



*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 Cremo

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^a Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a 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^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Prof^a 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^a 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^a Dr^a 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^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
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

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

CAPÍTULO 8	71
MAIS COM MENOS – CRIANDO CALIGRAMAS A PARTIR DE CONCEITOS MATEMÁTICOS	
Marlon Amorim Tenório	
DOI 10.22533/at.ed.2412027078	
CAPÍTULO 9	75
MATERIAL DIDÁTICO ADAPTADO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	
Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar	
Andrea Faria Andrade	
Fernanda Dal Pasqual	
DOI 10.22533/at.ed.2412027079	
CAPÍTULO 10	86
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	
DOI 10.22533/at.ed.24120270710	
CAPÍTULO 11	97
MODELAGEM ARQUITETÔNICA, PROJETO DIGITAL E AÇÕES COLABORATIVAS	
Ivan Silvio de Lima Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.24120270711	
CAPÍTULO 12	109
PROJETANDO MARTE: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO ESPACIAL À TRAÇÃO HUMANA	
Karina Karim Gomes	
Fabiana Rodrigues Leta	
DOI 10.22533/at.ed.24120270712	
CAPÍTULO 13	122
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	
DOI 10.22533/at.ed.24120270713	
CAPÍTULO 14	134
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	
DOI 10.22533/at.ed.24120270714	

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

DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE WEB DE REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL PARA A VISUALIZAÇÃO DOS POLIEDROS DE ARQUIMEDES

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 25/03/2020

Paulo Henrique Siqueira

Universidade Federal do Paraná, Departamento
de Expressão Gráfica
Curitiba – Paraná

<https://orcid.org/0000-0002-7498-0721>

RESUMO: Este capítulo mostra o desenvolvimento de um ambiente web para a construção de poliedros de Arquimedes em Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). Neste ambiente foram utilizadas as transformações geométricas de translação e rotação com a estrutura de hierarquias de páginas HTML, sem o uso das coordenadas de cada vértice do poliedro. O ambiente desenvolvido pode ser usado em sala de aula para a visualização dos poliedros em Realidade Aumentada, com a possibilidade de manipulações das representações gráficas pelos alunos no ambiente criado em Realidade Virtual. Outros estudos que podem ser desenvolvidos com os poliedros modelados são de áreas, volumes e a relação de Euler. Outro conteúdo importante que pode ser desenvolvido

é o de seções planas, pois sete poliedros de Arquimedes são obtidos através de seções planas dos poliedros de Platão. Este capítulo mostra como é possível o desenvolvimento de materiais didáticos com uma tecnologia simples, gratuita e com grande contribuição para a melhoria do ensino da Geometria e também de outras áreas que utilizam objetos 3D.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada; Realidade Virtual; Visualização gráfica; Poliedros de Arquimedes.

DEVELOPMENT OF A WEB ENVIRONMENT IN AUGMENTED REALITY AND VIRTUAL REALITY FOR THE VISUALIZATION OF ARCHIMEDES POLYHEDRA

ABSTRACT: This chapter shows the development of a web environment for the construction of Archimedes polyhedra in Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR). In this environment we used the geometric transformations of translation and rotation with the structure of hierarchies of HTML pages, without the use of the coordinates of each vertex of the polyhedron. The developed environment can be used in classroom to visualize the polyhedra in Augmented Reality, with the possibility of manipulations of the graphical

representations by students in the environment created in Virtual Reality. Other studies that can be developed with the polyhedra modeled are areas, volumes and the relation of Euler. Another important content that can be developed is truncation, because seven Archimedes polyhedra are obtained through truncation of Plato's polyhedra. This chapter shows how it is possible to develop didactic materials with a simple technology, free and with great contribution to improvement of the teaching of Geometry and also of other areas that use 3D objects.

KEYWORDS: Augmented Reality; Virtual Reality; Graphical Visualization; Archimedes polyhedra.

1 | INTRODUÇÃO

Os conceitos tridimensionais usados em algumas disciplinas podem ser melhor compreendidos pelos alunos com o uso de recursos auxiliares. Hoje em dia os materiais concretos podem ser feitos com impressões 3D para aulas de Biologia (McMENAMIN et al., 2014), Geometria (HULEIHIL, 2017) ou disciplinas com conteúdos que envolvem representações 3D (BASNIAK e LIZIERO, 2017; CASAS e ESTOP, 2015). O desenvolvimento de ambientes ou aplicativos web para o ensino também colabora em visualizações e manipulações de conceitos de Biologia (ATTARDI e ROGERS, 2015) e Geometria (CANTOS, IZQUIERDO e CANTOS, 2016) e tem sido utilizado como uma alternativa atraente para auxílio da aprendizagem dos alunos.

O uso de modelagem com tecnologias virtuais também pode auxiliar na aprendizagem de conteúdos que envolvem conceitos em 3D. A Realidade Virtual (RV) cria um ambiente imersivo com manipulação dos objetos através de controles e óculos imersivos (MORO et al., 2017). Ambientes desenvolvidos em RV podem ajudar na visualização de fenômenos físicos ou biológicos, simulações de situações de treinamentos, jogos educacionais, simulações de construções e outras áreas ligadas à educação.

Os ambientes modelados com a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) são renderizados em dispositivos com câmera para colocar objetos virtuais junto com o ambiente da imagem da câmera, criando camadas virtuais de objetos 3D e texto sobre a imagem da câmera em tempo real (KIRNER e KIRNER, 2011). As aplicações da RA podem auxiliar no ensino de Geometria (GONZÁLEZ, 2017), Engenharia (CERRA et al., 2018), Arquitetura (ABDULLAH et al., 2017) e Medicina (KAMPHUIS et al., 2014). O uso de RA na área educacional demonstra que se trata de uma poderosa ferramenta, pois permite várias formas de interações visuais no aprendizado de diversas disciplinas (CHEN et al., 2017).

