



*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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a 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

QUALIDADE E EFICIÊNCIA EM RECONHECIMENTO FACIAL USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E REDES NEURAS COMPLEXAS PARA ANIMAÇÕES AUDIOVISUAIS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 30/03/2020

Daniel Rodrigues Ferraz Izario

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Campinas - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9174775045358016>

Yuzo Iano

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Campinas - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1819902045004845>

João Luiz Brancalhone Filho

Instituto Nacional de Telecomunicações - Inatel
Santa Rita do Sapucaí - Minas Gerais
<https://orcid.org/0000-0001-9086-3915>

Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario

Faculdade Anhanguera - Anhanguera
Indaiatuba - São Paulo
<https://orcid.org/0000-0001-9848-7029>

RESUMO: Este artigo aborda uma aplicação que utiliza reconhecimento facial, inteligência artificial e redes neurais complexas juntamente com um processamento computacional, para reconhecimento de padrões e aprendizagem automática, com qualidade e eficiência. Proporciona aos especialistas ter uma análise

completa da face de um ator de cinema ou televisão e aprender seus movimentos para, posteriormente, anexá-la a uma animação computadorizada 2D/3D. Todas as aplicações inerentes da ferramenta favorecem a área de filmes de animação e programas de televisão, além de proporcionar a redução do tempo no processo da criação.

PALAVRAS-CHAVE: 2D/3D, Animações, Inteligência Artificial, Reconhecimento Facial e Redes Neurais.

QUALITY AND EFFICIENCY IN FACE
RECOGNITION USING COMPLEX
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEURAL
NETWORKS FOR AUDIO-VISUAL
ANIMATIONS

ABSTRACT: This article addresses an application in which facial recognition, artificial intelligence and complex neural networks are approach along with computational processes, in order to achieve pattern recognition and machine learning with quality and efficiency. It provides an entire analysis of the movement of TV's and cinema's actors, learning their movements in order to later attach a 2D/3D computerized version animation of them. All the

tool's inherent applications favor the animations and TV programs areas, as well as reduce the time of the creation's processes.

KEYWORDS: 2D/3D, Animations, Artificial Intelligence, Facial Recognition, Neural Networks.

1 | INTRODUÇÃO

A animação audiovisual é uma das técnicas mais utilizadas para o desenvolvimento de desenhos animados e nas produções de cinema. A técnica *stop motion* foi a primeira a ser utilizada para a criação de filmes, tanto em animações, quanto em *live-action*, gerada a partir da junção de várias imagens 2D (duas dimensões), sendo este o motivo pela qual foi deixada de lado na era digital. A tecnologia era estruturada de maneira a ser uma série de desenhos feitos em papel com o objetivo de todos ficassem alinhados, tanto no momento de sua criação como no momento de junção final, para formar uma determinada cena com movimentos no tempo.

Com a evolução da tecnologia, surgiram os desenhos em 3D (três dimensões) juntamente com modelo digital que permitiram a criação de camadas, além de diferentes ângulos nas animações, sendo esses fatores fundamentais para o desenvolvimento das animações 3D atualmente utilizadas no mercado. O ponto considerado crítico para esta tecnologia é o tempo gasto de desenvolvimento das animações, já que são utilizados os mesmos padrões de criação em 3D (Gulati, 2017) (Thalmann, 1991).

Com a aplicação desenvolvida, é possível extrair informações, utilizando ferramentas de reconhecimento facial, que possibilitam a obtenção de movimentos faciais com precisão e qualidade para gerar as futuras animações, se baseando nos movimentos do próprio rosto do intérprete. Para cada frame capturado é feito uma varredura de análises matemáticas para o aprendizado da “máquina” através da tecnologia de inteligência artificial.

Para realizar todas as etapas corretamente, a ferramenta *web* foi desenvolvida seguindo uma ordem sequencial de passos, o primeiro, é gravar a interpretação do ator, fazendo a captura de todos os movimentos e expressões da face. Para cada frame coletado é feito o uso da inteligência artificial para aprender como cada movimento é realizado sendo armazenado no banco de dados para posterior uso.

