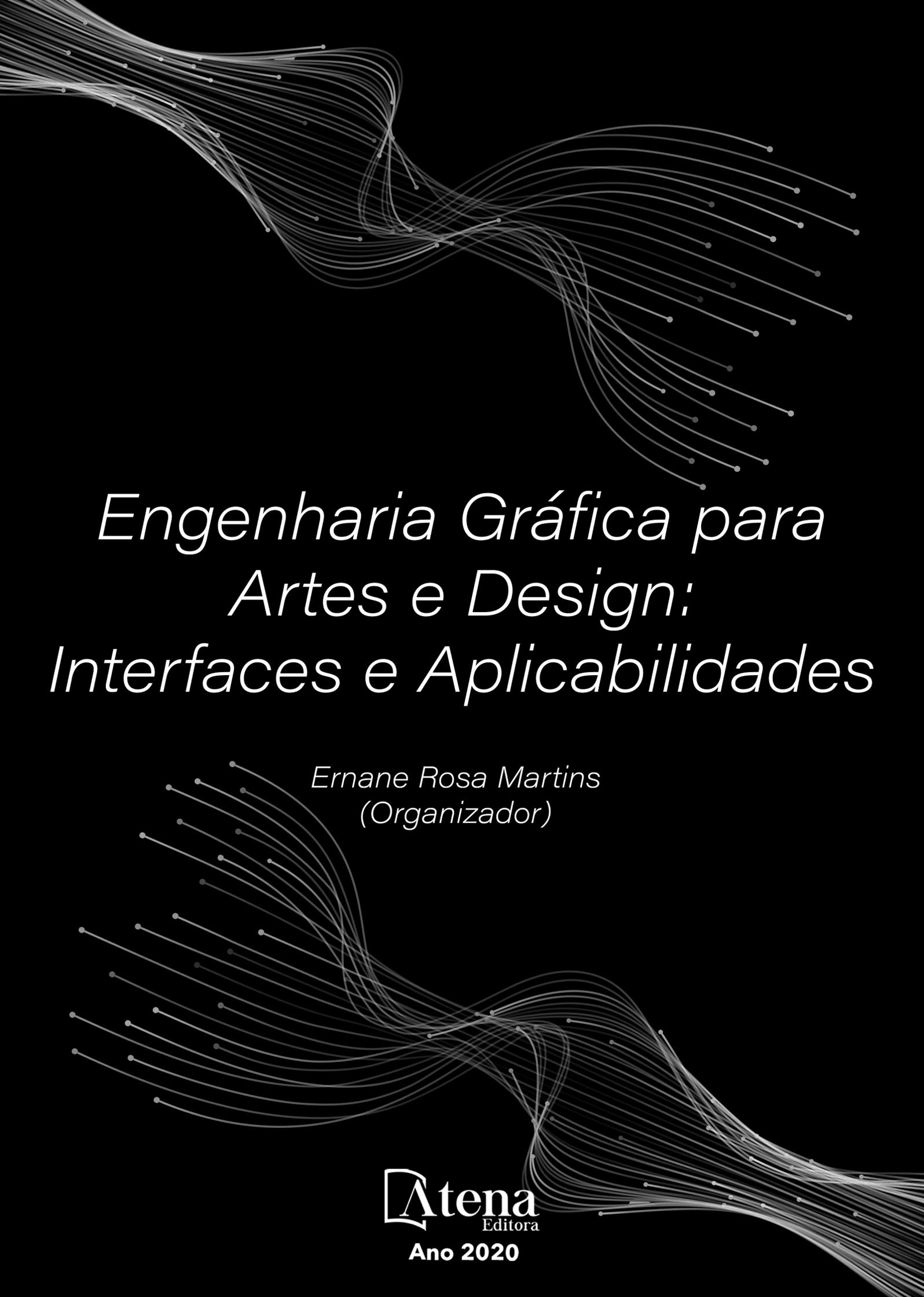


*Engenharia Gráfica para  
Artes e Design:  
Interfaces e Aplicabilidades*

*Ernane Rosa Martins  
(Organizador)*

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



*Engenharia Gráfica para  
Artes e Design:  
Interfaces e Aplicabilidades*

*Ernane Rosa Martins  
(Organizador)*

**Atena**  
Editora

**Ano 2020**

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

**Edição de Arte** Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Revisão** Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

#### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### Conselho Técnico Científico

- Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Engenharia gráfica para artes e design: interfaces e aplicabilidades

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário:** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Ernane Rosa Martins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	Engenharia gráfica para artes e design [recurso eletrônico] : interfaces e aplicabilidades / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-224-1 DOI 10.22533/at.ed.241202707  1. Engenharia gráfica. I. Martins, Ernane Rosa.  CDD 604.2
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Os estudos e pesquisas presentes nesta obra permitem ao leitor obter uma visão teórica crítica clara e concisa do campo de conhecimento envolvendo a engenharia gráfica, em uma perspectiva totalmente interdisciplinar. Assim, este livro sintetiza 15 trabalhos relevantes, que servem como guia para qualquer um interessado nesta temática, especialmente para estudantes de Arquitetura, Design, Engenharia, Licenciaturas em Artes, Desenho, Matemática e áreas afins, assim como para pesquisadores, designers, professores, e profissionais.

Estes trabalhos trazem a reflexão abordagens importantes, tais como: a compreensão da lógica da trisseção do cubo, associada ao propósito de apropriação das técnicas de desenho paramétrico e fabricação digital, aplicação de um jogo lúdico para promover a conscientização e a mobilização da população sobre a temática da água, o dispositivo Chromoscope resultado de um exercício de representação com o propósito de compreender e interpretar a lógica de um modelo de distribuição espacial de cor luz, o color cube, utilizado para caracterizar o universo visual digital, um método capaz de reproduzir protótipos de ossos do corpo humano com o auxílio da modelagem 3D e da prototipagem rápida, o desenvolvimento de um ambiente web para a construção de poliedros de Arquimedes em Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), a experiência de ensino de acústica urbana e de projeto de intervenção na paisagem, um método de ensino de projeto de arquitetura, que se apoia em conhecimentos e técnicas oriundos dos sistemas geométricos de representação, apresenta os conceitos matemáticos a partir de um recurso visual chamado caligrama, a produção de material didático tátil para utilização nas aulas de Ciências em turmas regulares do ensino fundamental com alunos deficientes visuais inclusos, um estudo sobre a importância da prototipagem rápida na joalheria e os avanços tecnológicos que têm auxiliado a manufatura atual, reduzindo o tempo de produção de uma peça, assim como o seu custo total e perda de materiais no processo, as potencialidades da modelagem arquitetônica no processo de ensino, incorporando novos métodos de aprendizados utilizando os processos de referências circulares, um projeto do protótipo de um veículo de exploração espacial (rover), uma aplicação que utiliza reconhecimento facial, inteligência artificial e redes neurais complexas juntamente com um processamento computacional, para reconhecimento de padrões e aprendizagem automática, uma reflexão epistemológica a respeito da Geometria Gráfica e o desenvolvimento de um ambiente web para visualizações dos planetas do Sistema Solar em Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV).