A aprendizagem dos conteúdos que envolvem poliedros em disciplinas como Geometria Euclidiana, Geometria Descritiva e Desenho Técnico quase sempre necessita de materiais auxiliares, tais como poliedros planificados, montados com materiais

alternativos, ou impressos em 3D (ANDRADE, SANTOS e MOURA, 2017). Os conteúdos que envolvem visualizações de faces e arestas, além dos cálculos de áreas e volumes podem ser explorados com materiais manipuláveis ou modelados em ambientes virtuais.

O uso da RA pode complementar a utilização dos materiais didáticos tradicionais no ensino dos poliedros, pois os alunos podem interagir e visualizar os sólidos e suas propriedades de maneira mais efetiva e significativa. A RV pode colaborar na interação dos alunos com as representações dos poliedros modelados, facilitando as visualizações e a compreensão dos objetos.

Neste capítulo são mostradas as estruturas de páginas web que possibilitam a construção de um ambiente com as tecnologias de RV e RA para representar os poliedros de Arquimedes. A ideia apresentada é de usar uma página codificada em HTML para RA, com links para as páginas desenvolvidas em RV. Na página em RA, os alunos visualizam os poliedros através de diversos pontos de vista e acessam os sites de RV para manipularem as representações dos sólidos com dispositivos móveis, computadores ou podem até imergirem na cena com óculos de RV.

Como pode ser visto neste capítulo, os comandos usados na construção do ambiente proposto em RA e RV são bastante intuitivos, e exigem apenas um conhecimento básico dos conceitos de HTML. Conforme apresentado Munoz-Crisóbal et al. (2018), algumas dificuldades no uso da RA em sala de aula podem ser contornadas com o uso do ambiente proposto neste capítulo.

2 | MODELAGEM DOS POLIEDROS DE ARQUIMEDES

Um poliedro convexo de Arquimedes é formado por polígonos regulares e cada vértice é extremidade do mesmo número de arestas. Existem 13 poliedros de Arquimedes, onde 7 são obtidos através de seções planas dos Sólidos de Platão. Os vértices destes poliedros são combinações de dois ou mais polígonos regulares diferentes (COXETER, 1973; WEISSTEIN, 2019). Neste capítulo são mostrados os elementos do octaedro truncado e suas respectivas *tags* para visualização em Realidade Virtual. As construções dos demais sólidos de Arquimedes podem ser feitas de forma similar.

O octaedro truncado é um poliedro de Arquimedes formado por 14 faces: 8 hexágonos e 6 quadrados. Este poliedro pode ser construído utilizando-se as simetrias das faces, rotações, translações e a composição de suas partes, sem a necessidade de se fazer os cálculos das coordenadas de todos os seus vértices. Neste tipo de construção, são usadas as hierarquias estruturais das páginas web e transformações geométricas, obtendo-se uma renderização otimizada do modelo em RV e RA.

A primeira face modelada do octaedro truncado é um quadrado. Considerando-se o ponto O como centro da esfera circunscrita ao poliedro de aresta $a = 3$, a distância até

o centro do quadrado do octaedro truncado é $dq = OO' = a\sqrt{2} \approx 4,243$ (COXETER, 1973), onde O é o centro do quadrado. Todas as arestas dos quadrados sofrem translação igual a dq em relação ao centro da esfera circunscrita.

O apótema do quadrado mede a metade da aresta, ou seja, $ap = a/2 = 1,5$. Definindo-se a aresta como um cilindro com altura igual à aresta $a = 3$ e raio da base $r_c = 0,03$, e o vértice da face como uma esfera de raio $r_e = 0,2$, a posição da aresta com vértice A é obtida através da translação na direção OO' com distância dq , com a segunda translação na direção ortogonal a OO' e distância ap' (Figura 1). Os outros três lados do quadrado são obtidos através das rotações de 90° em torno da reta OO' .

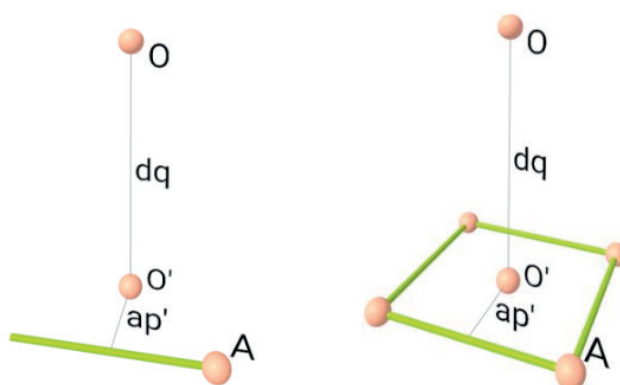


Figura 1. Construção das arestas dos quadrados do octaedro truncado.

A distância do centro da esfera circunscrita ao centro de cada hexágono do octaedro truncado mede $dh = OO'' = a\sqrt{6}/2 \approx 3,676$ e o apótema do hexágono regular mede $ap' = a\sqrt{3}/2 \approx 2,598$. Outra medida utilizada para posicionar os hexágonos adjacentes a cada quadrado é o ângulo diédrico deste poliedro, que mede $\alpha = 125,16^\circ$ (COXETER, 1973; WEISSTEIN, 2019).

