estudo de caso de grande relevância histórica e cultural tombado pela UNESCO, como o Mosteiro de São Bento. Adicionalmente, o projeto demonstrou a viabilidade do uso de tecnologias de modelagem e impressão 3D para a representação arquitetônica e a incorporação de materiais sustentáveis, na confecção de elementos da maquete. Contudo, uma limitação notável foi a impossibilidade de acesso ao acervo do mosteiro, o que teria fornecido medições e detalhes mais precisos da edificação.

Assim, sugere-se para futuras pesquisas, a realização de um levantamento técnico detalhado *in loco* para a validação das medidas obtidas por meios indiretos. Estudos futuros poderiam, ainda, aprofundar a proposta de utilização de telhas compósitas, realizando ensaios de materiais para verificar sua eficácia mecânica e compatibilidade teórica com as regras de preservação do patrimônio histórico, bem como explorar outras aplicações de materiais reciclados na preservação e na representação do patrimônio arquitetônico.

Referências

COMO fixar painéis solares no telhado colonial? Existem métodos de fixação adequados para cada tipo de telhado. *Canal Solar*, 1 abr. 2022. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/como-fixar-paineis-solares-no-telhado-colonial/>. Acesso em: 1 set. 2025.

IPHAN. *Centro Histórico de Olinda (PE)*. IPHAN, c2014. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/8_rota_patrimonio_mosteiro_sao_bento_olinda_pe.pdf. Acesso em: 21 ago. 2025.

Referências complementares

COSTA, C. P. *Aspectos de conservação preventiva da Basílica de Nossa Senhora do Pilar em Ouro Preto*. 2016. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Conservação e Restauro) – Instituto Federal Minas Gerais, Ouro Preto, 2016. Disponível em: <https://restauro.ouropreto.ifmg.edu.br/wp-content/uploads/sites/33/2019/10/Camila-Pereira-Costa-Aspectos-de-conserva%C3%A7%C3%A3o-preventiva-da-Bas%C3%ADlica-de-Nossa-Senhora-do-Pilar-em-Ouro-Preto-.pdf>. Acesso em: 1 set. 2025.

CRUZ, D. C.; AMARAL, L. G. H.; BARREIRAS, B. A. *Apostila de geometria descritiva*. Bahia: Universidade Federal da Bahia Barreira, 2012.

PAULA, M. *Arquitetura Maneirista: origem, características, história e arquitetos. Sua Decoração*, 13 jun. 2022. Disponível em: <https://suadecoracao.com/arquitetura-maneirista/>. Acesso em: 1 set. 2025.

SANTOS, C. D. F. et al. Análise de conservação do patrimônio edificado: um estudo de caso na igreja da Madre de Deus, Recife - PE. *Revista Noctua*, [S. l.], p. 23-39, 2019. Disponível em: https://fundacaoparanabuc.org.br/arquivo/7bb43_Artigo_2_HenrySullasi_Noctua_2020_1.pdf. Acesso em: 1 set. 2025.

Estação Ferroviária de Bananal – São Paulo

João Carlos Galindo Vaz Filho¹

Thallys Manoel Santos Espíndola¹

Vinícius de Almeida Pessoa¹

Introdução

A Estação Ferroviária de Bananal, em São Paulo, constitui um importante patrimônio histórico e cultural, dotado de significativo valor arquitetônico e social para a região. A preservação da memória de tais edificações pode ser efetivamente alcançada por meio de sua representação, uma tarefa para a qual a Geometria Descritiva se mostra fundamental.

O problema de pesquisa central deste trabalho reside no desafio de aplicar as ferramentas da Geometria Descritiva para documentar e representar com fidedignidade um edifício histórico e a diversidade dos seus elementos arquitetônicos. A escolha da Estação Ferroviária de Bananal justifica-se pela necessidade de valorizar o patrimônio histórico único, um marco da história ferroviária nacional, contribuindo para sua conservação e divulgação. Ao criar a representação da Estação, é possível não apenas destacar suas características arquitetônicas únicas, mas também preservar sua memória de forma tangível.

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

Deste modo, o objetivo principal deste projeto é analisar e representar a Estação Ferroviária de Bananal através de técnicas geométricas, a fim de criar um modelo detalhado e preciso de sua estrutura arquitetônica. Especificamente, pretende-se aplicar os conceitos da Geometria Descritiva para construir um modelo fidedigno em escala que, ao final, resultará em uma maquete física da edificação original.

O trabalho parte da premissa de que a aplicação sistemática de técnicas de Geometria Descritiva, aliada ao uso de tecnologias contemporâneas, como *softwares* de desenho, de modelagem e de prototipagem, constitui um método eficaz para a documentação, análise e valorização de patrimônios arquitetônicos, permitindo a criação de representações fiéis que auxiliam na sua preservação e divulgação.

Desenvolvimento

A Estação Ferroviária de Bananal (Figura 1) foi inaugurada em 24 de dezembro de 1888, durante um período de grande expansão ferroviária no Brasil. Sua construção foi parte fundamental da ligação entre Bananal (SP) e Barra Mansa (RJ),

FIGURA 1. Vista frontal da Estação Ferroviária de Bananal, Bananal-SP



Fonte: Estação [...] (2015).

desempenhando papel importante no transporte de passageiros e mercadorias. Ao longo dos anos, a estação testemunhou diversas transformações históricas e sociais, tornando-se um marco da história ferroviária da região.

Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva é uma área da Matemática que se concentra na representação gráfica de objetos tridimensionais em um plano bidimensional. Utilizando projeções ortogonais e técnicas de perspectiva, é possível criar desenhos precisos e dimensionados de estruturas complexas. Neste projeto, são aplicados conceitos como projeção cilíndrica, projeção cônica e vistas ortogonais, entre outros, para representar a estação ferroviária de Bananal em seus detalhes arquitetônicos.

Telhados

Os telhados da estação ferroviária de Bananal são elementos arquitetônicos distintivos e de grande interesse no projeto de Geometria Descritiva. É realizada uma análise detalhada dos tipos de telhados presentes na estação, incluindo suas inclinações, materiais e geometria geral. A representação precisa dos telhados é essencial para a construção do modelo final da estação.

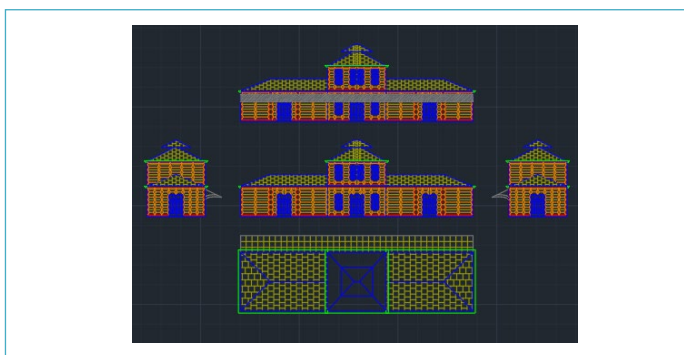
Metodologia

Primeiramente, fizemos o estudo por meio apenas da visualização da estação a partir de vistas aéreas (*Google Earth*), vistas frontal, laterais e traseira (*Google Maps*) e fotos históricas. Depois disso, começamos a tirar as medidas gerais das paredes, das portas, das janelas, do toldo, do telhado e dos detalhes que estão contidos nas paredes.

Desenho virtual (vistas e cortes). Depois de termos todas as medidas que precisávamos, começamos a desenhar de fato e a obter o desenho 2D da Estação Ferroviária de Bananal no AutoCAD (Figura 2). Foram alguns dias de trabalho para a conclusão das vistas em 2D no *software*, mas, enfim, conseguimos e chegamos aos resultados abaixo (Figuras 2 e 3).

Vistas

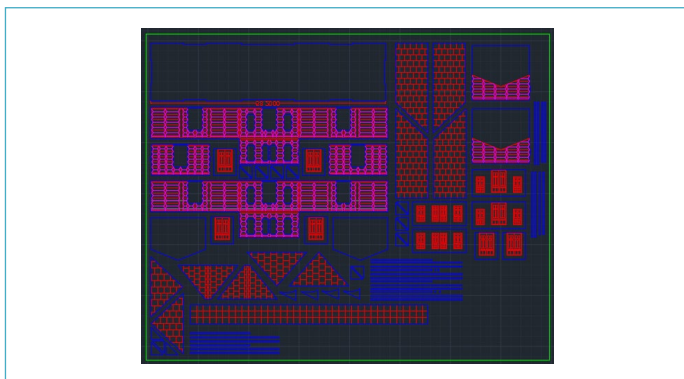
FIGURA 2. Vistas da maquete via AutoCAD



Fonte: os autores (2023).