Aos autores dos capítulos desta obra, meus mais sinceros agradecimentos pela submissão de seus estudos na Atena Editora. Aos leitores, desejo que este livro possa colaborar e instigar novas e interessantes reflexões mais aprofundadas sobre esta temática.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A TRISSECÇÃO DO CUBO COMO LÓGICA EM AÇÕES PROJETUAIS DE ARQUITETURA	
Adriane Borda Almeida da Silva Gabriel Martins da Silva Valentina Toaldo Brum	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
APLICAÇÃO DE JOGO LÚDICO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS NA TEMÁTICA ÁGUA	
Ana Carolina da Silva Valença de Souza Camila de Abreu Correa Jádia Natividade Nunes de Oliveira Anna Virgínia Muniz Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
CHROMOSCOPE: ATRIBUIÇÃO DE SENTIDOS A UM MODELO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE COR	
Adriane Borda Almeida da Silva Valentina Toaldo Brum Thiago Costa Guedes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS DO CORPO HUMANO PARA ESTUDOS NA MEDICINA	
Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar Marcio Henrique de Sousa Carboni Caroline Valetton	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>35</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE WEB DE REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL PARA A VISUALIZAÇÃO DOS POLIEDROS DE ARQUIMEDES	
Paulo Henrique Siqueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>48</b>
ENSINO DE PROJETO E DE ACÚSTICA URBANA	
Tarciso Binoti Simas Carlos Mavíael Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027076</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>60</b>
ENSINO DO PROJETO DE ARQUITETURA E MODELAGEM ASSOCIADOS AOS SISTEMAS GEOMÉTRICOS DE REPRESENTAÇÃO	
Ivan Silvio de Lima Xavier Denise Vianna Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027077</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>71</b>
MAIS COM MENOS – CRIANDO CALIGRAMAS A PARTIR DE CONCEITOS MATEMÁTICOS	
Marlon Amorim Tenório	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027078</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>75</b>
MATERIAL DIDÁTICO ADAPTADO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	
Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar	
Andrea Faria Andrade	
Fernanda Dal Pasqual	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2412027079</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>86</b>
MODELAGEM 3D E PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA PRODUÇÃO DE JOIAS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS	
Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar	
Giancarlo de França Aguiar	
Eduardo Augusto Goldbach	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24120270710</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>97</b>
MODELAGEM ARQUITETÔNICA, PROJETO DIGITAL E AÇÕES COLABORATIVAS	
Ivan Silvio de Lima Xavier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24120270711</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>109</b>
PROJETANDO MARTE: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO ESPACIAL À TRAÇÃO HUMANA	
Karina Karim Gomes	
Fabiana Rodrigues Leta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24120270712</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>122</b>
QUALIDADE E EFICIÊNCIA EM RECONHECIMENTO FACIAL USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E REDES NEURAIS COMPLEXAS PARA ANIMAÇÕES AUDIOVISUAIS	
Daniel Rodrigues Ferraz Izario	
Yuzo Iano	
João Luiz Brancalhona Filho	
Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24120270713</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>134</b>
QUEM SOMOS? O QUE FAZEMOS? PARA ONDE VAMOS? UMA REFLEXÃO EPISTEMOLÓGICA SOBRE A GEOMETRIA GRÁFICA	
Andiara Valentina de Freitas e Lopes	
Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão	
Maximiliano Carneiro-da-Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24120270714</b>	

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>146</b>
VISUALIZAÇÃO DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR UTILIZANDO UM AMBIENTE WEB EM REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL	
Paulo Henrique Siqueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24120270715</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>159</b>
<b>ÍNDICE REMISSÍVO</b> .....	<b>160</b>

## ENSINO DO PROJETO DE ARQUITETURA E MODELAGEM ASSOCIADOS AOS SISTEMAS GEOMÉTRICOS DE REPRESENTAÇÃO

*Data de aceite: 01/07/2020*

**Ivan Silvio de Lima Xavier**

Escola de Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade Federal Fluminense. ivan\_xavier@  
id.uff.br

**Denise Vianna Nunes**

Escola de Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade Federal Fluminense. denisenunes@  
id.uff.br

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um método de ensino de projeto de arquitetura, que se apoia em conhecimentos e técnicas oriundos dos sistemas geométricos de representação. O processo se desenvolve em três fases – contextualização, espacialização e materialização. Através da fundamentação teórica e da prática de construção de modelos reduzidos, utilizados tanto para o estudo da forma e da estrutura, como para a visualização das representações ortogonais nos planos horizontal e vertical, os alunos desenvolvem a criatividade, ampliam seu repertório e aprofundam conhecimentos dos sistemas geométricos e estruturais; tornam-se assim capacitados para apresentar soluções projetuais mais complexas, fundamentadas e com boa articulação com o sistema estrutural adotado.

Dessa forma, os projetos dos estudantes adquirem construtibilidade e qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de projeto; sistemas geométricos de representação; contextualização; espacialização; materialização.

**ABSTRACT:** This work presents a method of teaching architectural design, which relies on knowledge and techniques derived from geometric representation systems. The process is developed in three phases - contextualization, spatialization and materialization. Through the theoretical basis and the practice of constructing reduced models, used both for the study of form and structure, and for the visualization of orthogonal representations in the horizontal and vertical planes, students develop creativity, expand their repertoire and deepen knowledge of the geometric and structural systems; are thus able to present more complex, grounded and well articulated design solutions with the structural system adopted. Student projects acquire constructability and quality.

**KEYWORDS:** project teaching; geometric representation systems; contextualization; spatialization; materialization.

## 1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um método de ensino desenvolvido no âmbito da disciplina Projeto de Arquitetura III da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da Universidade Federal Fluminense (UFF), que se apoia em conhecimentos e técnicas baseados nos sistemas geométricos de representação. Conteúdos das geometrias plana e descritiva são revistos para fomentar o desenvolvimento do raciocínio espacial dos alunos e a compreensão da organização tridimensional do espaço. Busca-se também nortear a prática de construção de volumes através de modelos reduzidos, utilizados tanto para o estudo da forma e da estrutura, como para a visualização das representações ortogonais nos planos horizontal e vertical.