A posição da aresta com vértice B é obtida por meio da rotação com ângulo α e centro O, translação na direção OO'' com distância dh , com a segunda translação na direção ortogonal a OO'' e distância igual ao apótema ap'' (Figura 2). Os outros lados do hexágono são obtidos através das rotações de 60° em torno de OO'' .

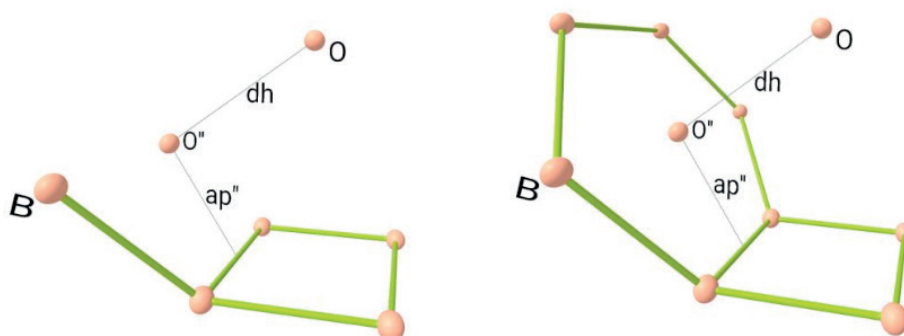


Figura 2. Construção das arestas dos hexágonos do octaedro truncado.

Os outros três hexágonos são obtidos através de rotações de 90° em torno do eixo OO'' (Figura 3). Este bloco representa uma das partes do poliedro, que pode ser encaixado em outro bloco simétrico. Neste poliedro, basta encaixar a parte de cima através de uma rotação de 180° em torno do eixo OO'' e uma translação com medida igual a $2dq$, obtendo-se o octaedro truncado completo (Figura 4). Para melhorar as visualizações, a perspectiva paralela foi usada em todas as representações dos poliedros de Arquimedes em RV.

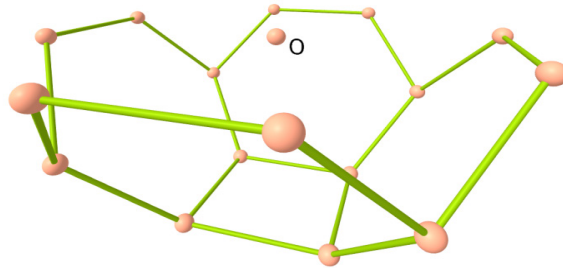


Figura 3. Bloco inferior do octaedro truncado.

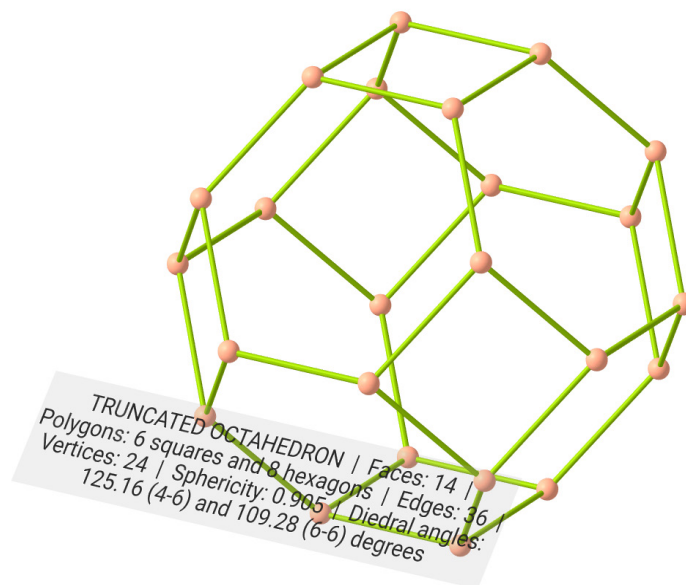


Figura 4. Octaedro truncado completo representado em RV.

Outros poliedros de Arquimedes mais complexos podem ser construídos com a mesma metodologia mostrada, com mais repetições do bloco principal. Por exemplo, o bloco principal do icosidodecaedro é formado por um pentágono regular e cinco triângulos equiláteros (Figura 5).

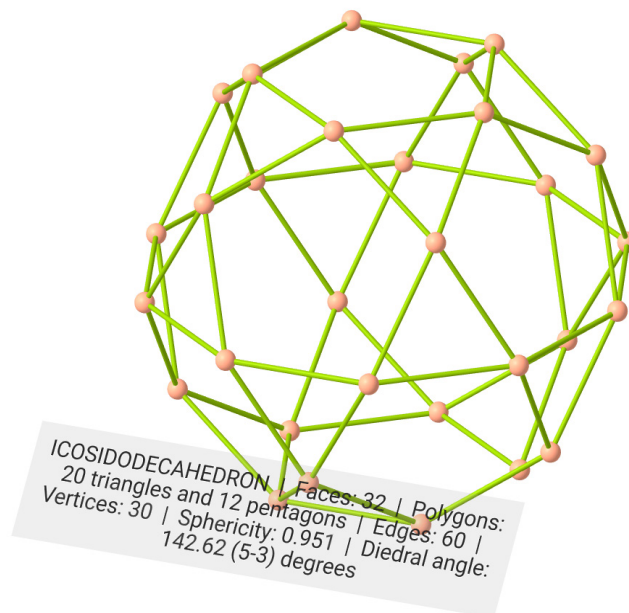


Figura 5. Icosidodecaedro regular representado em RV.

Este módulo pode ser repetido nas laterais, formando-se a parte inferior do sólido. A composição destes módulos pode ser transladada com o dobro da distância do centro da esfera até o pentágono do primeiro módulo e rotacionada com 180° em torno do eixo principal, da mesma forma que foi mostrada no octaedro truncado.