Cortes

FIGURA 3. Cortes da maquete via AutoCAD

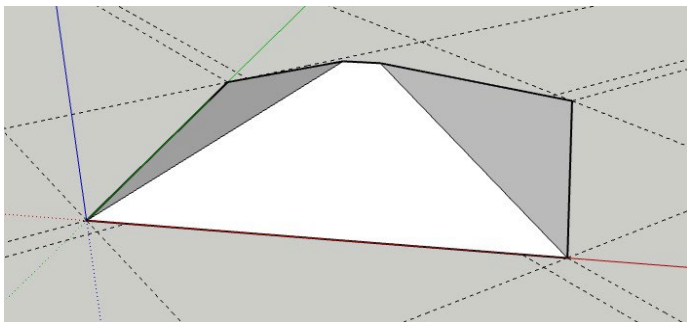


Fonte: Os autores (2023).

Modelação 3D

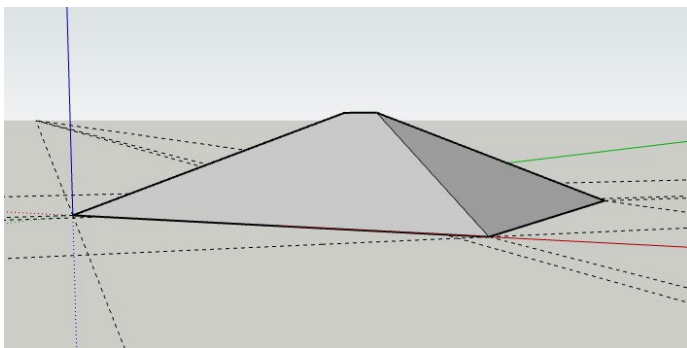
Optamos, até por questões de maior facilidade e melhor qualidade, por imprimir a parte superior do telhado (em formato piramidal) em impressora 3D. Para a construção digital e 3D do telhado, utilizamos o *software* de modelagem *SketchUp*. Seguem as imagens da modelagem 3D do telhado (Figuras 4 e 5):

FIGURA 4. Vista superior frontal da peça piramidal do telhado



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 5. Vista ortogonal da peça piramidal do telhado



Fonte: os autores (2023).

Com os arquivos prontos, tanto do AutoCAD (para os cortes da maquete) quanto da modelagem no *SketchUp* (para a impressão 3D do telhado), partimos, então, para a terceira etapa.

Cortes e impressão

Na terceira etapa, partimos para a ação e fomos ao laboratório, o GRE3D, para realizar o corte a laser na placa de papel pinheiro e a impressão 3D da peça superior do telhado. Por precaução, compramos duas placas de papel pinheiro para que, caso houvesse problemas durante o corte, tivéssemos uma placa reserva para corrigir possíveis erros. E assim ocorreu: no primeiro corte, algumas peças ficaram inviáveis de utilização por conta do ajuste não tão preciso na máquina, porém, reajustamos e cortamos as peças restantes da maneira correta.

Em seguida, fizemos a impressão 3D da peça superior do telhado, que, de primeira, ficou da forma que deveria.

Montagem

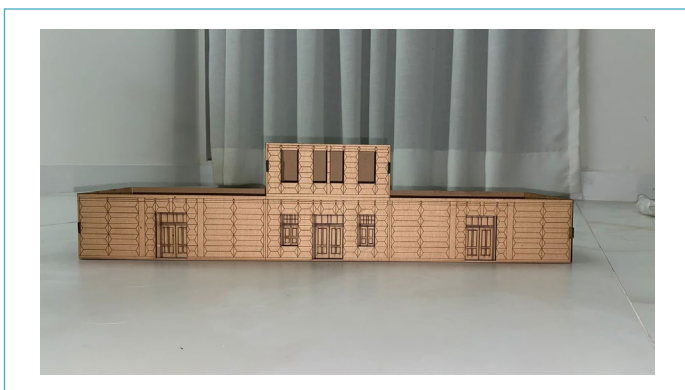
Com todas as peças em mãos, ficamos encarregados de realizar apenas a montagem parcial da maquete para fins de avaliação. E assim o fizemos. Seguem algumas imagens da maquete parcialmente montada (Figuras 6 e 7):

FIGURA 6. Vista ortogonal da montagem parcial da maquete



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 7. Vista frontal da maquete completa



Fonte: os autores (2023).

Banner

Por fim, faltava apenas elaborar e confeccionar um banner, no qual todas as informações sobre o andamento e a conclusão do projeto estariam contidas de forma resumida. Para isso, utilizamos um modelo padrão como referência, disponibilizado pelos professores na sala de aula virtual. A partir daí, elaboramos os textos e imagens que seriam utilizados e montamos o banner em formato digital (arquivo *PowerPoint*) com todas as informações necessárias do projeto.

Resultados e discussões

Ao final da pesquisa, realizada com o objetivo de compreender o contexto histórico da estação e obter dados e/ou documentos que pudessem contribuir para a representação da estrutura, obteve-se uma melhor noção do que se tratava a construção em questão e de suas dimensões. Com os processos de modelagem (desenho técnico em *softwares*) e de prototipagem (corte a laser das placas de papel pinheiro e impressão 3D de uma parte do telhado), foi possível construir

uma maquete real e o mais fidedigna possível, na escala 1:50, da edificação original, a Estação Ferroviária de Bananal.

Sabe-se que os telhados têm grande relevância histórica e cultural, não só para a arquitetura, mas também para a sociedade. Com o conhecimento adquirido a partir da pesquisa realizada inicialmente, conclui-se que o telhado, juntamente com toda a edificação, possui forte significado histórico, uma vez que apresenta uma arquitetura e um sistema construtivo (sistema *Danly*) peculiares no Brasil, pois foram importados da Bélgica.

Considerações finais

Este projeto foi norteado pelo objetivo de analisar e representar a histórica Estação Ferroviária de Bananal por meio da aplicação de técnicas de Geometria Descritiva. Como resultado central, foi desenvolvida uma maquete física que se mostrou o mais fidedigna possível à edificação original. Tal feito foi alcançado por meio de um processo metodológico que integrou a modelagem 2D no *software* AutocAD, a modelagem 3D no *SketchUp* e a prototipagem via corte a laser e impressão 3D. Dessa forma, os objetivos iniciais foram atingidos, uma vez que o trabalho permitiu não apenas a criação de uma representação detalhada do edifício, mas também a compreensão prática das ferramentas da Geometria Descritiva na análise de um patrimônio arquitetônico nacional.

A principal contribuição da pesquisa reside na valorização e divulgação do patrimônio histórico ferroviário. A investigação aprofundada revelou a relevância da edificação, destacando sua arquitetura e seu sistema construtivo peculiar (sistema *Danly*), importado da Bélgica, conferindo-lhe um forte significado histórico no contexto brasileiro. Assim, o projeto transcende a aplicação técnica ao gerar um produto

que ajuda a preservar a memória da estação e a disseminar o conhecimento sobre sua importância cultural e arquitetônica.

É importante reconhecer, contudo, as limitações inerentes à metodologia adotada. A obtenção de medidas para a modelagem foi realizada exclusivamente por meio da análise de fontes visuais remotas, como imagens de satélite, fotos de rua e registros históricos, sem acesso a plantas originais ou levantamento de campo. Essa dependência de fontes secundárias pode introduzir imprecisões nas dimensões da representação final. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de um levantamento dimensional *in loco* para a criação de um modelo com um grau ainda maior de precisão. Pesquisas futuras poderiam também se aprofundar na modelagem das estruturas internas da estação ou realizar um estudo comparativo do sistema construtivo Danly com outras estações da mesma época.

Referências

ESTAÇÃO Ferroviária Bananal. *Belgian Club*, 2015. Disponível em: <http://www.belgianclub.com.br/pt-br/heritage/esta%C3%A7%C3%A3o-ferrovi%C3%A1ria-bananal>. Acesso em: 5 out. 2023.