O processo se desenvolve em três etapas. Na fase inicial - a contextualização – são realizados a análise do contexto, os estudos iniciais, considerando a fundamentação teórica, a ideia, o partido e experimentações, tanto em croquis como volumétricas. Na segunda etapa - a espacialização - procede-se à modelagem dos sistemas estruturais, com a aplicação de referências circulares e ações colaborativas integradas. O período da – materialização - consiste nas representações ao longo do processo de desenvolvimento do projeto, que, de modo geral, se inicia de forma analógica e é finalizado por meio digital; além dos desenhos, os alunos elaboram prancha sùmula e maquete física final cortada e aberta. Obtém-se, com esses procedimentos, soluções projetuais mais complexas, fundamentadas e com boa articulação com o sistema estrutural adotado.

O método tem como aporte teórico textos de Norberg-Schulz (2006) e Martin Heidegger, que contribuem para que os alunos compreendam o significado de pertencer a um lugar concreto (*Genius Loci*) e o sentido ampliado do habitar. Utiliza-se também o trabalho de autores como Heine Engel (2001), Hernández-Roz (2008) e Yopanan Rebello (2000), que tratam de sistemas estruturais de forma experimental e através de uma linguagem mais sintonizada com o campo da Arquitetura. Busca-se aproximar a concepção estrutural à projetual, de modo que o ato de projetar do aluno adquira simultaneamente forma pertinente e construtibilidade adequada, resultando em um projeto de excelência.

## 2 | CONTEXTUALIZAÇÃO

No mundo contemporâneo cada vez mais se faz presente a necessidade de se pensar a edificação em seu contexto e não mais isoladamente. Como afirma Tschumi (2005), não há arquitetura sem contexto (exceto pela utopia). Um trabalho arquitetônico está sempre localizado em um sítio. O contexto pode ser histórico, geográfico, cultural, político ou econômico. Assim o procedimento de ensino do projeto de arquitetura aqui proposto inicia-se com a observação da paisagem e do meio imediato ao terreno trabalhado e o estudo das interferências climáticas, da incidência solar e dos ventos. Este conteúdo está

contemplado na ementa da disciplina “Projeto de Arquitetura III da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Analisado o contexto, os alunos têm como primeira tarefa realizar e apresentar o estudo de referências projetuais e conceituais sobre o tema do projeto (atualmente edifício multifamiliar de uso misto) e promove-se um debate em sala com análises críticas em relação aos seus aspectos funcionais, construtivos e expressivos. Os aspectos funcionais são avaliados considerando a determinação dos acessos, dos fluxos horizontais e verticais, dos compartimentos e suas aberturas, da implantação do edifício no terreno, a caracterização dos cheios e dos vazios das fachadas, a definição dos níveis e das superfícies adotadas, entre outros. Em relação aos aspectos construtivos se verifica as características do sistema estrutural (pilares, vigas e lajes), os elementos de instalações prediais em geral e os principais materiais componentes dos acabamentos. Os aspectos expressivos são observados buscando-se conhecer a intenção projetual do arquiteto e como se deu a sua materialização. Esse exercício permite uma experiência visual e, muitas vezes, sensorial, resultando na ampliação repertorial do aluno e no desenvolvimento da sua capacidade de encontrar boas respostas para problemas arquitetônicos.

A fundamentação teórica é pressuposto da disciplina; objetiva-se que os alunos desenvolvam a capacidade de referenciar o projeto de arquitetura apropriando-se de conceitos teóricos da arquitetura e do urbanismo. Dessa forma a elaboração da ideia, que norteará o projeto, é embasada de maneira consistente e é fundamental para que o aluno defina o seu partido arquitetônico e defenda o seu projeto, como aponta Maria Cristina Cabral (2018):

(...) a ideia é a intenção ou entendimento do projetista. Não a chamamos de conceito. Conceitos aqui são entendidos como desenvolvimentos teóricos de profissionais ou pensadores. Nas etapas de trabalho, a ideia deve ser associada a conceitos dos autores escolhidos como fundamentação teórica. Pelas mãos e mentes de estudantes talentosos, ideias podem transmutar-se em novos conceitos, produzindo teoria (CABRAL, 2018, p. 116).

A partir de um programa de necessidades básico oferecido pelos professores e aprimorado pelas atividades anteriores o aluno realiza o aperfeiçoamento do programa, ampliando seu repertório. Resta ainda, como informação e fonte balizadora do projeto, conhecer os parâmetros da legislação.

Com os conhecimentos até aqui adquiridos o aluno é capaz então de esboçar diagramas contendo fluxograma e a setorização no terreno. Após esta etapa, o aluno inicia seus estudos volumétricos com modelos físicos e/ou digitais.

Os alunos são incentivados a desenvolver o seu processo criativo em relação ao tema proposto, ou seja, a pensar como um arquiteto, através de etapas sucessivas, que permitem idas e vindas, uma vez que o percurso não é linear. O processo é iniciado através do que denominamos de estudo de massa: o aluno elabora uma série de desenhos em forma de diagrama, que se transformarão posteriormente em arquitetura;

nestes desenhos verifica-se a melhor orientação norte – sul, ou seja, a posição do sol da manhã e da tarde, onde serão posicionados os elementos principais do programa e em especial o *core*<sup>1</sup> da edificação; considera-se ainda a influência da direção dos ventos, relacionados aos conceitos de Norberg-Schulz (2006) sobre espírito do lugar<sup>2</sup>. Outros aspectos que aos alunos são chamados a observar são a influência da luz no edifício e as várias possibilidades de transparências, que podem possibilitar volumes, formas e vistas extraordinárias.

Por meio de uma sequência de croquis as “manchas” adquirem traços fortes e a forma vai se delineando, caracterizando um exercício de criação que envolve a mão e a mente; este processo se constitui ao final em um único todo organizado, que foi se definindo através do desenho técnico à mão livre na fase de estudo preliminar e, na fase seguinte do anteprojeto, com a ajuda do computador para a definição de detalhes.

As oportunidades geradas pelo orientação solar, a definição das melhores vistas, as possibilidades de transparências, são dados que vão gerando e construindo o projeto em relação à paisagem e ao lugar. O estudo de massa é o momento de diálogo do aluno consigo mesmo assistido pelo professor, quando o discente procura atender às demandas do cliente (professor) levando em consideração todos os dados estudados anteriormente. Esse processo bem vivenciado, pode gerar ótimos lugares pelo significado do seu design e pela força da criatividade expressada em sua arquitetura (fig. 1).



Figura 1 – Imagens do Processo de Design - croquis que se transformam em diagramas e posteriormente em arquitetura.