O poliedro de Arquimedes mais conhecido é o icosaedro truncado, sólido utilizado como base para confecção de bolas de futebol (Figura 6). Neste poliedro o bloco principal é formado por um hexágono regular com pentágonos e hexágonos regulares adjacentes intercalados (pode ser considerado também um pentágono com 5 hexágonos adjacentes). Este módulo pode ser repetido 6 vezes nas laterais e depois na parte superior do poliedro.

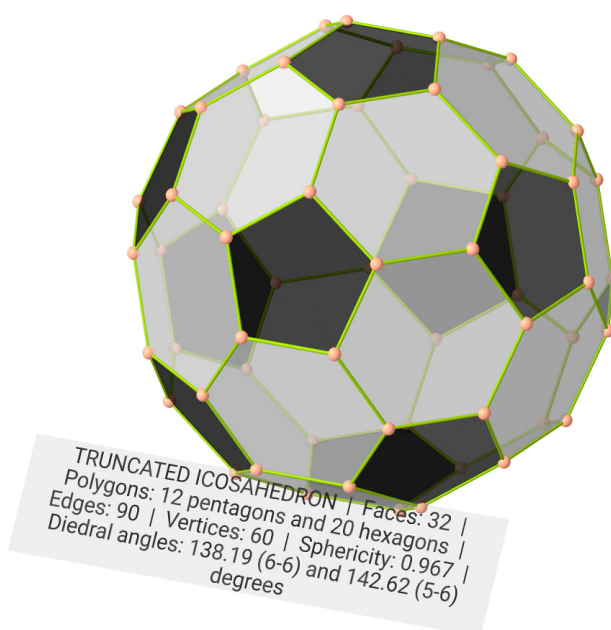


Figura 6. Icosaedro truncado representado em RV.

Com os elementos definidos, os poliedros de Arquimedes podem ser modelados em RA e RV para utilização em sala de aula. A mesma metodologia pode ser usada em poliedros de Platão ou sólidos que tenham simetrias das posições das faces.

3 | REALIDADE VIRTUAL

Em um ambiente programado em Realidade Virtual, ocorre uma simulação dos objetos em 3D, proporcionando ao visitante a sensação de que os objetos programados são reais (MORO et al., 2017). Já o ambiente programado em Realidade Aumentada tem os objetos de RV integrados com as imagens reais da câmera do dispositivo, criando a sensação de que os objetos virtuais fazem parte do mundo real.

As medidas mostradas na seção 2 do octaedro truncado foram programadas tanto em RV quanto em RA. Nos dois casos, foram utilizadas as bibliotecas do A-frame, ambiente desenvolvido pela equipe de RV do Mozilla (OLIVEIRA, 2018). O A-frame utiliza funções da biblioteca Three.js do Java com *tags* do HTML puro, permitindo que toda a programação de RV ou RA seja feita em uma página da web, que é composta de *tags* com princípios de herança e hierarquia (A-FRAME, 2019).

As principais *tags* da modelagem de uma parte do octaedro truncado são mostradas na Figura 7. As informações colocadas nesta figura incluem as *tags* das arestas do quadrado e de uma das arestas do hexágono do bloco principal do poliedro. As demais *tags* têm estrutura similar e serão omitidas. Na *tag* de cabeçalho da página HTML está inserida a referência à biblioteca principal do A-frame entre as linhas 3 e 5. Todas as referências de bibliotecas podem ser inseridas dentro desta *tag* de cabeçalho.

A modelagem do poliedro está definida nas *tags* do corpo da página HTML. Nas linhas 7 e 8 da Figura 7 encontram-se as definições para interação do usuário com o mouse ou controle de RV e a câmera da cena com posição inicial nas coordenadas x (direita/esquerda), y (altura) e z (profundidade). Os valores iniciais são: $x = 0$ que centraliza a câmera na tela; $y = 2\text{m}$ que representa a altura do observador; e $z = 8\text{m}$ para afastar o observador da origem do sistema, onde está representado o centro do octaedro truncado.

As *tags* que definem as cores, raio das esferas que representam os vértices ($r_e = 0,2$), além do raio ($r_c = 0,05$) e da altura ($a = 3$) dos cilindros que representam as arestas do poliedro estão colocadas entre as linhas 9 e 14 da Figura 7. O código utiliza a função *a-mixin* para acelerar o carregamento da página, pois cada propriedade é definida apenas uma vez e usada no restante da página com sua respectiva referência através dos identificadores (id).

O conjunto de *tags* entre as linhas 15 e 47 representa a construção de parte do octaedro truncado mostrado na seção 2. A *tag* da linha 15 faz a translação do poliedro com a distância do centro da esfera circunscrita ao centro do quadrado ($dq \cong 4,243$). As *tags* entre as linhas 17 e 20 mostram a construção de uma aresta do quadrado, com a

translação igual ao apótema ($ap' = 1,5$). Entre as linhas 21 e 32 estão as rotações para construir as outras arestas do quadrado.