O próximo passo é criar uma pré-modelagem 3D do rosto, utilizando processamento digital (Izario, 2019), para dar início a criação do personagem, por fim, um histograma gerado que permite analisar os padrões de cores RGB (R - *red*, G - *green*, B - *blue*) por camada e verificar possíveis discrepâncias.

2 | METODOLOGIA

A aplicação criada está presente em um *website*, que é uma ferramenta desenvolvida

para proporcionar a criação das animações, baseando-se na interpretação facial do autor, em tempo real. Para o desenvolvimento foi utilizado *Angular 2+*, no *front-end*, juntamente com a linguagem de marcação HTML5 (*HyperText Markup Language*) (Keith, 2016), a de estilização CSS3 (*Cascading Style Sheets*) (Cederholm, 2015) e a de programação *JavaScript* (Flanagan, 2011). No *back-end*, foi utilizado *.net core*, para criar todas as APIs (*Application Programming Interface*, em português, Interface de Programação de Aplicação - IPA), com o conjunto de rotinas e padrões desenvolvidos para serem usadas pelo *Angular 2+*.

A primeira etapa é a dublagem do personagem, onde é possível dar vida a animação, algo muito normal para as gravações de filmes, já que, atores precisam dublar os personagens interpretados por eles. Os atores interpretam as mesmas cenas durante horas, em frente a telas e microfones, para obtenção de uma boa dublagem para que o personagem animado possa realmente passar a expressão do sentimento exigido na cena. Utilizando da necessidade recorrente apresentada, a aplicação faz a captação dos movimentos passados, identificando cada movimento facial e armazenando os respectivos pontos gerados, como apresentado na FIGURA 1.

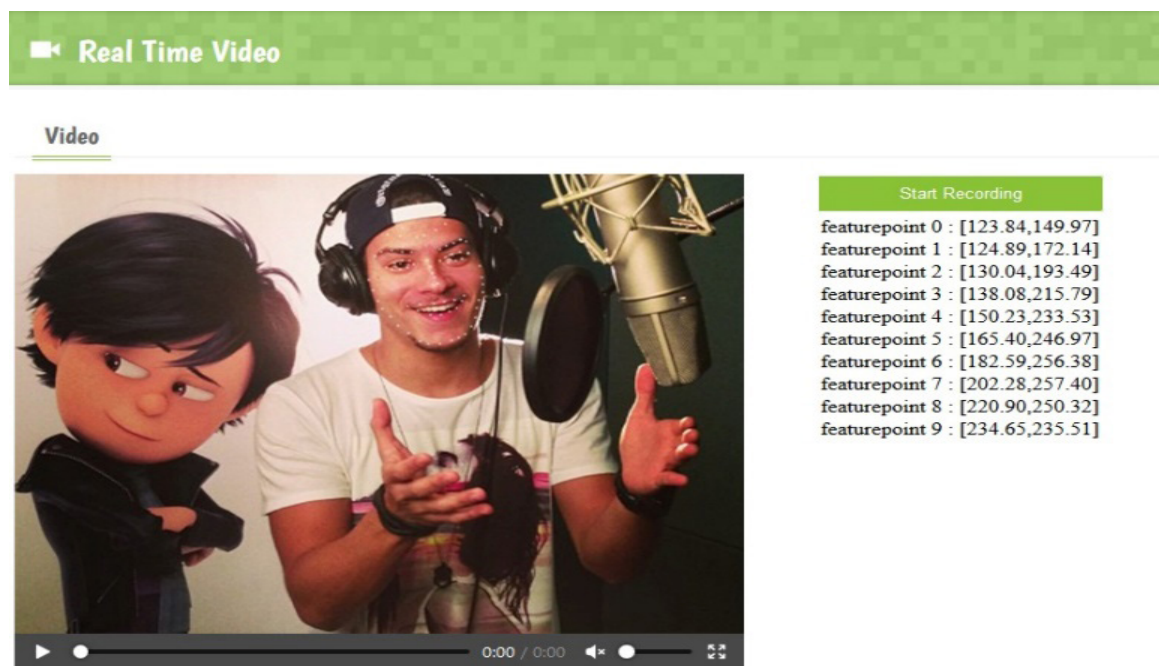


Figura 1: Dublagem do personagem e captura dos pontos faciais.