Referências complementares

BANANAL - Estação Ferroviária. *Ipatrimônio*, [20--]. Disponível em: <https://www.ipatrimonio.org/bananal-estacao-ferroviaria/#!/map=38329&loc=-22.674926547778078,-44.31605815887451,14>. Acesso em: 1 set. 2025.

GIESBRECHT, R. M. Bananal. *Estações Ferroviárias do Estado de São Paulo*, 2022. Disponível em: <http://www.estacoesferroviarias.com.br/b/bananal.htm>. Acesso em: 1 set. 2025.

KÜHL, B. M. *Arquitetura do ferro e arquitetura ferroviária em São Paulo: reflexões sobre a sua preservação*. São Paulo: Ateliê Editorial: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Estado da Cultura, 1998.

NASCIMENTO, D. Estação Ferroviária de Bananal. *São Paulo Antiga*, 4 out. 2017. Disponível em: <https://saopauloantiga.com.br/estacao-de-bananal/>.

Casa da Música do Porto – Portugal

Breno de Alencar Rodrigues¹

Cauã Figueira de Souza¹

João Francisco Bandeira de Melo Gadelha¹

Matheus Gabriel dos Santos Bezerra¹

Introdução

A Casa da Música, localizada na cidade do Porto, em Portugal, é um proeminente marco da arquitetura contemporânea que transcende sua função como centro cultural. A representação de edifícios com formas geométricas ousadas, como a Casa da Música, encontra na Geometria Descritiva a ferramenta ideal para a concepção, a representação e a construção de suas estruturas complexas.

O problema central deste trabalho reside no desafio de materializar um conceito arquitetônico de complexidade formal. A Casa da Música, com suas formas que desafiam as convenções tradicionais, exige um processo minucioso de análise para que sua estrutura física seja fielmente representada. A questão principal, portanto, é demonstrar como os processos de modelagem e prototipagem, embasados nos princípios da Geometria Descritiva, são eficientes para a execução de projetos arquitetônicos formalmente inovadores.

A relevância deste projeto se justifica pela importância da Casa da Música não apenas como um centro cultural de

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

excelência, mas também como um exemplo notável de como a modelagem e a prototipagem desempenham um papel decisivo na concretização de ideias arquitetônicas arrojadas. A análise detalhada de sua estrutura serve como um estudo de caso para compreender a aplicação prática de técnicas de representação na arquitetura contemporânea, destacando a obra como um ícone de inovação. Projetada pelo arquiteto holandês Rem Koolhaas e seu escritório *Office for Metropolitan Architecture* (OMA), a obra foi um desejo de desafiar as convenções e criar algo único. Desde sua inauguração, o edifício tornou-se um marco social, cultural e turístico, mostrando e enriquecendo a dinâmica contemporânea da cidade.

Diante do exposto, o objetivo principal deste trabalho é analisar detalhadamente a Casa da Música, realizando sua modelagem e prototipagem. Por meio desse processo, busca-se demonstrar a importância fundamental que a modelagem e a prototipagem possuem na materialização de conceitos arquitetônicos complexos, utilizando como base os princípios da Geometria Descritiva para explorar e representar a estrutura física do edifício.

Desenvolvimento

A Casa da Música é mais do que um espaço para apresentações musicais; é uma representação fiel do modernismo arquitetônico. Logo, neste estudo, iremos explorar as complexidades de sua modelagem e prototipagem, buscando entender como esses processos moldaram sua estrutura física. Além disso, buscaremos mostrar todos os processos de desenvolvimento da maquete.

História da arquitetura contemporânea

O surgimento da arquitetura contemporânea se deu após a arquitetura moderna. Este novo estilo arquitetônico recebeu

FIGURA 1. Casa da Música



Fonte: Richters ([20--]).

grande influência da Revolução Industrial, já que houve a introdução de novos materiais na área da construção civil. Ele é caracterizado por uma variedade de estilos e abordagens inovadoras que, de certa forma, refletem as mudanças sociais, culturais e tecnológicas da época. Esse movimento futurista foi de suma importância para a idealização de projetos da vanguarda, como, por exemplo, a Casa da Música (Figura 1), projetada pelo arquiteto inovador Rem Koolhaas. Esse projeto surgiu do desejo de desafiar as convenções da arquitetura contemporânea e criar algo que fosse verdadeiramente único.

Elementos da arquitetura contemporânea e suas aplicações na Casa da Música

A arquitetura contemporânea abrange um conjunto de estilos diversificados, isso, em outras palavras, chama-se pluralismo. Ou seja, o estilo contemporâneo não possui uma linguagem única. De maneira clara, este estilo busca reinterpretar os

princípios modernistas, agregando, juntamente, tecnologias e materiais atualizados. Os arquitetos contemporâneos buscam integrar seus projetos ao contexto cultural e histórico, além de assumirem um compromisso com a sustentabilidade, pois sempre procuram abordagens que diminuam os impactos ambientais. Logo, é notório que o pluralismo reflete diretamente na diversidade de influências culturais e tecnológicas. Isso resulta em uma enorme diversidade de estilos e abordagens arquitetônicas em todo o planeta, onde a criatividade e a inovação são observadas em diferentes obras. A Casa da Música é um exemplo clássico de um projeto da era contemporânea, pois sua arquitetura é caracterizada por formas geométricas ousadas que desafiam as convenções arquitetônicas tradicionais, além de possuir uma fachada revestida de materiais como concreto e vidro.

Contexto histórico

O projeto da Casa da Música ganhou força em meados da década de 1990 como parte da celebração de Porto como a Capital Europeia da Cultura de 2001. O objetivo era criar um espaço cultural que atraísse os olhares do mundo, além de proporcionar um centro cultural de excelência para a cidade do Porto. O projeto foi idealizado pelo ousado arquiteto holandês Rem Koolhaas e por sua empresa, a OMA. A construção do edifício começou em 1999 e tinha previsão de término em 2001, para coincidir com o final da Capital Europeia da Cultura, entretanto, a inauguração ocorreu apenas em 2005. Após sua inauguração, a Casa da Música não só passou a cumprir seu papel como espaço de concertos de alto renome, mas também se tornou um marco cultural e um ponto turístico da cidade do Porto, já que com sua programação cultural, atrai diariamente visitantes locais e internacionais.

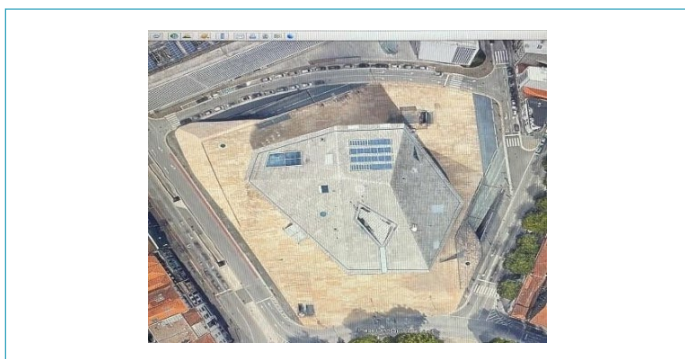
Portanto, a Casa da Música é um exemplo de edifício contemporâneo que foi construído com a intenção de enriquecer a vida cultural da cidade, além de ser um grande marco arquitetônico e de grande impacto cultural, já que se tornou um centro cultural proeminente na cidade do Porto, com sua programação cultural diversificada, abrangendo diferentes gêneros musicais e formas de arte, além de desempenhar um papel significativo na educação musical de jovens e adultos, com a disponibilização de programas educacionais e oportunidades para músicos iniciantes.

Explorando a Casa da Música: modelagem, prototipagem e geometria descritiva na análise arquitetônica

Geometria descritiva

A Geometria Descritiva é uma área da Matemática muito usada na representação gráfica de objetos tridimensionais em duas dimensões, por meio de projeções e técnicas específicas. É frequentemente usada na engenharia, arquitetura e design para representar objetos complexos em desenhos técnicos. Foi formalizada e desenvolvida inicialmente por Gaspard Monge,

FIGURA 2. Vista superior da Casa da Música no Google Earth 3D



Fonte: Google Earth ([20--]).

matemático e engenheiro francês do final do século XVIII. Suas contribuições tiveram um impacto significativo nas áreas da construção e do design. A exemplo disso, podemos citar a própria Casa da Música, já que a Geometria Descritiva desempenhou um papel fundamental na concepção, construção e manutenção de um edifício complexo como este.