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <script src="https://aframe.io/releases/0.8.2/aframe.min.js"></script>
5 </head>
6 <body>
7 <a-scene cursor="rayOrigin:mouse">
8 <a-entity camera look-controls position="0, 2, 8"></a-entity>
9 <a-assets>
10 <a-mixin id="vertices" geometry="radius:0.2;"></a-mixin>
11 <a-mixin id="arestas" geometry="radius:0.05; height:3"></a-mixin>
12 <a-mixin id="mtl1" material="color:#86B404;"></a-mixin>
13 <a-mixin id="mtl2" material="color:#F79F81;"></a-mixin>
14 </a-assets>
15 <a-entity position="0,-4.243,0">
16 <a-entity id="modulo">
17 <a-entity rotation="0,0,90">
18 <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
19 <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
20 </a-entity>
21 <a-entity rotation="0,90,90">
22 <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
23 <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
24 </a-entity>
25 <a-entity rotation="0,180,90">
26 <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
27 <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
28 </a-entity>
29 <a-entity rotation="0,270,90">
30 <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0,0,1.5"></a-cylinder>
31 <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0,-1.5,1.5"></a-sphere>
32 </a-entity>
33 <a-entity position="0,4.243,0">
34 <a-entity rotation="125.16,0,0"><a-entity>
35 <a-entity position="0,3.674,0"></a-entity>
36 <a-entity rotation="0,60,90">
37 <a-cylinder mixin="arestas mtl1" position="0 0 2.598"></a-cylinder>
38 <a-sphere mixin="vertices mtl2" position="0 -1.5 2.598"></a-sphere>
39 </a-entity>
40 <tags das outras arestas do hexagono>
41 </a-entity>
42 </a-entity>
43 </a-entity>
44 <tags das outras faces do poliedro>
45 </a-entity>
46 <tags da parte superior do poliedro>
47 </a-entity>
48 </a-scene>
49 </body>
50 </html>

```

Figura 7. Tags da página de RV em A-frame para a modelagem do Octaedro truncado.

Nas linhas 33, 34 e 35 estão os comandos para fazer uma translação até o centro da esfera com distância dq (distância do centro do quadrado), a construção do ângulo diédrico $\alpha = 125,16^\circ$ e a translação com distância $dh \approx 3,674$ para posicionar o hexágono. Estes três comandos são necessários para não perder a referência de hierarquia da página HTML. Dentro desta *tag* podem ser feitas todas as construções dos hexágonos adjacentes ao primeiro quadrado construído. Vale ressaltar que as aproximações feitas com 3 casas decimais nas medidas de distâncias e apótemas indicadas não acarretaram imprecisões nas construções dos poliedros.

Entre as linhas 36 e 39 estão as *tags* para a construção de uma aresta do hexágono. Nestas *tags* são feitas a rotação de 60° em relação ao eixo OO'' e a translação com

distância igual ao apótema do hexágono $ap'' = 2,598$. As outras arestas podem ser construídas com *tags* similares de rotações de 120°, 180°, 240° e 300° a partir da linha 40 do código mostrado na Figura 7.

As *tags* das outras faces podem ser inseridas a partir da linha 44, e a repetição para construir a parte superior do poliedro pode ser definida a partir da linha 46, utilizando-se as construções mencionadas na seção 2.

Uma forma de interação com os elementos programados na cena utiliza a função de órbita (NGO, 2019), que permite a movimentação da câmera em torno dos objetos da cena. Ao usar os óculos de RV, a movimentação da câmera com a função de órbita é automática. Nos computadores, tablets e smartphones, a movimentação da câmera em torno dos objetos pode ser feita através do mouse, teclado ou *touch*.

4 | REALIDADE AUMENTADA

Os elementos modelados em Realidade Virtual podem ser misturados com objetos físicos mostrados através da câmera de um dispositivo através da programação em Realidade Aumentada. As mesmas *tags* estruturais mostradas na Seção 3 em RV podem ser usadas na programação de uma página em RA, com a inclusão da *tag* de referência para a visualização em RA, desenvolvida por Etienne (2019), que deve ser inserida no cabeçalho da página junto com a *tag* referencial do A-frame.

As *tags* de dois poliedros de Arquimedes estão ilustradas na Figura 8. A *tag* da cena em RA tem a inclusão de propriedades de incorporação da imagem da webcam e captura de interação com mouse ou raios de controles em objetos com links (linhas 7 e 8). A cena em RA tem marcadores, que funcionam com códigos de bits 0 e 1 em forma matricial de imagens que são reconhecidas através da webcam (ISHII, 2010). Estes marcadores funcionam como pontos de referência, onde podem ser estabelecidas posições específicas para que os objetos virtuais apareçam na imagem real da webcam.