Esses pontos gerados são utilizados para pré modelar posteriormente o personagem, mas o mais importante, é utilizá-los para fazer um aprendizado de máquina, no qual, um algoritmo desenvolvido procura determinados padrões dentro de um conjunto de dados para reproduzi-los quando solicitado, essa técnica é uma das áreas mais relevantes dentro da inteligência artificial.

Como já mencionado, os pontos armazenados são utilizados para pré modelar a

face do personagem. A face da animação segue padrões e é construída após algumas etapas, como visualizado na FIGURA 2.

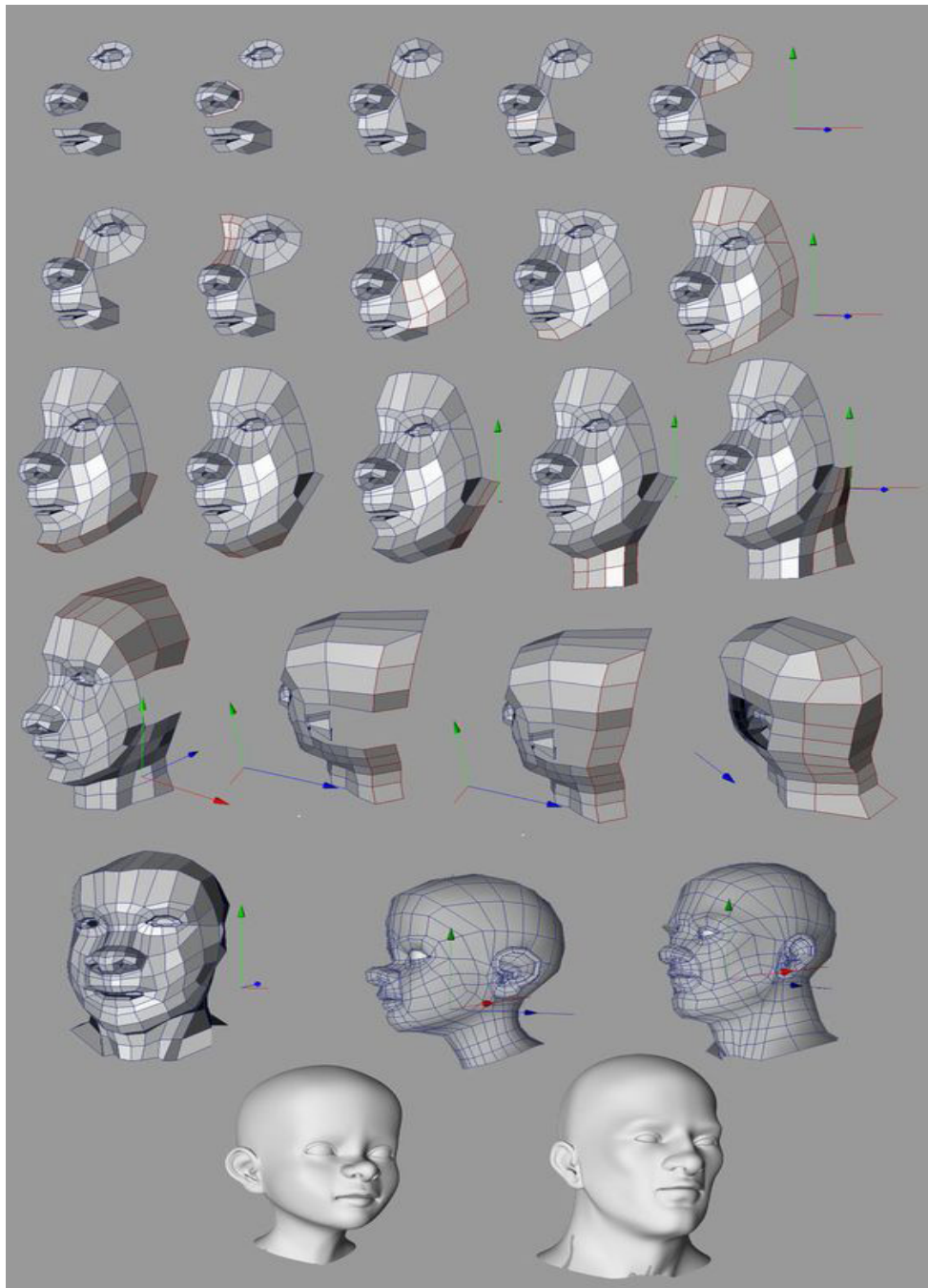


FIGURA 2: Exemplo de uma modelagem padrão - Personagem.

A ferramenta desenvolvida utiliza de planilhas de modelos, que são grupos de imagens criadas por pontos que mostram todas as possíveis expressões que um personagem pode ter, e todas as posições distintas que podem adotar sendo estas capturadas de acordo com as gravações realizadas anteriormente (Bouaziz, 2013). Sendo assim, a ferramenta consegue gerar uma face padronizada com a do dublador, em modelagem real, reduzindo a duração das produções audiovisuais.