Metodologia

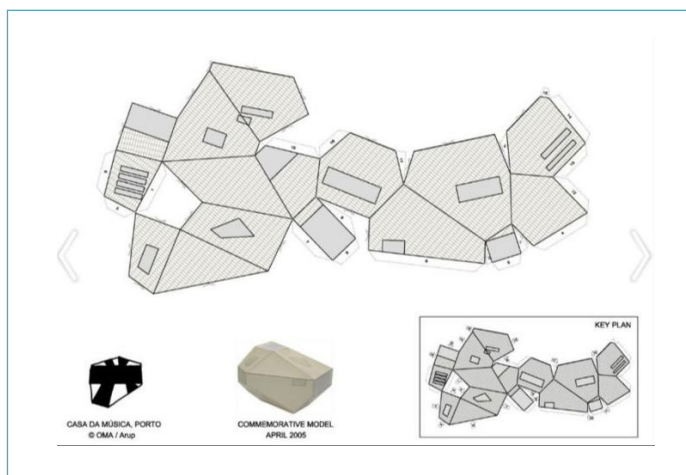
Inicialmente, foi feita uma pesquisa sobre a história da Casa da Música, pela qual buscamos entender em que contexto o projeto começou a ser desenvolvido e quais eram suas dimensões. Foram realizadas várias buscas na internet a fim de obter todos os detalhes importantes para a inicialização do protótipo. O *Google Earth* foi uma grande ferramenta que nos possibilitou conseguir imagens de todas as faces do edifício, já que necessitávamos de informações de todas as faces para dar prosseguimento ao projeto e à fabricação do modelo 3D (Figura 3).

FIGURA 3. Casa da Música no Google Earth 3D



Fonte: Google Earth ([20--]).

FIGURA 4. Planificação das Faces da Casa da Música



Fonte: Casa ([20--]).

De início, para modelar todas as faces, medidas de comprimento, angulações e demais detalhes do projeto, utilizamos um *software* do tipo CAD, o AutoCAD. Assim, com algumas buscas na internet, encontramos um documento com a planificação (Figura 4) de todas as faces da Casa da Música para utilizar como referência inicial no AutoCAD e começamos a ajustar todo o projeto em cima dessa “base”. Inclusive, notamos que a planificação não retratava fielmente o projeto arquitetônico real, faltavam detalhes de janelas, as medidas não estavam precisas e a base do edifício estava muito diferente da realidade.

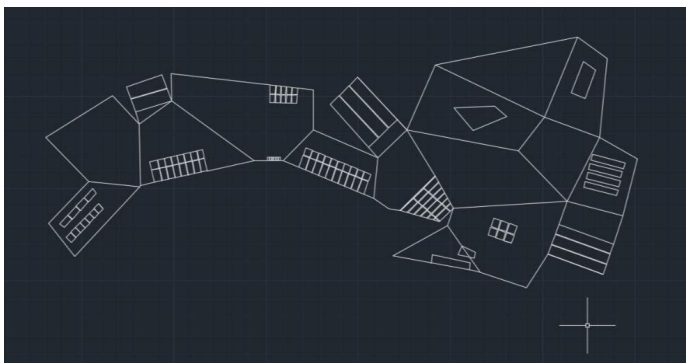
Dessa forma, utilizamos o *Google Earth* de forma intensa para visualizar com detalhes a estrutura real da Casa da Música e, assim, ajustar dentro do AutoCAD (Figuras 5 e 6) todas as linhas de grades e detalhes visíveis nas janelas, para reduzir as dimensões de algumas paredes que formam a base do edifício e para corrigir algumas pequenas incoerências nas medidas de encaixe das demais faces.

FIGURA 5. Autocad antes dos ajustes



Fonte: os autores (2023).

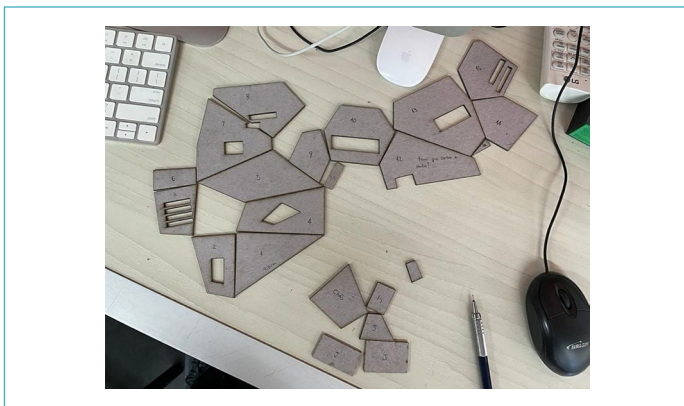
FIGURA 6. Autocad depois dos ajustes



Fonte: os autores (2023).

Assim, conseguimos chegar a um resultado parcial mais fidedigno com a realidade e que já estava apto para a impressão de um protótipo do projeto. Com o projeto no Autocad alinhado às proporcionalidades desejadas da Casa da Música, reduzimos bastante a escala e levamos para o corte a laser das placas de papel pinheiro (Figura 7). Com o corte das faces realizado, foi possível colar o protótipo e validar todos os encaixes das faces e a proporcionalidade da estrutura (Figura 8).

FIGURA 7. Placas do Protótipo do Projeto



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 8. Construção do Protótipo

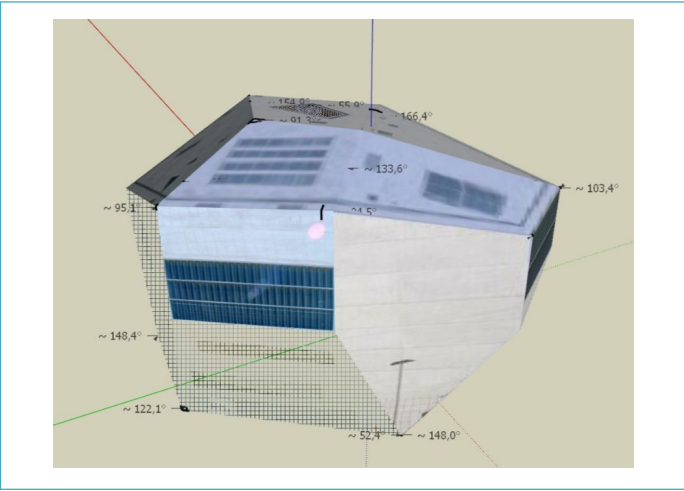


Fonte: os autores (2023).

Com o protótipo desenvolvido, visualizamos que as medidas estavam em plena conformidade e que a estrutura estava apta para encaixe. Entretanto, também notamos que, ao partir para a construção do projeto em tamanho real, haveria maior dificuldade em acertar os encaixes exatos a partir das angulações da construção. Portanto, com a utilização do *SketchUp*, começamos a mapear todos os ângulos internos

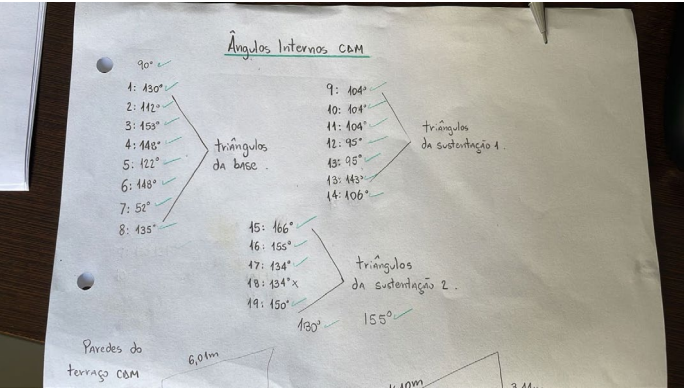
envolvidos nos contatos entre cada face da Casa da Música (Figuras 9 e 10). Assim, também conseguiríamos desenvolver estruturas internas em formato triangular para reforçar o suporte da estrutura e a colagem das faces do edifício, permitindo maior rigidez ao projeto.