```
1 <head>
2 <script src="https://aframe.io/releases/0.8.2/aframe.min.js"></script>
3 <script src="https://jeromeetienne.github.io/AR.js/aframe/build/
4   aframe-ar.min.js"></script>
5 </head>
6 <body>
7 <a-scene embedded cursor="rayOrigin:mouse" raycaster="objects:[link];"
8   arjs='sourceType:webcam; detectionMode:mono_and_matrix; matrixCodeType:3x3;'>
9 <a-marker preset="hiro">
10 <a-link href="octat.html" title="VR"></a-link>
11 <a-entity position="1.5 0.8 0" scale="0.25 0.25 0.25">
12 <tags do octaedro truncado>
13 </a-entity>
14 </a-marker>
15 <a-marker preset="kanji">
16 <a-link href="icosi.html" title="VR"></a-link>
17 <a-entity position="1.5 0.8 0" scale="0.15 0.15 0.15">
18 <tags do icosidodecaedro>
19 </a-entity>
20 </a-marker>
```

Figura 8. *Tags* da página de RA em A-frame para a modelagem de poliedros de Arquimedes.

Quando a imagem de um marcador for reconhecida na cena de RA, os elementos modelados em RV são ativados. Existem mais de 80 opções de marcadores programados na biblioteca desenvolvida por Etienne (2019), que são representados por *tags* que englobam os elementos programados em RV que são ativados. Os marcadores mais comuns são hiro, kanji e os *qr codes* (*quick response codes* – código de resposta rápida), ilustrados na Figura 9.



Figura 9. Marcadores usados no A-frame: hiro, kanji e *qr code* #20.

Os alunos podem acessar de seus dispositivos a página web, visualizam os marcadores programados impressos e os respectivos objetos programados em RV aparecem nas telas dos dispositivos em RA. O marcador hiro foi usado para a visualização em RA do octaedro truncado. A estrutura de suas *tags* está entre as linhas 9 e 14 da Figura 8. Nestas *tags*, *a-entity* serve para agrupar os elementos do poliedro, posicioná-lo sobre o marcador e usar escalas. A *tag link* (linha 10) cria a interação para acesso das páginas programadas em RV através de círculos azuis que aparecem sobre os marcadores. O marcador kanji foi usado para mostrar o icosaedro truncado em RA, com as *tags* entre as linhas 15 e 20 da Figura 8. A Figura 10 mostra os dois poliedros de Arquimedes em RA.

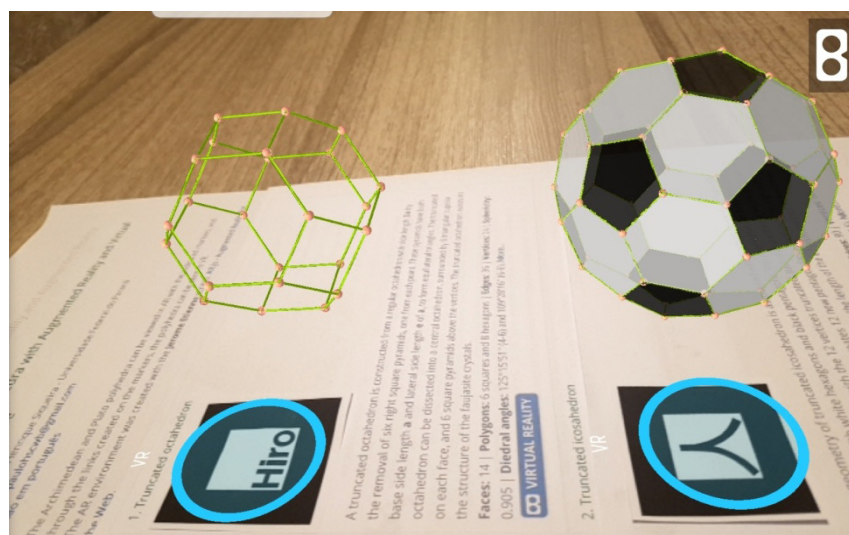


Figura 10. Visualização do octaedro truncado e do icosaedro truncado em RA com A-frame.

A página desenvolvida em RA possui todos os links para visualizações dos sólidos em RV mostrados neste capítulo e encontra-se disponível em:

<https://paulohscwb.github.io/polyhedra/>

5 | CONCLUSÕES

Este capítulo mostra um sistema baseado em web para visualização de poliedros de Arquimedes em Realidade Virtual e Realidade Aumentada. Por meio da visualização de marcadores impressos, os alunos podem visualizar os sólidos em RA em qualquer dispositivo com webcam e acesso à internet, com links para as visualizações em RV.

A metodologia usada neste capítulo propõe o uso de simetrias, translações e rotações para o posicionamento correto de cada face dos poliedros. Desta forma, a renderização de cada poliedro é otimizada ao usar as hierarquias da programação da página web, facilitando a programação de vários poliedros em uma mesma página. O resultado mostra que se trata de uma ferramenta útil para uso em sala de aula, pois permite que os alunos visualizem e manipulem as representações gráficas dos poliedros em seus dispositivos ou que usem os óculos de Realidade Virtual para imersão completa na cena.