Fonte: Imagens do vídeo How to Think like an Architect – The Design Process with Architect Barry Berkus AIA – B3 Architects – a Berkus design Studio. (Disponível em [www.b3architects.com](http://www.b3architects.com))

### 3 | ESPACIALIZAÇÃO

Nesta fase utiliza-se a modelagem arquitetônica como ferramenta do processo do ensino do projeto de arquitetura; o seu desenvolvimento baseia-se nos fundamentos dos sistemas geométricos de representação e no entendimento dos sistemas estruturais. A introdução destes conteúdos ocorre no primeiro período do curso na EAU-UFF através

1. Termo técnico para designar a área agrupada de infraestrutura e circulações verticais de pessoas e serviços – escadas, elevadores e shafts - de edifícios comerciais em altura.
2. Os referenciais teóricos deste artigo estão mais detalhadamente explicitados no item 4.

das disciplinas Sistemas Geométricos de Representação (sobre a qual trata o item 4 deste artigo) e Fundamentos para Modelagem de Sistemas Estruturais; esta se referencia no trabalho de Engel (2001) com a apresentação dos mecanismos *forma ativa*, *vetor ativo*, *massa ativa*, *superfície ativa* e *sistemas estruturais verticais*. A metodologia desenvolvida nesta disciplina por Xavier (2018) apresenta:

A metodologia compreende quatro etapas básicas no processo denominado Ensino Circular: *Entrada*, *Atividade Inicial*, *Ampliação repertorial*, *Uso e Experimentação*. Essas etapas se fazem necessárias ao aprendizado e ao sucesso do trabalho; na etapa *Entrada* temos o repertório inicial e informal do estudante, na etapa *Atividade Inicial* temos a apresentação do objeto e objetivos da ementa da disciplina e a teoria relacionada ao objeto de trabalho. Na *Ampliação Repertorial* é realizada a apresentação do tema do exercício para os sistemas estruturais por meio de vídeos, consulta a sites e pesquisas bibliográficas; na sequência é efetuada a visita ao campo - que pode ser um museu, uma instalação, etc. No *Uso e Experimentação* elabora-se uma sequência de desenhos em função do repertório adquirido a partir da teoria apresentada. Nesta etapa ocorre a realização dos diversos produtos, podendo estes serem de caráter individual, em grupo ou coletivo, em função da definição do tema e da teoria a ser experimentada (XAVIER *et al*, 2018).

Na disciplina de Projeto de Arquitetura III estes conhecimentos são revistos e aprofundados, através de vários experimentos. O processo de modelagem arquitetônica é dinâmico, não existem regras, as formas estruturais e arquitetônicas são desenvolvidas e definidas pelos próprios alunos sob orientação dos professores; o trabalho pode ser iniciado pela releitura de uma obra arquitetônica icônica ou em consonância com os desenhos e/ou croquis dos próprios alunos; essa prática faz parte do exercício tridimensional, que auxilia no entendimento e no processo de aprendizagem de projeto de arquitetura (fig.2).



Figura 2 – Maquetes desenvolvidas por alunos da disciplina Fundamentos para Modelagem de Sistemas Estruturais (EAU-UFF).

Fonte: SOUZA, Osvaldo Luiz, 2019.

Ao visualizar o produto finalizado os alunos adquirem a percepção da intrínseca relação entre a forma da edificação e o sistema estrutural definido. Além disso podem avaliar de forma concreta o resultado estético das suas escolhas. Através desta dinâmica os alunos adquirem autonomia e segurança no processo de aprendizagem (fig. 3).

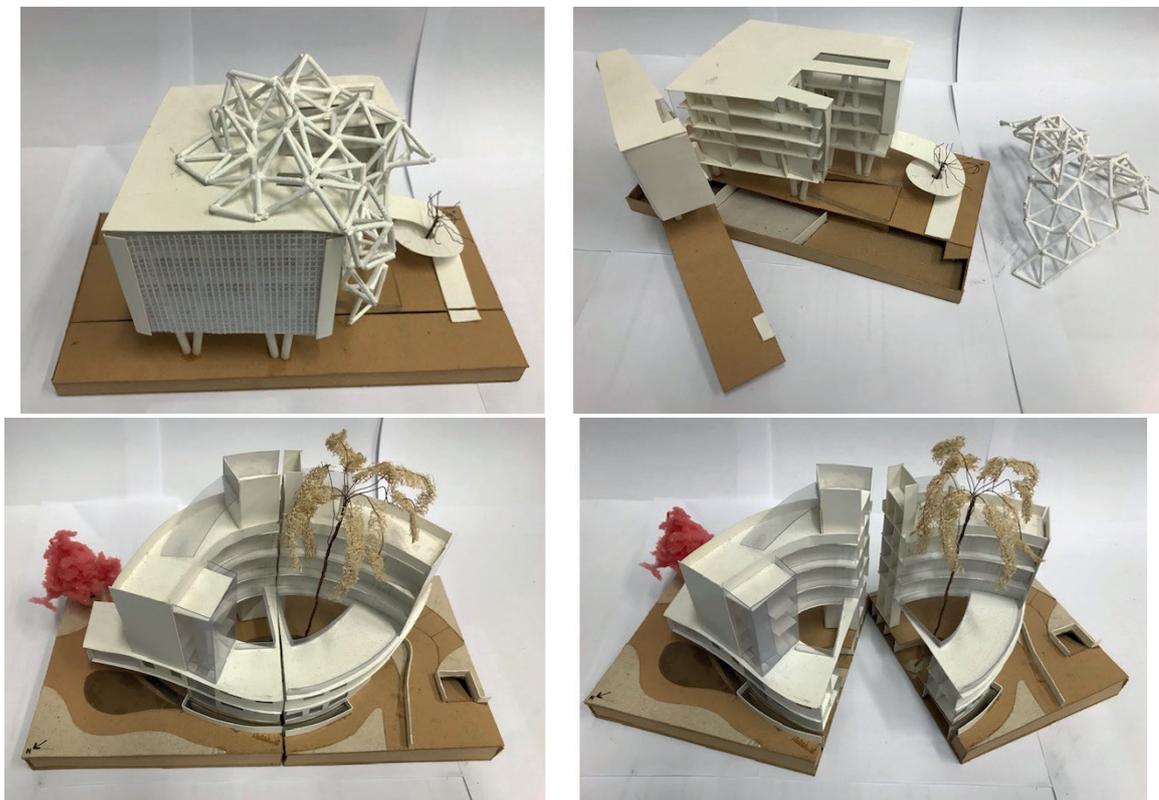


Figura 3 – Maquetes desenvolvidas por alunos da disciplina Projeto de Arquitetura III (EAU-UFF).

Fonte: XAVIER, Ivan, 2019.

Deve-se destacar que a utilização da modelagem arquitetônica não é privilégio dos estudantes de arquitetura, ao contrário, é prática recorrente de vários escritórios de arquitetura ao redor do mundo, entre eles o de Renzo Piano, de Frank Gehry, de Bjarke Bundgaard Ingels do OMA Office Work, dos brasileiros Angelo Bucci (fig. 4) e Paulo Mendes da Rocha, que a utilizam para o desenvolvimento dos seus projetos de arquitetura. Segundo este último (2007):

A maquete, muito simples, está realizando uma coisa que você quer ver. O diâmetro certo, a altura certa, a escala humana. Você consegue ser este personagem, ajoelha no chão para ver dentro da maquete, é muito bonito! Fecha a janela, espera de noite, tira o abajurzinho da mesa de luz e traz perto da maquete, vê os efeitos da luz (...) Você vê o tamanho das coisas, a sua proporção, vê as transparências (MENDES DA ROCHA, 2007, p. 58-59).