FIGURA 9. Angulação Entre as Faces do Edifício (SketchUp)



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 10. Ângulos Internos do Projeto

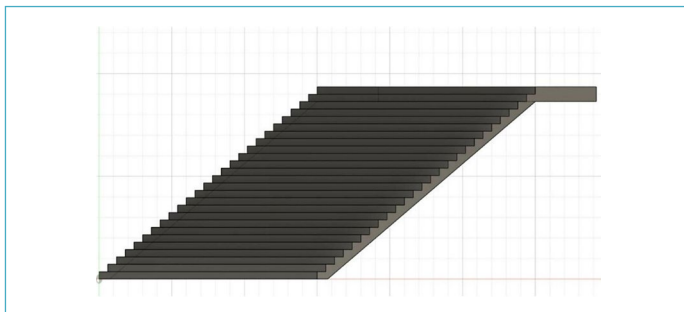


Fonte: os autores (2023).

Em sequência, levamos estes avanços para o AutoCAD e ajustamos os detalhes do projeto, chegando, enfim, ao resultado coerente com a edificação. Dessa forma, restava definir a escala final do projeto com base nas medidas desejadas da maquete real e nas estruturas de sustentação das faces, além da construção dos detalhes da estrutura, como as salas internas do edifício e a escada externa. Com o projeto no AutoCAD finalizado, realizamos algumas reuniões internas e conversas com os professores e monitores a fim de decidir quais seriam as dimensões mais adequadas para a construção final da maquete. Com o intuito de trazer uma maquete grandiosa e com impacto visual à altura da real Casa da Música, decidimos utilizar a escala de 1:100, em que a maior medida da maior face da maquete ficaria com um total de 60 centímetros de comprimento. Com isso, apenas ajustamos as medidas no AutoCAD para que o corte a laser das placas seguisse as dimensões desejadas.

Assim, tínhamos as principais estruturas do projeto já definidas e prontas para corte, o que nos levou para a etapa de ajustes finais. Desenvolvemos a escada externa do edifício (Figura 11) no *software* Fusion 360 para impressão 3D, a partir da coleta das medidas do AutoCAD, garantindo o encaixe perfeito na maquete e a modelagem da estrutura no *software* Fusion 360.

FIGURA 11. Modelagem da escada



Fonte: os autores (2023).

Com todo o projeto da maquete desenvolvido, desde as maiores faces até os detalhes do edifício, nos restava pensar na estrutura de sustentação da construção, tendo em vista que a maior face iria possuir 60 centímetros e que as dimensões totais da maquete ficaram bastante robustas.

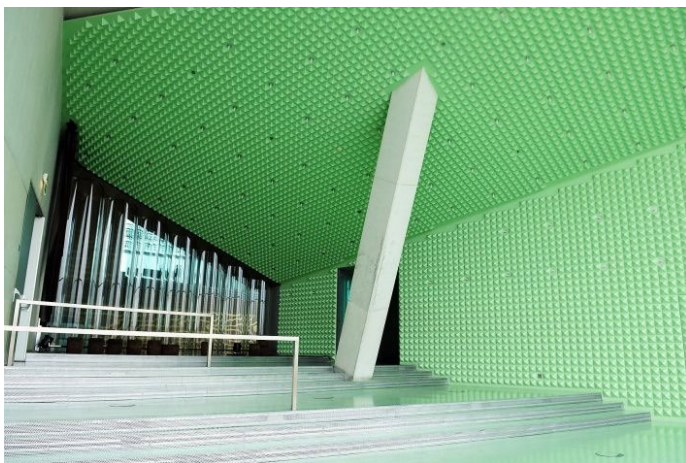
Após uma série de conversas com os professores e monitores, decidimos que o caminho mais adequado para a sustentação da estrutura seria utilizar dois formatos de sustentação: o primeiro seria o corte a laser de algumas peças triangulares, a partir dos ângulos internos entre as faces que haviam sido coletados anteriormente, que reforçariam a colagem de cada placa, trazendo rigidez à estrutura como um todo, conforme a Figura 12 abaixo.

FIGURA 12. Estruturas triangulares para auxiliar na sustentação das paredes



Fonte: os autores (2023).

FIGURA 13. Colunas de Sustentação da Casa da Música

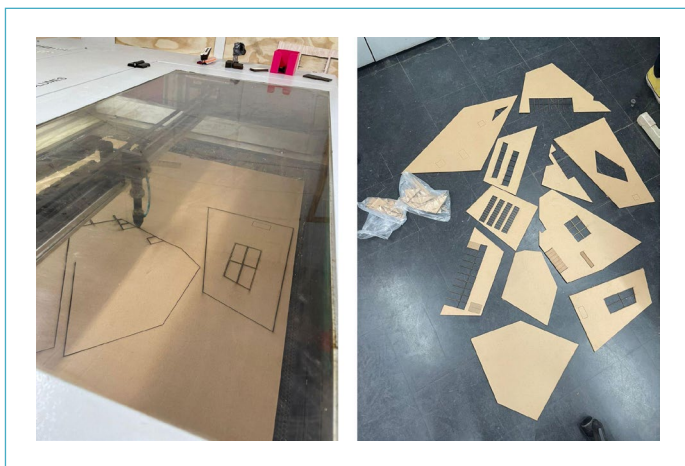


Fonte: Wanderley (2010).

O segundo caminho decidido foi a utilização de blocos de isopor, que seriam cortados manualmente para simular colunas de sustentação das paredes da maquete. Inclusive, pensamos neste segundo formato de sustentação com colunas de isopor com base nas estruturas físicas da Casa da Música, a qual possui colunas em angulações peculiares justamente para sustentar paredes que não estão perpendiculares (90°) ao solo, conforme a Figura 13.

O último passo a ser executado é o corte das placas e a montagem de toda a maquete previamente planejada, desde a estrutura interna até as faces externas (Figura 14). Para realizar o corte a laser no GRE3D, situado no CAC da UFPE, utilizamos quatro placas de material papel pinheiro, com 1.000×800 milímetros de tamanho cada uma, para construir as paredes da edificação e os suportes internos triangulares. Para o desenvolvimento da escada externa, utilizamos a impressora 3D, conforme citado anteriormente. Por fim, os vidros das janelas nas laterais da Casa da Música foram simulados com o material acetato.

FIGURA 14. Corte a laser das placas em dois momentos



Fonte: os autores (2023).

Resultados

O desenvolvimento do projeto da Casa da Música foi um grande desafio para a equipe, devido ao tamanho desejado da maquete, ao volume de paredes e às suas respectivas inclinações e angulações, exigindo um olhar atencioso para cada face a fim de obter um resultado que respeitasse as inclinações das paredes do edifício localizado no Porto e visasse uma reprodução esteticamente similar da construção original.

Felizmente, com o auxílio dos monitores e de *softwares* como o *SketchUp*, foi possível coletar todos os ângulos internos presentes nas interfaces entre as paredes, proporcionando uma inclinação da maquete fidedigna à realidade. Quanto ao tamanho desejado da maquete, também foi possível seguir os planos iniciais de executar algo com um porte relativamente grande, devido ao cauteloso planejamento das estruturas de suporte que foram desenvolvidas para apoiar as paredes da maquete.

FIGURA 15. Maquete final



Fonte: os autores (2023).

Assim, o projeto foi desafiador, mas, com muito planejamento, auxílio de ferramentas e suporte dos professores e monitores, foi possível desenvolver uma maquete realista e fidedigna à edificação real da Casa da Música (Figura 15).

Considerações finais

Este trabalho se propôs a analisar a Casa da Música, um marco da arquitetura contemporânea, por meio do desenvolvimento de sua modelagem e prototipagem. O principal resultado alcançado foi a produção de uma maquete fidedigna e em grande escala, processo que exigiu um planejamento detalhado para superar desafios como as complexas angulações e inclinações do edifício. A metodologia, que integrou o uso de diversos *softwares* de desenho e modelagem, a fabricação digital com corte a laser e impressão 3D, e a criação de estruturas de suporte internas, provou-se eficaz. Dessa forma, os objetivos iniciais foram plenamente atingidos, pois a execução do projeto permitiu materializar

os conceitos arquitetônicos e compreender, na prática, as complexidades geométricas da obra.