As planilhas são criadas para manter os detalhes do personagem e possibilitar que o

desenho seja uniforme, perante os diferentes animadores que atuam nas várias tomadas das filmagens. As expressões capturadas são catalogadas e armazenadas gerando molduras específicas, como apresentado na FIGURA. 3.

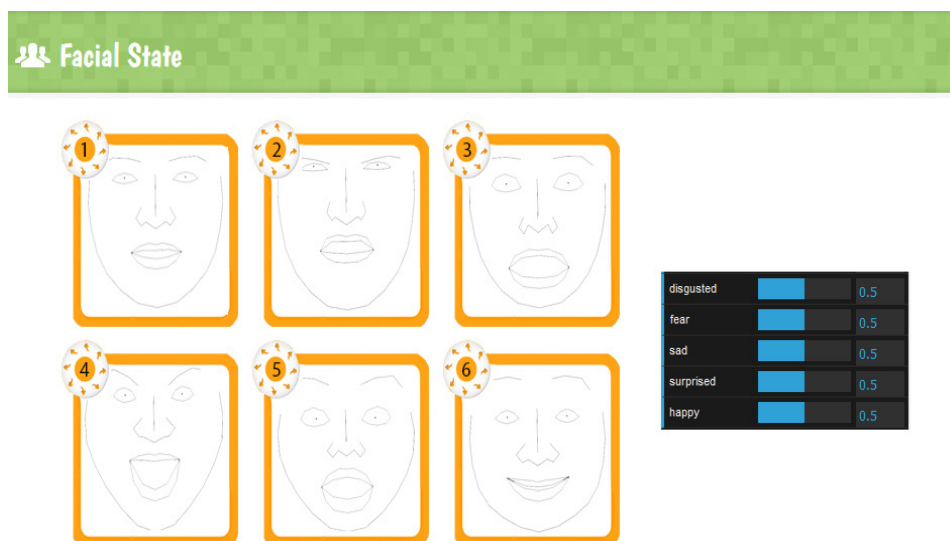


FIGURA 3: Modelagens faciais padronizadas - Expressões Faciais.

Portanto, os animadores podem, ao decorrer das edições, escolher para uma determinada cena, um estado da face do personagem, facilitando toda a etapa de criação.

Com a modelagem finalizada, inicia-se o processo de fabricação das camadas de cores, utilizado o RGB na aplicação como padrão (Izario, 2019). A ferramenta faz com que o usuário insira as três camadas criadas, sendo gerado um histograma de cores, também conhecido como distribuição de frequências das cores, que é uma representação gráfica em colunas com os conjuntos de dados previamente tabulado e dividido em classes automaticamente para verificar as possíveis discrepâncias da imagem, como apresentado na FIGURA 4.