Figura 4 - Maquetes escritório SPBR arquitetos – Angelo Bucci

Fonte: Escritório SPBR arquitetos. (Disponível em [www.spbr.arq.br](http://www.spbr.arq.br))

## 4 | OS SISTEMAS GEOMÉTRICOS DE REPRESENTAÇÃO E SUA APLICAÇÃO EM PROJETO

A disciplina Sistemas Geométricos de Representação tem como objetivo fomentar a competência da abstração no aluno de primeiro período na EAU-UFF. São realizados exercícios que promovem noções espaciais e desenvolvem a linguagem do desenho de arquitetura; utiliza-se noções de geometria plana e descritiva (GD), a manipulação de modelo físico, além dos conceitos da Norma Brasileira de Representação 6492. Os alunos iniciam praticando o manejo dos instrumentos de desenho (esquadros, régua paralela, compasso, escalímetro, etc.). Na segunda etapa, se trabalha a ideia de múltiplas vistas do objeto a partir de figuras geométricas regulares e irregulares. As figuras são estudadas em épura, também por meio de modelo físico e do desenho de suas faces nos diferentes planos para então serem planificadas e montadas (fig. 5). A construção de modelos físicos pelo aluno facilita o entendimento, a apreensão do conteúdo e a abstração toma forma real. Para tornar o exercício de pirâmides mais interessante, as dimensões dos modelos propostos são calculadas de modo que, reunidas, formem uma única esfera (fig. 5), como se vê na imagem a seguir:

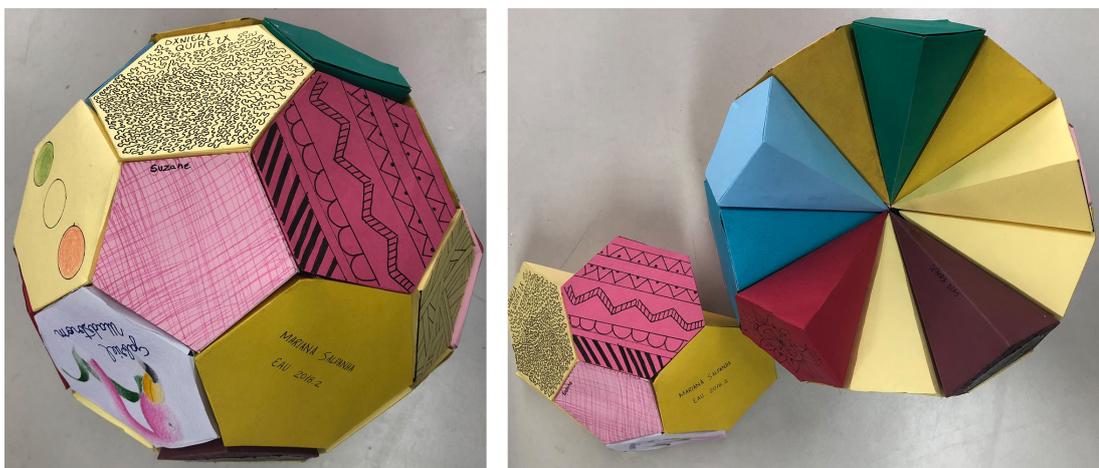


Figura 5 – Esfera composta por pirâmides regulares de base pentagonal e hexagonal

Fonte: Foto de CANTREVA, Philippe, 2018.

O processo relatado anteriormente conduz o aluno ao entendimento do que significa e para que serve rebater o objeto em diversos planos; realiza-se então o painel síntese da etapa (fig. 6), onde o objeto (uma pirâmide irregular) é estudado em épura, planificado e inserido em um contexto arquitetônico<sup>3</sup>. Desta maneira se estabelece o link entre a Geometria e a Arquitetura e o conhecimento geométrico começa a fazer sentido dentro do campo de conhecimento da Arquitetura.

3. No exercício proposto, o aluno faz uma composição livre com três pirâmides (com o formato estudado na épura) em diferentes posições, inseridas em um pequeno parque, que deve conter vegetação, caminhos e um lago.

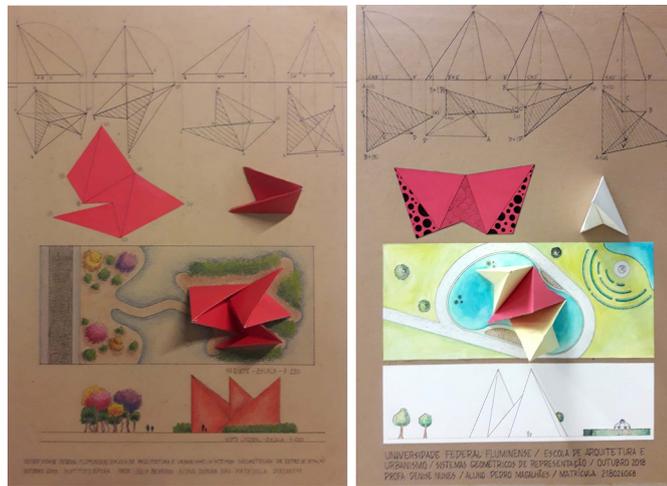


Figura 6 – Painel síntese do conteúdo de Geometria Descritiva.

Fonte: NUNES, Denise – Disciplina Sistemas Geométricos de Representação (EAU-UFF), 2019.

O conhecimento adquirido nesta disciplina de primeiro período do Curso vai possibilitar ao aluno de Projeto de Arquitetura III (de quarto período) pensar um objeto arquitetônico que ainda não existe (seu projeto), a representá-lo e aprimorá-lo cada vez mais. Verificou-se que, na etapa de espacialização do projeto, o aluno desenvolve sua ideia plenamente com criatividade e segurança, se tiver adquirido anteriormente capacidade de abstração e competência de uma representação rigorosa, o que é possibilitado pelo conteúdo dos Sistemas Geométricos de Representação.