A contribuição desta pesquisa manifesta-se no desenvolvimento de um método replicável para a abordagem de edificações com geometrias não convencionais. O projeto demonstrou como a combinação de ferramentas digitais pode ser utilizada para corrigir e detalhar planificações imprecisas, um desafio comum em trabalhos acadêmicos. Ao documentar o processo de análise de ângulos internos para garantir a montagem correta e o planejamento de um sistema de sustentação robusto para a maquete, este estudo oferece um roteiro prático que transcende o objeto de estudo, sendo útil para futuras investigações de estruturas arquitetônicas complexas.

Apesar do êxito na construção do modelo, é importante reconhecer as limitações do estudo. A precisão da maquete está condicionada à fonte de referência inicial, uma planificação não oficial que demandou correções baseadas em interpretações visuais a partir do Google Earth, em vez de plantas técnicas originais. Para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação da metodologia aqui desenvolvida para a modelagem detalhada dos espaços internos da Casa da Música, incluindo suas salas e circulações. Adicionalmente, um próximo estudo poderia focar na análise e replicação estrutural das peculiares colunas de sustentação do edifício, explorando com maior profundidade as soluções de engenharia adotadas no projeto real.

Referências

CASA da Música: diagrama desplegado envolvente. *ArchDaily*, [20--]. Disponível em: <https://www.archdaily.cl/cl/765373/casa-da-musica-oma/552c914fe58ece2cfd0001c1-casa-da-musica-oma-image>. Acesso em: 1 set. 2025.

RICHTERS, C. [Casa da Música]. In: CASA da Música: Porto, Portugal. *World-Architects*, [20--]. Disponível em: <https://www.world-architects.com/en/projects/view/casa-da-musica>. Acesso em: 21 ago. 2025.

WANDERLEY, J. Casa da Música, sala verde. In: GUATELLI, I. A Casa na cidade e a cidade na Casa. *Vitruvius*, São Paulo, 10 abr. 2010. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/10.112/3641>. Acesso em: 21 ago. 2025.

Referências complementares

O DESCONSTRUTIVISMO na arquitetura e suas obras que libertaram o mundo dos ângulos retos e tradicionais. *Viva Decora*, 7 maio 2018. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/desconstrutivismo-na-arquitetura/>. Acesso em: 1 set. 2025.

O QUE É ARQUITETURA contemporânea? Ela é a mesma coisa que a moderna? *Viva Decora*, 19 set. 2018. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura-contemporanea/>. Acesso em: 1 set. 2025.

Cabana do Monte Rosa – Suíça

João Henrique Pereira de Albuquerque Borba¹

Lorena Maria Carvalho e Silva¹

Sarah Letícia Assis de Aquino¹

Introdução

A Cabana Monte Rosa é um refúgio de montanha situado a 2.883 metros de altitude nos Alpes Suíços. Se a sua história remonta a 1894, a estrutura atual, inaugurada em 2009, é fruto de um projeto sustentável e futurista lançado em 2003 pela Escola Politécnica de Zurique (ETHZ) para celebrar seus 150 anos. A cabana representa um marco da arquitetura contemporânea em ambientes extremos, caracterizado pela pluralidade de formas, pela busca de funcionalidade e pela integração de tecnologias e preocupações ambientais. A concepção e construção de edificações com geometrias tão complexas e inovadoras dependem fundamentalmente da Geometria Descritiva para serem desenvolvidas.

A problemática central deste trabalho consiste no desafio de estudar e representar as faces inclinadas de uma edificação contemporânea de alta complexidade, que questionam e reinterpretam a definição clássica do termo “telhado”. A Cabana Monte Rosa, com seu design futurista e autossuficiência energética, exige uma análise detalhada para que suas formas

¹ Estudante de graduação, Engenharia Civil (UFPE).

e sistemas sejam traduzidos em modelos técnicos precisos, tanto em representações planas (planta de cobertura) quanto em modelos tridimensionais, para posterior fabricação digital.

A relevância deste projeto se justifica por diversos fatores: a Cabana Monte Rosa é considerada um projeto orientador para a construção em alta montanha, em lugares de difícil acesso, e seu caráter inovador pode inspirar futuras soluções arquitetônicas. Além disso, a sua estética única, mesclada à paisagem alpina, torna seu estudo atrativo e proporciona uma oportunidade prática e acessível para a aplicação dos conhecimentos adquiridos na disciplina de Geometria Descritiva.

Diante desse contexto, o objetivo principal deste relatório é apresentar os resultados do estudo de faces-telhados da Cabana Monte Rosa. Os objetivos específicos consistem na elaboração e execução de uma proposta metodológica completa para a modelagem da edificação, incluindo a criação de uma planta de cobertura e de um modelo 3D, bem como sua subsequente prototipagem por meio de fabricação digital.

Desenvolvimento

A Cabana Monte Rosa é considerada um projeto orientador para construções em alta montanha. O caráter futurista do design da cabana pode inspirar futuros projetos arquitetônicos, não apenas em ambientes de montanha, mas também em outras áreas, impulsionando a inovação e a estética futurista na arquitetura. Neste estudo, buscaremos abordar as complexidades da sua modelagem e prototipagem, e entender as formas da construção da cabana em cada etapa do seu desenvolvimento.

Contextualização

A Cabana Monte Rosa é um refúgio de montanha localizado nos Alpes suíços, especificamente na região do maciço do

FIGURA 1. Cabane Bétemps, por volta de 1900

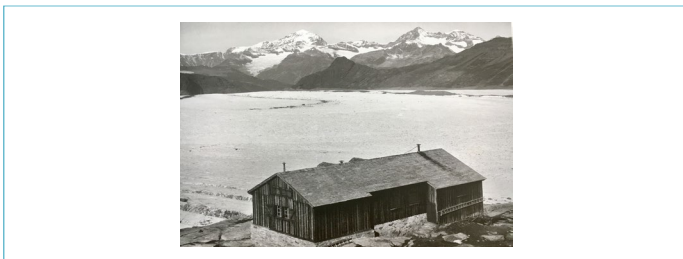


Fonte: Monte Rosa Hütte (2026).

Monte Rosa. A *Cabane Bétemps* foi construída entre 1894 e 1895 pelo Clube Alpino Alemão (Deutscher Alpenverein), que buscava oferecer abrigo e serviços básicos para os alpinistas que exploravam a região do Monte Rosa. Na época, a cabana de madeira tinha apenas um cômodo com capacidade para 25 convidados (Figura 1). A cabana recebeu o nome do seu doador, Sr. François Bétemps, que generosamente legou fundos em seu testamento ao Schweizer Alpine Club (SAC) para a construção da cabana. A família Seiler, de Zermatt, também apoiou financeiramente a reconstrução da cabana.

A *Cabane Bétemps* passou, então, a ser gerida pela Associação Central do SAC, que aumentou o número de camas para 45 (Figura 2). Ela está situada a uma altitude de aproximadamente 2.883 metros, tornando-se um ponto estratégico para aqueles que buscam conquistar as diversas montanhas da região, incluindo o próprio Monte Rosa, que é a segunda montanha mais alta dos Alpes e a mais alta da Suíça.

FIGURA 2. Primeira reforma da Cabana, por volta de 1925



Fonte: Monte Rosa Hütte (2026).

Durante décadas, a cabana serviu como um local vital para os alpinistas, oferecendo abrigo seguro, comida e assistência básica. Ao longo dos anos, passou por várias reformas e melhorias para garantir sua segurança e conforto. A primeira grande reforma ocorreu em 1939, onde os quartos foram separados da cozinha, e o número de hóspedes que podiam se acomodar no local passou a ser 96. Na sua inauguração, em 1940, veio a ser chamada “Monte Rosa Hütte”. Entre os anos de 1982 e 1984, a Cabana Monte Rosa passou por outra grande reforma, sendo novamente renovada e ampliada. Foram instalados painéis solares, houve novo abastecimento de água e adição de fossa séptica para os sanitários. Após as obras de reforma, a cabana foi ampliada para um prédio de quatro andares, com capacidade para 160 hóspedes (Figura 3).

FIGURA 3. Cabana Monte Rosa, no ano de 2006



Fonte: Pinterest ([20--]).