O ambiente programado pode ser explorado em aulas de Geometria, auxiliando na compreensão dos elementos dos poliedros ou em tópicos como cálculos de áreas e volumes, relação de Euler, seções planas ou simplesmente na visualização de cada sólido modelado. Os poliedros de Platão e os poliedros duais também podem ser explorados em um ambiente similar ao proposto neste capítulo.

Todos os elementos dos poliedros podem ser visualizados em RA e RV e os alunos podem movimentar a câmera da cena para encontrarem os melhores pontos de vista dos sólidos em RV com ferramentas desenvolvidas para o A-frame para orbitar a câmera em torno dos objetos.

As ferramentas de programação de páginas de web mostradas neste capítulo são simples e intuitivas, e podem ser usadas em salas de aula com materiais impressos. Os alunos acessam o site programado em RA, visualizam os sólidos com seus respectivos marcadores impressos e podem interagir com os poliedros programados em RV. Desta forma, os alunos podem explorar os conceitos geométricos envolvidos de forma mais eficiente e dinâmica.

Algumas vantagens da criação de ambientes de RA e RV como páginas da web para uso em sala de aula são a praticidade, baixo custo, ótimo desempenho, a simplicidade de programação e o funcionamento em todos os tipos de smartphones e tablets. Outra vantagem desta ferramenta é o carregamento quase que imediato do site, pois é construído em HTML com referências de bibliotecas de RV desenvolvidas em Java. Os alunos não precisam fazer download de aplicativos e diversos marcadores podem ser usados em uma mesma página de HTML, que permitem a criação de materiais didáticos com diversos temas programados em RA e RV. Esta ferramenta pode ser usada em outras disciplinas, tais como Cálculo Diferencial e Integral, Estatística, Biologia, Química, Física, Engenharia e outras áreas que utilizam representações gráficas em 3D.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, F., KASSIM, M. H. B., SANUSI, A. N. Z. **Go virtual: exploring augmented reality application in representation of steel architectural construction for the enhancement of architecture education.** *Advanced Science Letters*, v. 23, n. 2, p. 804-808, fev. 2017.
- A-FRAME. **A-frame documentation of Virtual Reality.** Disponível em: <<https://aframe.io/docs/0.8.0/introduction>>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- ANDRADE, C. B., SANTOS, J. C. B., MOURA, V. C. S. **Comparação entre os métodos de ensino aprendizagem, com e sem a utilização de materiais manipuláveis.** *Revista Científica Doctum: Educação*, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2017.
- ATTARDI, S. M., ROGERS, K. A. **Design and implementation of an online systemic human anatomy course with laboratory.** *Anatomical sciences education*, v. 8, n. 1, p. 53-62, jun. 2014.
- BASNIAK, M. I., LIZIERO, A. R. **A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos.** *Revista Observatório*, v. 3., n. 4, p. 445-466, jul. 2017.
- CANTOS, L. A., IZQUIERDO, J. L., CANTOS, E. C. **Interactive multimedia application for teaching and learning in Analytical Geometry.** *IEEE Latin America Transactions*, v. 14, n. 7, p. 3461-3466, out. 2016.