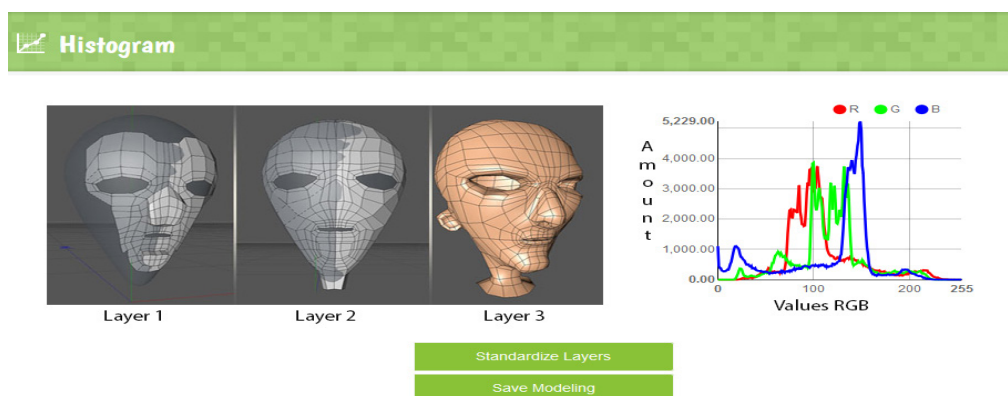


Figura 4: Modelagem analisada por camadas e verificando padronização de cor.

Havendo alguma discrepância, o sistema acusa e dispõe ao usuário a opção de corrigir o modelo para um padrão catalogado pela aplicação, após a correção, pode ser salvo e a etapa seguinte ser aplicada.

A modelagem nessa etapa está crua, somente a camada foi feita com as cores por frequências, sendo agora necessário adicionar as texturas, que são criadas para se encaixarem nos conceitos artísticos planejados com o enredo criado pelo escritor do filme ou desenho. Essas texturas são criadas na forma de mapas e associadas ao modelo, como visualizado na FIGURA 5.



FIGURA 5: Textura criada em forma de mapa.

No resultado, a aplicação permite gerar a face modelada e o upload da textura para após unificar e formar o arquivo final, como apresentado na FIGURA 6.



Figura 6: Exemplos de modelagens faciais, com textura mapeada aplicada.

2.1 Inteligência Artificial

Um sistema de Inteligência Artificial (IA) não é capaz somente de armazenamento e manipulação de dados, mas também da aquisição, representação, e manipulação de conhecimento. Esta manipulação inclui a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos (novas relações sobre fatos e conceitos) a partir do conhecimento existente, e utilizar métodos de representação e manipulação para resolver problemas com alto grau de dificuldade que são frequentemente não quantitativos por natureza (Harlan, 2009).

Desse modo, a criação da aplicação visa fazer com que a “máquina” aprenda com os movimentos feitos pelo autor na hora da interpretação do personagem, e deste ponto em diante ser capaz de modelar a face da animação utilizando dos pontos armazenados previamente no banco de dados.

Ao todo são 312 pontos faciais capturados e armazenados, representados de forma vetorial (x, y, z) no ambiente gravado, sendo os valores obtidos convertidos para binário para melhor processamento e entendimento da “máquina” (Hsu, 2002). Os números são expressos e utilizados em módulo, então caso um número negativo seja encontrado no plano de gravação, ele será acrescido em complemento de dois. Outra observação relevante, em casos de ponto flutuante, normalmente, o valor é arredondado, de modo a poder ser escrito no número finito de *bits* onde precisa ser armazenado. Dessa forma, é, automaticamente, introduzido um erro e ele não mais representa o número desejado, mas sim uma aproximação do valor esperado.

O importante é analisar que, em binário, o número é formado pela soma de potências de dois, potências positivas e negativas. Quando um número não pode ser formado por um número finito dessas potências, aparecerá dízimas, necessitando de infinitos *bits* para representá-lo. Como, em ponto flutuante, temos um número finito de *bits*, o número será arredondado, ocorrendo o erro em sua representação, sendo que para inteligência artificial algo irrisória para curva de aprendizagem da máquina. Se esse valor for maior que metade da unidade representada pelo último *bit*, arredonda-se para cima, somando-se um ao último *bit* representado. Se esse valor for menor que metade da unidade representada pelo último *bit*, arredonda-se para baixo, eliminando-se os *bits* a partir do vigésimo quarto. O diagrama com todos os passos percorridos pela ferramenta desenvolvida, é visualizado na FIGURA 7.