## 5 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como conteúdo norteador da concepção projetual inicial e no desenvolvimento do estudo de massa, indica-se a leitura e a discussão do texto “Fenômeno do Lugar” de autoria de Norberg-Schulz (1988). Este trata da identificação do potencial fenomenológico na arquitetura como a capacidade de dar significado ao ambiente e reintroduz a antiga noção romana do *Genius Loci*, isto é, a ideia do espírito de um determinado lugar. O autor interpreta o conceito de habitar como o de estar em paz num lugar protegido; afirma ainda que isto acontece por meio de construções que reúnem as propriedades do lugar e as aproximam do homem, “logo o ato mais importante da arquitetura é compreender a *vocação do lugar*, dessa maneira, protegemos a terra e nos tornamos parte de uma totalidade compreensível” (1988). Assim, pertencer a um lugar é ter uma base de apoio existencial em um sentido cotidiano concreto. Esta teoria contribui para que os alunos compreendam de forma mais eficaz os conceitos de *identificação* e de *caráter* com o ambiente como aspectos essenciais do estar-no-mundo do homem, ajudando-os a identificar o espírito do lugar, o *Genius Loci*, no sentido de conceber e criar o que mais se adequa ao lugar, e a começar a ter o entendimento do que significa pertencer a um lugar concreto.

O texto de Martin Heidegger (1951) “Construir, Habitar, Pensar” apresenta a questão

do habitar como traço essencial do ser, onde o construir e o pensar são, cada um a seu modo, indispensáveis para o habitar. Deste maneira, como qualquer outra atividade verdadeira, habitar fundamenta o ser do homem. Destaca-se também que, habitar para Heidegger extrapola a ideia de moradia em si. Está em todo espaço, com o qual o ser humano estabelece uma relação de pertencimento; por este motivo, espaços livres, espaços de trabalho e circulação e outros devem ser estudados com a mesma atenção e profundidade que os espaços de morar. Nesta linha de pensamento procura-se mostrar aos alunos a importância do habitar para o ser humano e, portanto, o quão responsável deve ser a atividade do arquiteto.

Outra referência importante neste trabalho está na obra de Heino Engel (2001), que apresenta os principais sistemas estruturais (forma ativa, vetor ativo, massa ativa, superfície ativa e sistemas estruturais verticais), por meio da apresentação da teoria, de imagens e gráficos representativos. O autor contribui para o entendimento do comportamento dos sistemas estruturais e da sua aplicabilidade com diversos exemplos relacionados aos cinco sistemas. Os sistemas híbridos combinados com os sistemas de acoplamento são apresentados de forma clara e concisa pelo autor; a geometria e a imagem de forças das superfícies dobradas e planas, as superfícies curvadas simples em cúpula ou em sela são sintetizadas na conclusão do livro. Na disciplina Modelagem dos Sistemas Estruturais (1º período na EAU-UFF) os alunos realizam modelos referenciados às imagens e gráficos de força do autor; com esta na prática os alunos verificam a teoria e comprovam seus efeitos. Segundo Engel, o entendimento e a definição da estrutura faz com que o arquiteto outorgue existência e sustentação à forma de seu projeto, conferindo construtibilidade à sua obra.

Yopanan Rebello (2000) apresenta diversas possibilidades de concepção estrutural, de formas das seções e uma visão geral dos materiais estruturais (madeira, aço e concreto armado). O pré-dimensionamento dos diversos elementos estruturais, bem como o seu comportamento (arcos, vigas, treliças, pilar, laje, associação de cabo, viga vierendel e pilar, abóbada, cúpula, chapas dobradas, etc.) constitui contribuição relevante do livro. O autor define claramente os limites dos intervalos por meio de tabelas que ajudam o discente a entender os pontos de aplicação e de dimensionamentos máximos e mínimos. Para o aluno que está iniciando os estudos de concepção estrutural aplicada ao projeto de arquitetura, a obra de Rebello (2000) constitui referência fundamental.

A origem do tratamento científico em relação ao problema estrutural, os requisitos estruturais, a estrutura resistente e o desenho das formas estruturais das edificações e a sua complexidade são os temas tratados por Hernández-Roz (2008), que ampliam o debate sobre a intrínseca relação que deve haver entre estrutura e arquitetura. Segundo o autor “o desejo de desenhar estruturas com o menor volume possível de material conduz em geral a desenhos complexos”. O autor apresenta modelos geométricos superficiais e tridimensionais, estabelecendo as relações entre espaço e movimentos e

as suas respectivas deformações; finalmente, orienta o processo de análises, ou seja, como verificar se a estrutura e cada uma de suas partes está em equilíbrio. Esta etapa é fundamental pois instrumentaliza o sistema de modelagem com importante referencial para entendimento dos sistemas estruturais.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução desde o primeiro período do Curso de Arquitetura e Urbanismo de conceitos de sistemas estruturais e geométricos de representação por meio do método do *ensino circular*<sup>4</sup> e a multiplicidade de tarefas em ambiente de ações colaborativas embasadas nos referências teóricos, estimulam o aprendizado de forma gradativa e eficaz.

A experiência e a liberdade com que os exercícios são realizados resultam em um ambiente propício para o aluno descobrir e desenvolver seu potencial criativo por diferentes formas de experimentação em cada etapa. A apresentação final dos trabalhos e maquetes evidencia o desenvolvimento dos estudantes em relação à criatividade, ampliação do seu repertório e assimilação dos conhecimentos dos sistemas geométricos e estruturais. A resistência em relação ao desafio do aprendizado dos sistemas estruturais é superada com a diversidade vivenciada em sala de aula e em campo, associada à experiência da modelagem e da aplicação dos conceitos oriundos da geometria. As dificuldades iniciais desaparecem e a circularidade dos processos possibilita novas descobertas e talentos. Debruçados sobre o ato da repetição e experimentação com materiais diversificados, a experiência gera conhecimento, motivação e projetos de excelência.

Os resultados verificados até o momento apontam para a conclusão de que o processo de geração da forma arquitetônica se torna mais consciente e seguro quando o aluno compreende simultaneamente o comportamento do conjunto das forças estruturais e testa as formas geradas ou possíveis através da utilização de conteúdos dos sistemas geométricos de representação e da realização de maquetes e modelos tridimensionais. Este conjunto de experiências propicia construtibilidade e qualidade aos projetos dos alunos.

## REFERÊNCIAS

BOXWELL, Robert. **Benchmarking for a competitive advantage**. Portland, Or: Book News, Inc., 1994.

CABRAL, Maria Cristina. **O problema da ideia. Manifesto pela qualidade da Arquitetura contemporânea** in: FONTES, A. S. REGO, A. Q. e FEFERMAN, C. Reflexões sobre o ensino integrado do projeto de Arquitetura. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Rio Books, 2018.

ENGEL, Heino. **Sistemas estruturais**. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, S.A, 2001.

---

4. Ver XAVIER, Ivan S. de Lima; CANTREVA, Philippe; MARINS, Igor. The importance of circular references. Milão: Book of Abstracts - 18TH International Conference on Geometry and Graphics, 2018.

HEIDEGGER, Martin. **Construir, habitar, pensar**, in Ensaios e conferências, tradução de Marcia Sá Cavalcante Schuback, Petrópolis: Ed. Vozes, 2001.