- CASAS, L., ESTOP, E. **Virtual and printed 3D models for teaching crystal symmetry and point groups.** *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 8, p. 1338-1343, 2015.
- CERRA, P. P. et al. **Combining multimedia and self-assessment CAD tools in an interactive web environment to learn engineering drawing.** *Interactive Learning Environments*, v. 27, n. 2, p. 1-14, set. 2018.
- CHEN, P. et al. **A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016.** In: POPESCU, E. et al. (Org.). *Innovations in Smart Learning, Lecture Notes in Educational Technology*. Singapore: Springer-Verlag, 2017, p. 13-18.
- COXETER, H. S. M. **Regular Polytopes**, New York: Dover, 1973.
- ETIENNE, J. **Efficient Augmented Reality for the Web.** Disponível em: <<https://github.com/jeromeetienne/AR.js>>. Acesso em 20 fev. 2019.
- GONZÁLEZ, N. A. A. **Development of spatial skills with virtual reality and augmented reality.** *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, v. 12, n. 1, p. 133-144, mar. 2017.
- HULEIHIL, M. **3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications.** *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 164, n. 1, p. 1-7, 2017.
- ISHII, H. **Augmented Reality: Fundamentals and Nuclear Related Applications.** *International Journal of Nuclear Safety and simulation*, v. 1, n. 1, dez. 2010.
- KAMPHUIS, C. et al. **Augmented reality in medical education.** *Perspectives on Medical Education*, v. 3, n. 4, p. 300-311, jan. 2014.
- KIRNER, C., KIRNER, T. G. **Development of an interactive artifact for cognitive rehabilitation based on augmented reality.** In: *International Conference on Virtual Rehabilitation, 2011, Zurich: IEEE*, p. 1-7.
- McMENAMIN, P. G. et al. **The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology.** *Anatomical sciences education*, v. 7, n. 6, p. 479-486, jun. 2014.

MORO, C. et al. **The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy.** *Anatomical sciences education*, v. 10, n. 6, p. 549–559, abr. 2017.

MUNOZ-CRISTÓBAL, J. A. et al. **Game of Blazons: Helping Teachers Conduct Learning Situations That Integrate Web Tools and Multiple Types of Augmented Reality.** *IEEE Transactions on learning technologies*, v. 11, n. 4, p. 506-519, out. 2018.

NGO, K. **Orbit controls for A-Frame.** Disponível em: <<https://github.com/supermedium/superframe/tree/master/components/orbit-controls>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

OLIVEIRA, J. R. **Visualização de conteúdos multimédia num ambiente de realidade virtual.** 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2018.

WEISSTEIN, E. W. **Archimedean Solid. MathWorld--A Wolfram Web Resource.** Disponível em: <<http://mathworld.wolfram.com/ArchimedeanSolid.html>>. Acesso em 20 fev. 2019.

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

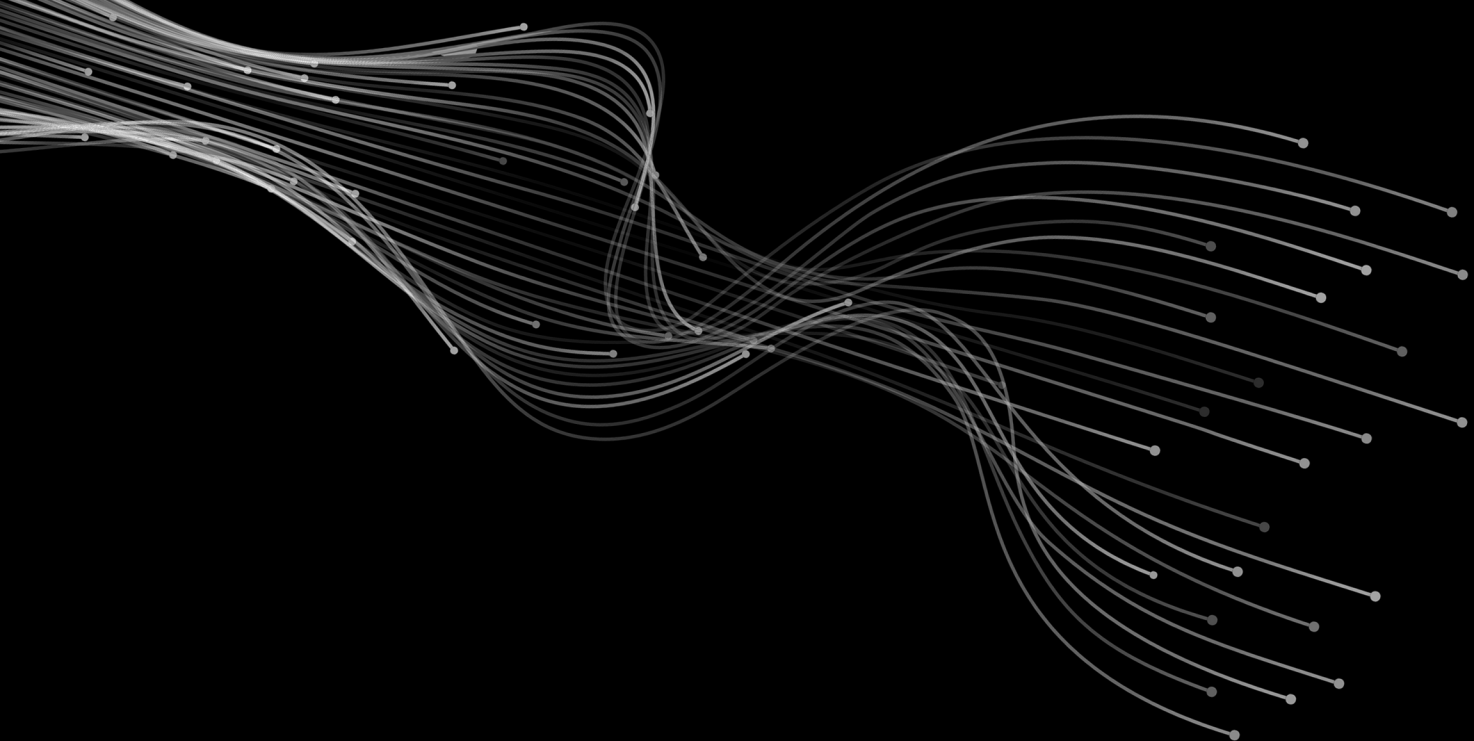
T

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 

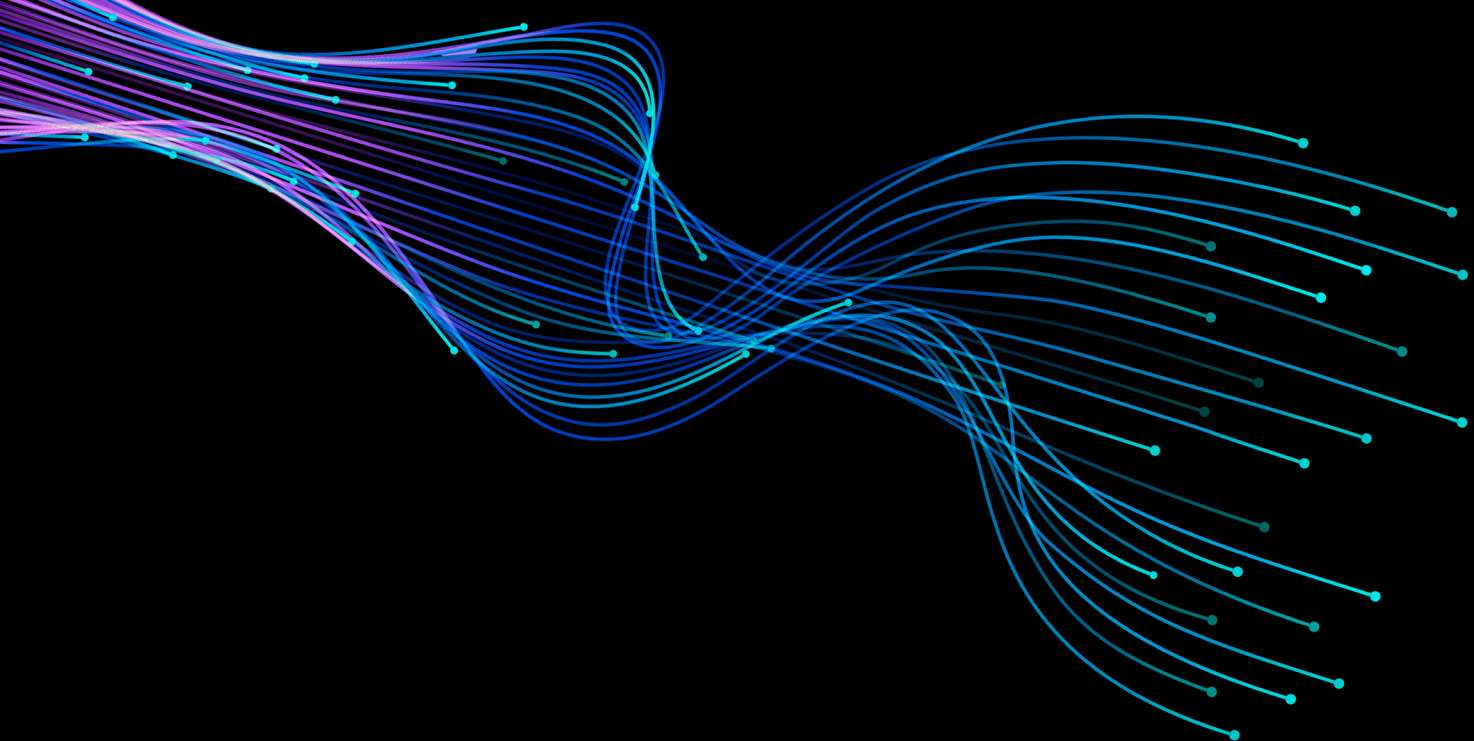
contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020



Engenharia Gráfica para Artes e Design: Interfaces e Aplicabilidades

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020