FIGURA 4. Nova Cabana Monte Rosa, após a reforma de 2009



Fonte: Suisse Tourisme (c2025).

Com a finalidade de celebrar os 150 anos de sua existência, a Escola Politécnica de Zurique (ETHZ) decidiu lançar um projeto sustentável e futurista no ano de 2003 (Figura 4). A ideia foi apresentada pela Escola ao Clube Alpino Suíço (SAC): desenvolver uma cabana inovadora, equipada com tecnologias avançadas, mas que, mesmo assim, estivesse integrada ao sistema ecológico sensível do mundo alpino envolvente. O local selecionado foi a região pitoresca do maciço Monte Rosa, região mundialmente conhecida pelas geleiras Gorner e Grenz. Nesta região já existia, desde meados de 1895, uma cabana alpina que precisava de reformas estruturais e trabalhos de saneamento de grande envergadura. Sendo assim, foi decidido erigir, em seu lugar, uma nova edificação, que foi nomeada como Nova Cabana Monte Rosa.

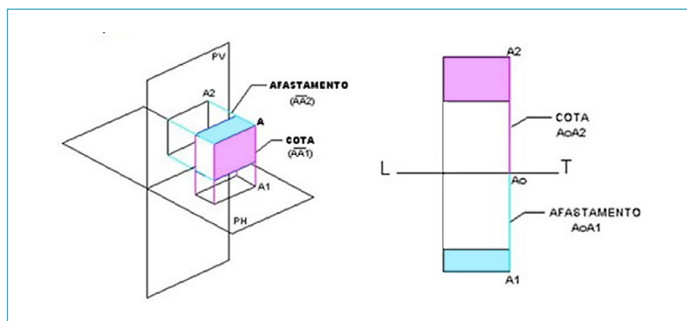
Atualmente, a cabana conta com um sistema de alta tecnologia no que diz respeito às técnicas utilizadas e sua eficiência energética; seu estilo de construção abriu caminho para mais inovações em construções. Graças a um sistema fotovoltaico e a coletores solares térmicos integrados na fachada sul do edifício, a cabana pode produzir 90% da energia que consome. A neve derretida acumulada durante alguns meses do ano é armazenada em uma caverna rochosa. Uma planta de microfiltro, que utiliza um certo tipo de

bactéria, limpa as águas residuais e as águas cinzas, que são reutilizadas na descarga dos vasos sanitários. É necessária uma gestão energética sofisticada para que a cabana atinja um nível tão elevado de autossuficiência energética, bem como a interação dos componentes individuais. A ETH Zurich desenvolveu um *software* para gerenciar e monitorar as tecnologias do edifício.

Geometria descritiva

A Geometria Descritiva tem como objetivo representar objetos tridimensionais em planos bidimensionais, por meio de projeções de elementos geométricos, como pontos e retas. Por meio de tais projeções, podemos determinar ângulos, volumes, áreas e distâncias em sua verdadeira grandeza. O método descritivo foi desenvolvido por Gaspard Monge (1746-1818) e, desde a sua sistematização, provocou impactos relevantes na resolução de problemas práticos relacionados ao desenho técnico e à engenharia. A principal ferramenta da Geometria Descritiva é o sistema de projeções ortogonais (Figura 5). Nesse sistema, os objetos tridimensionais são representados por meio de projeções ortogonais em dois ou

FIGURA 5. Sistema Mongeano de Projeção



Fonte: Ferreira Júnior; Simão (2012).

mais planos de projeção. Os planos de projeção mais comuns são o plano horizontal (plano xy), o plano vertical de perfil (plano yz) e o plano vertical frontal (plano xz).

Seus conhecimentos são fundamentais na área da Engenharia Civil para a execução de projetos de construções, análise das estruturas, bem como para a compreensão da topografia do terreno onde as construções serão realizadas. A Geometria Descritiva foi essencial para a concepção e construção de um edifício tão complexo quanto a Cabana Monte Rosa.

História da arquitetura contemporânea

O início da arquitetura contemporânea remonta ao final do século XIX, com o surgimento do movimento modernista. Arquitetos como Louis Sullivan, Frank Lloyd Wright, Le Corbusier e Walter Gropius começaram a desafiar as convenções arquitetônicas tradicionais, buscando formas simplificadas, funcionalidade e uma relação mais direta entre a arquitetura e a vida moderna. A expansão do modernismo, por volta da década de 1950, proporcionou novas variações na arquitetura em diferentes partes do mundo, expandindo as ideias relacionadas ao urbanismo e estreitando a relação entre a arquitetura e a natureza. Anos mais tarde, o movimento pós-modernista defendeu uma abordagem mais pluralista em relação à arquitetura, valorizando a diversidade e a cultura de cada população. Destacam-se, no atual movimento arquitetônico, tendências e avanços que refletem a evolução das necessidades humanas, tecnologias e preocupações ambientais.

Aplicações da arquitetura contemporânea na cabana Monte Rosa

A arquitetura contemporânea é caracterizada por diversas influências, que reúnem um vasto conjunto de características e tendências. Tal estilo não obedece a um padrão específico de realização de construções. As principais características dos projetos da arquitetura contemporânea revelam um pluralismo, marcado por comportamentos do mundo moderno. Além da mudança de padrões nos estilos estruturais das edificações, como construções em formato irregular, os atuais projetos arquitetônicos fazem utilização de materiais sustentáveis e de formas tecnológicas de obtenção de energia (Figura 6). A Cabana Monte Rosa utiliza madeira de forma proeminente em sua estrutura (Figura 7), tanto por dentro quanto por fora, proporcionando uma conexão com a paisagem circundante.

FIGURA 6. Visualização dos painéis solares na Cabana



Fonte: Le News (2019).

FIGURA 7. Interior da Cabana, construído com a utilização de materiais sustentáveis



Fonte: Fichier (2010).

A sustentabilidade é um dos temas centrais da arquitetura contemporânea, tanto em termos de design quanto de funcionalidade. As tecnologias inteligentes do hotel atuam no controle de temperatura, iluminação e segurança, proporcionando conveniência aos seus ocupantes. Além disso, 90% de suas necessidades elétricas são geradas de forma ecológica.

Metodologia

Primeiramente, pesquisamos sobre a história da Cabana Monte Rosa e procuramos sites e artigos que pudessem nos fornecer informações sobre as dimensões da edificação, bem como suas complexidades. Encontramos informações que foram essenciais para o seguimento do projeto, como a visualização do hotel em 2D.

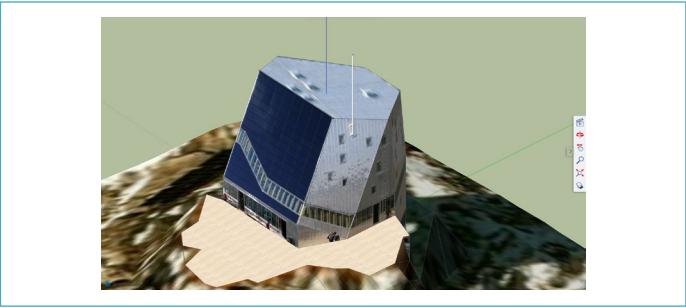
Através do *software* SketchUp, conseguimos visualizar todas as faces do edifício, ao passo que essas informações foram extremamente relevantes para a reprodução mais fidedigna possível da modelagem 3D. Antes de partirmos para a construção da maquete, construímos um protótipo para verificar se as faces da Cabana se encaixavam corretamente, conforme nossos estudos.

Para a planificação da Cabana Monte Rosa, por meio das buscas que realizamos na internet, obtivemos acesso a um documento com a planificação de todas as faces da cabana. Dessa forma, utilizamos o documento como referencial inicial no *software* AutoCAD e começamos a realizar os ajustes necessários para o projeto, delimitando os traços de marcações e cortes e ajustando a planificação, para que o modelo 2D estivesse totalmente de acordo com o 3D. Com o intuito de apresentar uma maquete atrativa e, ao mesmo tempo, compacta, com seus detalhes abordados da maneira mais semelhante possível à Cabana Monte Rosa, decidimos utilizar a escala de 1:100, onde uma das faces laterais, de formato quadrado, teria medida de 20 cm x 20 cm. Com isso, apenas ajustamos as medidas no AutoCAD para que o corte a laser das placas seguisse as dimensões desejadas, respeitando a proporcionalidade desejada.