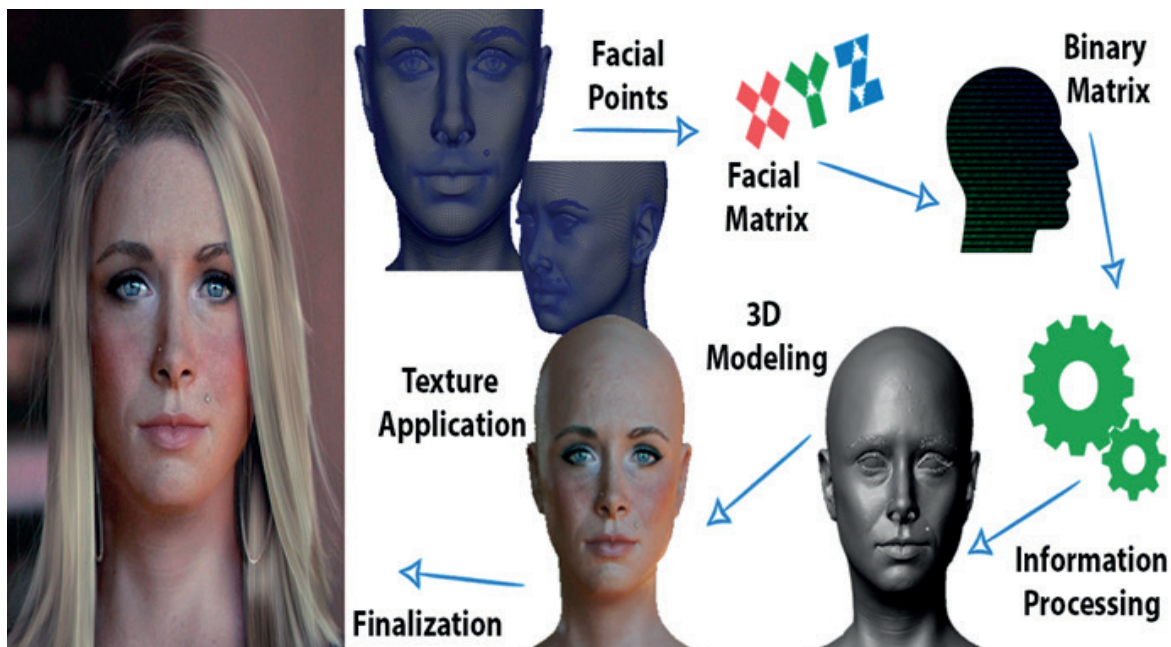


Figura 7: Diagrama do processo completo de modelagem.

Com o decorrer do uso da ferramenta, o sistema será cada vez mais preciso e eficiente, já que, é uma aprendizagem lenta, e necessita de um número de dados alto para realizar ações próximas da realidade. Devido a isso, o *software* somente está armazenando os pontos e movimentos para treinar a rede, mas ainda não é capaz de gerar uma animação completa, com todos os movimentos moldados.

A varredura da rede atualmente existente está constituída dentro de uma quantidade finita de dados para o treinamento, em uma análise matemática, uma função que se aproxime da verdadeira função $f(x)$ (a qual gerou os dados), teria uma resultante com muitos erros catalogados, como visualizado na FIGURA 8.