HERNÁNDEZ-ROZ, Ricardo Aroca. **Que es estrutura?** Instituto Juan de Herrera. Madri: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Cuaderno 60.01 / 1-16-08, 1999.

HILSON, Barry. **Basic Structural Behavior: Understanding from Models**. London: Thomas Telford, 1993.

MACLEOD, Virginia. **Detalhes construtivos da arquitetura residencial contemporânea**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2009.

NORBERG-SCHULZ Christian. **Architecture: Meaning and Place, Selected Essays**. New York: Ed. Rizzoli, 1988.

ROCHA, Paulo Mendes da. **Maquetes de papel**. São Paulo: ed. Cosac Naify, 2007.

PERRONE, Rafael A. Cunha e VARGAS, Heliana Comin. **Fundamentos de Projeto: Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: Ed. USP, 2014.

NORBERG-SCHULZ, Christian. **O Fenômeno do lugar**. In: NESBITT, Kate (org.). Uma Nova Agenda para a Arquitetura. Antologia Teórica 1965-1995. São Paulo: Ed. Cosac Naify, 2006.

REBELLO, Yopanan. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Ed. Zicurate, 2000.

SENNET, Richard. **O artífice**. Trad. de Clóvis Marques. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2012.

TSCHUMI, Bernard. **Event-cities 3: concept vs. context vs. content**. Cambridge: MIT, 2005.

XAVIER, Ivan Silvio de Lima; CANTREVA, Philipe; MARINS, Igor. **The importance of circular references**. Milão: Book of Abstracts - 18TH International Conference on Geometry and Graphics, 2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 76, 85

Ações Colaborativas 61, 69, 97, 99, 102, 103, 106

Acústica Urbana 48, 49, 53, 57

Animações 122, 123, 124, 132

Arquitetura 1, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 19, 28, 29, 36, 48, 49, 50, 52, 53, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 90, 97, 98, 99, 100, 101, 108, 139, 140, 142, 143, 144, 147

### C

Caligramas 71, 72, 73, 74

Competição 17, 49, 52, 109, 110, 111, 112, 115, 119, 120

### D

Deficiência Visual 19, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 84, 85

Desenho 1, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 17, 19, 21, 22, 23, 28, 29, 36, 55, 59, 63, 66, 68, 77, 78, 91, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 110, 126, 127, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Desenho Paramétrico 1, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 19, 21, 22, 23, 28, 100, 101

Desenho Técnico 12, 13, 29, 36, 63, 134, 138, 145

Desenvolvimento Sustentável 14, 17, 18

Design 1, 2, 3, 4, 12, 20, 29, 46, 48, 49, 52, 59, 60, 63, 71, 85, 96, 97, 101, 102, 103, 109, 110, 112, 113, 116, 121, 133, 138, 139, 140, 142, 143, 157

### E

Engenharia 13, 17, 36, 45, 47, 98, 99, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 142, 145, 156, 158, 159

Espacialização 60, 61, 63, 67

Experimentação 1, 64, 69, 89, 101, 102, 103, 105, 112

Exploração Espacial 109, 110, 111, 120, 121

### F

Fabricação Digital 1, 3, 4, 6, 11, 12, 19, 20, 21, 28, 100, 101, 142

Fotomontagem 48, 49, 55, 57

## **G**

Geometria 1, 3, 5, 11, 12, 29, 35, 36, 45, 66, 67, 68, 69, 99, 116, 118, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 156

## **I**

Inteligência Artificial 122, 123, 124, 128, 132

## **J**

Jogo 11, 13, 14, 15, 16, 17, 56, 78

## **L**

Lógica 1, 2, 4, 6, 7, 10, 11, 19, 20, 21, 22, 24, 27, 28, 136

## **M**

Materiais Alternativos 36, 86, 87, 88, 90, 96

Material Didático 11, 21, 30, 31, 34, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Materialização 1, 6, 60, 61, 62

Modelagem 6, 25, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 41, 42, 43, 55, 57, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 68, 69, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 86, 90, 91, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 114, 116, 117, 123, 125, 126, 127, 129, 132, 142, 147, 148, 151, 152, 154

## **N**

NoiseTube 48, 49, 54, 55, 58, 59

## **P**

Poliedros de Arquimedes 35, 37

Projeto 3, 1, 3, 4, 9, 11, 12, 25, 28, 31, 33, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 79, 85, 91, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 138, 145

Projeto da Paisagem 48, 49, 51, 53, 55, 57, 59

Projeto de Arquitetura 1, 4, 9, 11, 12, 49, 52, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68

Prototipagem Rápida 28, 30, 31, 75, 76, 78, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 95, 96

Protótipo 31, 80, 90, 91, 92, 109, 111, 113, 114, 118, 119, 120

## **R**

Realidade Aumentada 35, 36, 41, 43, 45, 146, 147, 151, 154, 156

Realidade Virtual 35, 36, 37, 41, 43, 45, 47, 146, 147, 151, 154, 156, 158

Reconhecimento Facial 122, 123

Recursos Didáticos 76, 78, 85

Redes Neurais 122, 130, 132

Representação 1, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 19, 20, 21, 22, 24, 27, 28, 30, 31, 34, 49, 53, 60, 61, 63, 64, 66, 67, 69, 78, 79, 84, 97, 99, 100, 101, 103, 107, 116, 120, 126, 128, 130, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 149, 150

## **S**

Sistema RGB 19

Sistemas Estruturais 61, 63, 64, 68, 69, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108

Sistemas Geométricos 60, 61, 63, 64, 66, 67, 69, 99

Sistema Solar 78, 146, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156

Software 5, 6, 23, 31, 32, 33, 48, 49, 50, 54, 57, 80, 82, 85, 91, 97, 102, 118, 129, 143, 159