Softwares utilizados

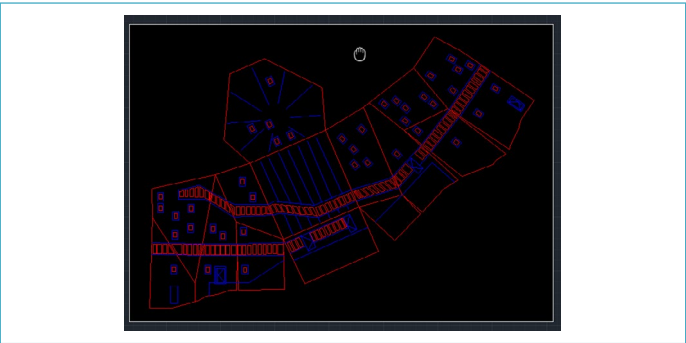
Para alcançar a representação mais fidedigna possível, tivemos acesso a *softwares* como AutoCAD e SketchUp. Com o auxílio do SketchUp, analisamos os detalhes de todas as faces da cabana, como mostra a Figura 8. Com o AutoCAD, realizamos a planificação da mesma, conforme as Figuras 8 à 10.

FIGURA 8. Vista da Cabana Monte Rosa com o auxílio do SketchUp



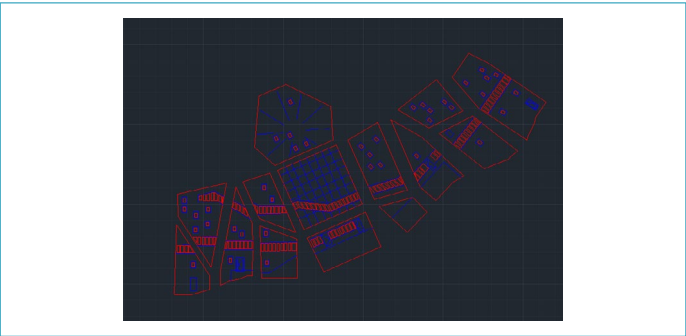
Fonte: os autores (2024).

FIGURA 9. Planta da cabana no Autocad antes dos ajustes



Fonte: os autores (2024).

FIGURA 10. Planta da cabana no Autocad após ajustes



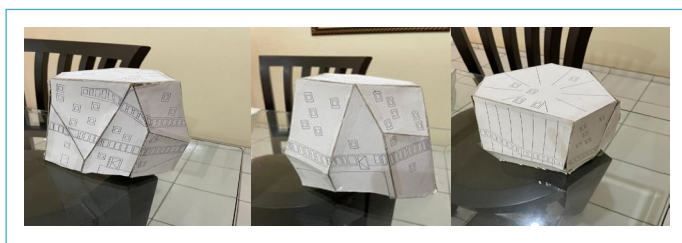
Fonte: os autores (2024).

Montagem

Para o processo de montagem da Cabana Monte Rosa, realizamos os cortes de todas as faces da edificação separadamente, utilizando a cortadora a laser, localizada no Laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (GRE3D), no Departamento de Arquitetura do Centro de Artes e Comunicação (CAC) da UFPE. Antes de realizarmos o processo final de montagem da maquete, decidimos construir um protótipo da cabana, como forma de testar se todas as faces realmente se encaixariam, evitando problemas no processo de montagem final.

Sendo assim, construímos o protótipo (Figura 11) com a utilização do papel paraná e verificamos que todas as faces se encaixaram perfeitamente, conforme nosso objetivo, estando assim prontos para o processo final de montagem da maquete.

FIGURA 11. Protótipo da Cabana Monte Rosa



Fonte: os autores (2024).

Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo central o estudo da Cabana Monte Rosa, uma edificação contemporânea relevante, visando aplicar os conhecimentos da disciplina de Geometria Descritiva na modelagem e prototipagem de sua complexa estrutura de faces, redefinindo o conceito de telhados. A

execução do projeto confirmou ser possível transpor a teoria para a prática: iniciou-se com a pesquisa teórica e documental, passou-se pela modelagem 2D e 3D em *softwares* como AutoCAD e SketchUp, e foi validada com a construção de um protótipo físico em escala adaptada. Dessa forma, os objetivos propostos foram plenamente alcançados, demonstrando a viabilidade da metodologia empregada para a representação fidedigna do objeto de estudo.

A principal contribuição desta pesquisa reside na exploração de uma edificação que é, em si, um marco da arquitetura contemporânea e da sustentabilidade. Ao analisar a Cabana Monte Rosa, foi possível aprofundar o conhecimento e a compreensão sobre como a arquitetura atual integra design futurista, funcionalidade e preocupações ambientais, materializadas no uso proeminente da madeira e em seu avançado sistema de autossuficiência energética. O estudo, portanto, não apenas serviu como um exercício prático de geometria, mas também reforçou a percepção da cabana como um projeto orientador para a construção na alta montanha, cujo design inovador pode inspirar futuros projetos arquitetônicos.

Ainda que o resultado tenha sido satisfatório, reconhece-se que o processo de modelagem dependeu de documentos de planificação obtidos em fontes secundárias na internet, o que pode implicar pequenas variações em relação aos projetos originais. Adicionalmente, a escala adotada para a confecção da maquete, embora eficaz para a visualização geral, naturalmente impõe uma simplificação dos detalhes construtivos mais minuciosos da edificação. Como sugestão para pesquisas futuras, propõe-se a aplicação dessa mesma metodologia na modelagem de outras obras de arquitetura contemporânea com geometrias complexas. Futuros trabalhos poderiam também explorar escalas maiores de representação, aprofundar-se no detalhamento das estruturas internas da cabana

ou, ainda, utilizar exclusivamente materiais sustentáveis e biomateriais na confecção da maquete física.

Referências

FERREIRA JÚNIOR, C. A.; SIMÃO, B. R. *Geometria descritiva e desenho técnico: um contexto histórico*. 2012. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/58b7b275-401d-496c-8571-06bedeoac63d/content>. Acesso em: 1 set. 2025.

Intérieur du nouveau refuge (cabane) du Mont Rose. 2010. 1 fotografia. 3 072 x 2 304 pixels. Disponível em: https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Neue_Monte_Rosa_Huette4.JPG. Acesso em: 1 set. 2025.

LE NEWS. *Switzerland ranks near bottom for solar and wind energy*. Le News, Lausanne, 31 mai. 2019. Disponível em: <https://lenews.ch/2019/05/31/switzerland-ranks-near-bottom-for-solar-and-wind-energy/>. Acesso em: 1 set. 2025.

MONTE ROSA HÜTTE. *History. Monte Rosa Hütte*, [S. l.], 21 jan. 2026. Disponível em: <https://monterosahuette.ch/history/?lang=en>. Acesso em: 21 jan. 2026.

PINTEREST. *Monte Rosa Hut*. [20--]. Disponível em: <https://www.pinterest.com/belleliu1234/monte-rosa-hut/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SUISSE TOURISME. *Cabane du Mont Rose*. *myswitzerland*, [S. l.], 21 jan., c2025. Disponível em: <https://www.myswitzerland.com/fr/decouvrir/cabane-du-mont-rose/>. Acesso em: 1 set. 2025.

Sobre os organizadores

José Edeson de Melo Siqueira

Doutor em Educação Matemática e Tecnológica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Adjunto e Chefe do Departamento de Expressão Gráfica (CAC - UFPE).



<http://lattes.cnpq.br/4413292899329883>



<https://orcid.org/0000-0002-2002-9527>

Jean-Baptiste Scharffhausen

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Design (PPGDesign) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Arquiteto e Professor Substituto (2022-2024) no Departamento de Expressão Gráfica (CAC - UFPE).



<http://lattes.cnpq.br/4016034215239664>



<https://orcid.org/0000-0001-8453-6811>

Título Artefatos FiGitAis na Engenharia Civil:
geometria, inovação e sustentabilidade
na aprendizagem baseada em projetos

Organização José Edeson de Melo Siqueira
Jean-Baptiste Scharffhausen

Formato E-book (PDF)

Tipografia Calluna (texto) e Comma Sans (títulos)

Desenvolvimento Editora UFPE



PROEXT
Projetos de
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