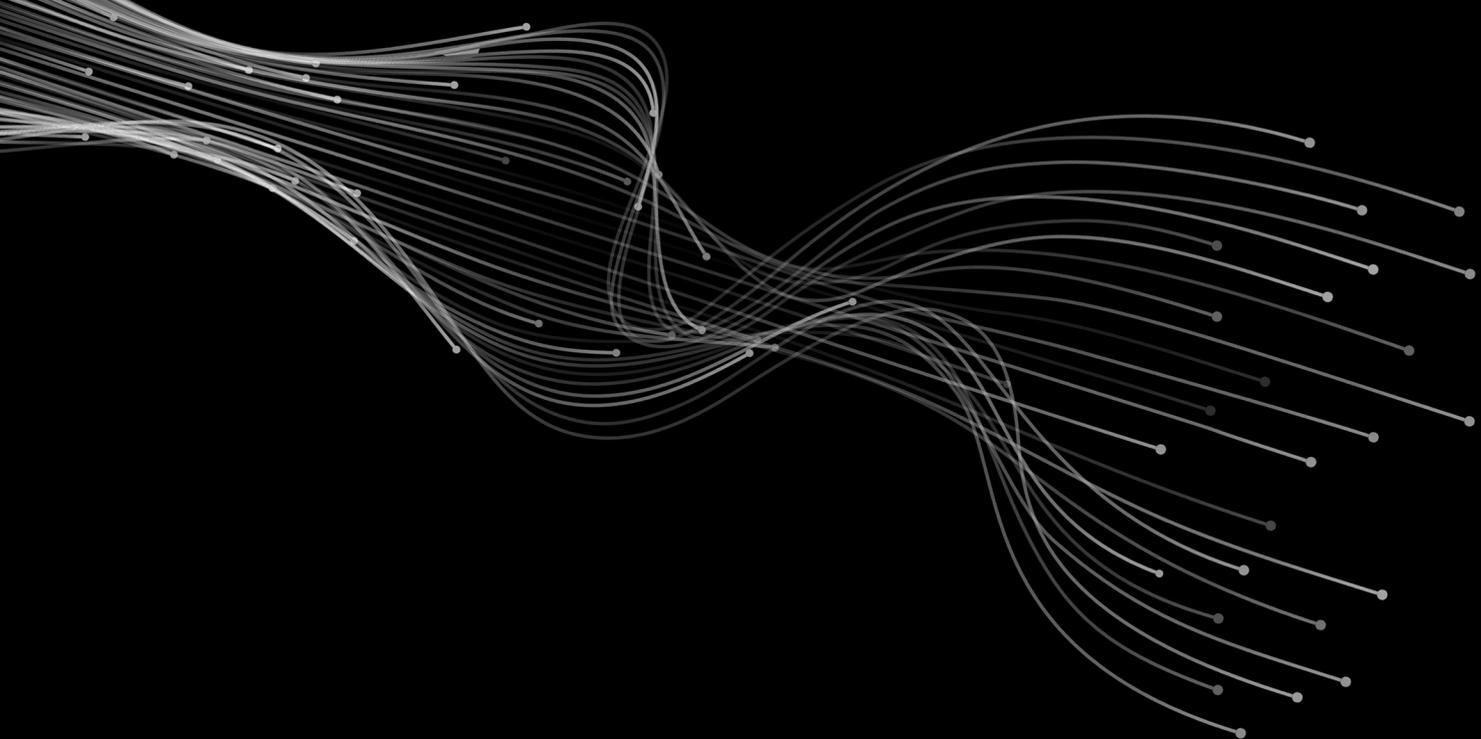
## **T**

Tecnologias 11, 28, 31, 36, 37, 82, 86, 87, 95, 96, 101, 110, 134, 140, 142, 143, 144, 147, 148, 159

Trisseção do Cubo 1, 4, 6, 10, 11, 12

## **V**

Visualização 31, 35, 36, 37, 43, 44, 45, 47, 57, 60, 61, 91, 100, 146, 147, 148, 149, 153, 154, 155, 156, 158



# *Engenharia Gráfica para Artes e Design: Interfaces e Aplicabilidades*

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

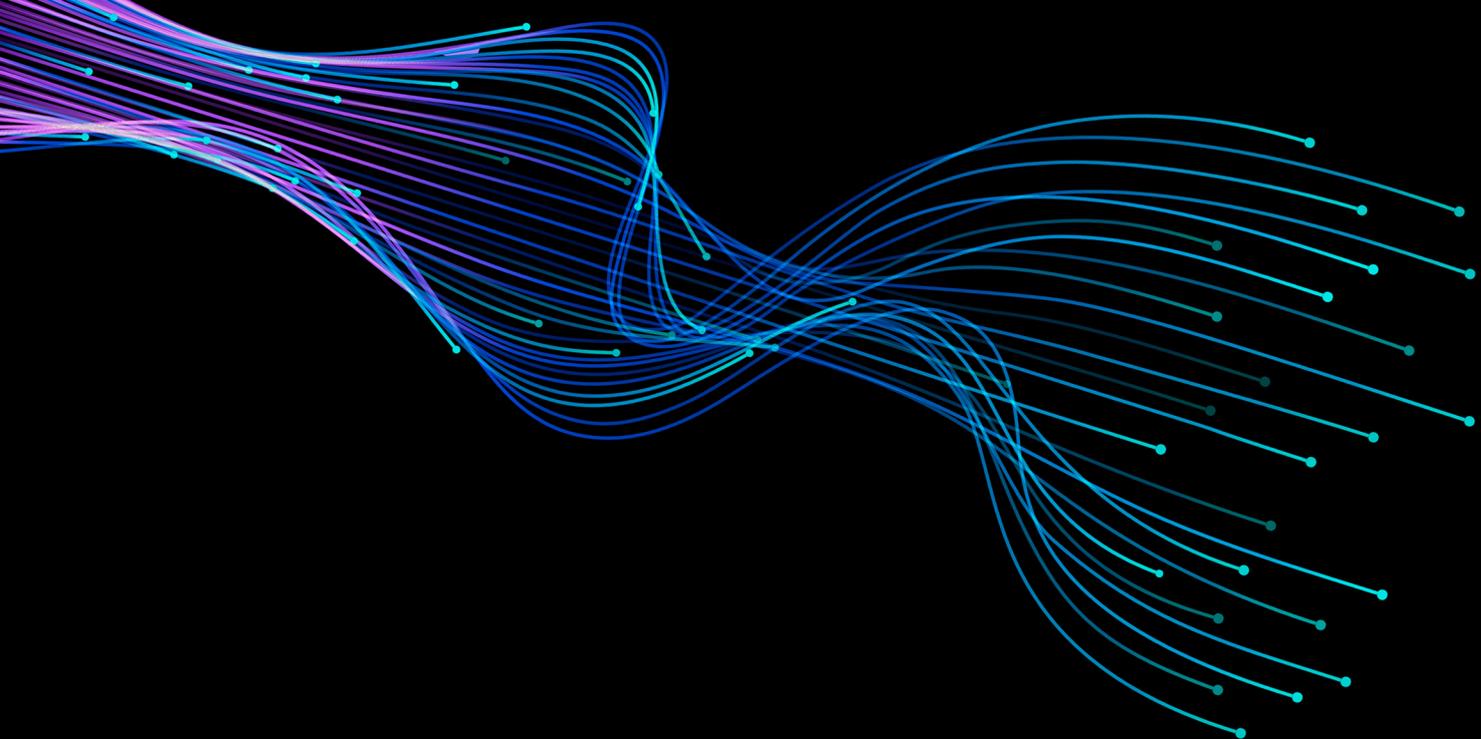
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](#) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**



# *Engenharia Gráfica para Artes e Design: Interfaces e Aplicabilidades*

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](#) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**