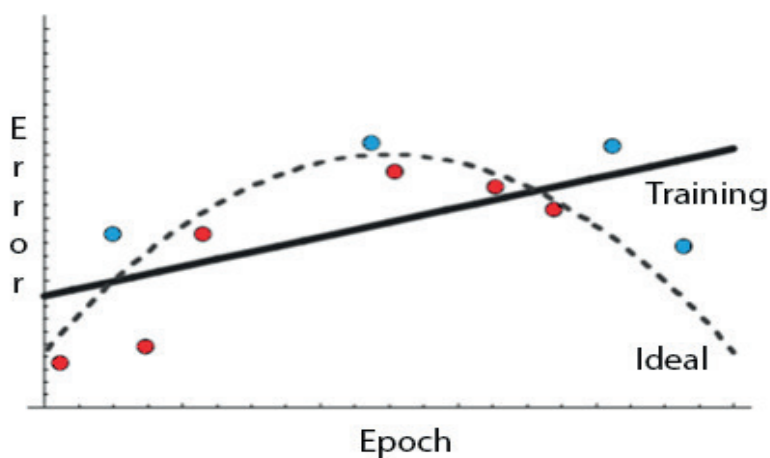


Figura 8: Exemplo de aprendizado com muitos erros catalogados.

Com a utilização do *software* a aplicação conseguirá ser treinada adequadamente

chegando a um nível ideal, mas ainda com aparições de pequenos erros durante o processo que serão imperceptíveis, como visualizado na FIGURA 9.

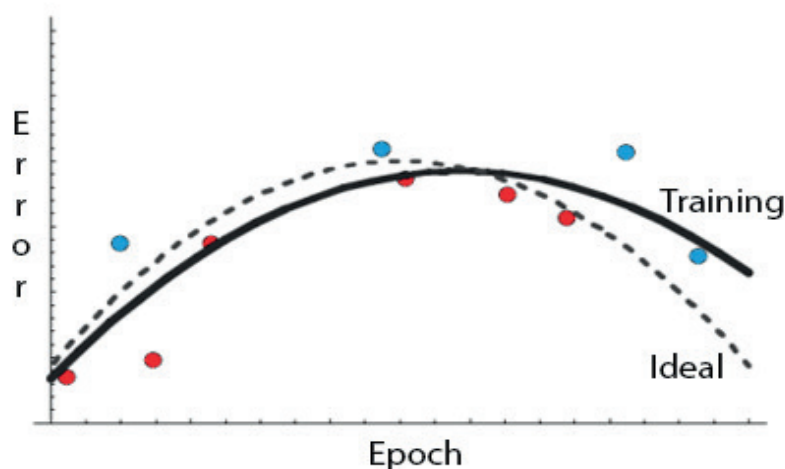


Figura 9: Exemplo de aprendizado com muitos erros catalogados.

2.2 Redes Neurais

Redes neurais artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. São utilizadas para solucionar problemas de IA onde um cérebro humano é simulado, inclusive seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas (Hagan, 2014) (Akça, 2004).

Na ferramenta desenvolvida foi usado o modelo de *Hopfield*, essa rede serve como sistema de memória de conteúdo direcionável com nós de limite binário. Garante-se que nesse modelo, se baseando nos pontos capturados, a animação seja convertida a um mínimo local, ou seja, resultado esperado, mas às vezes convergirão a um falso padrão, através de testes de análises matemáticas, esse último caso aparece em apenas 12% de todo o conteúdo gerado, não afetando a sua utilização.

Toda a rede é baseada pelo conceito de alimentar a sua saída nas suas próprias entradas, ou seja, as unidades assumem um estado binário (ativo ou inativo) e estas unidades estão conectadas entre si por arestas simétricas com pesos, se a aresta tiver peso positivo indica que as duas unidades tendem a ativar uma a outra, caso for negativo indica que uma unidade ativa pode desativar outra unidade (Rowley, 1998). O modelo matemático para essa representação é (1):

$$s_i \leftarrow \begin{cases} +1 \text{ :} \sum_j \omega_{ij}s_j \geq \theta_i \\ -1 \text{ :} \rho \end{cases} \quad (1)$$

Onde, ω_{ij} é a força do peso da conexão da unidade j a unidade i (o peso da conexão);

s_j é o estado da unidade j ; θ_i é o limite da unidade i ; e p é de outro modo.

A última análise é a configuração da energia de uma rede, destacando o estado atual da rede (acima do vale), um estado atrativo ao qual eventualmente convergirá, um nível mínimo de energia e uma bacia de atração sombreada, como apresentado na FIGURA 10.

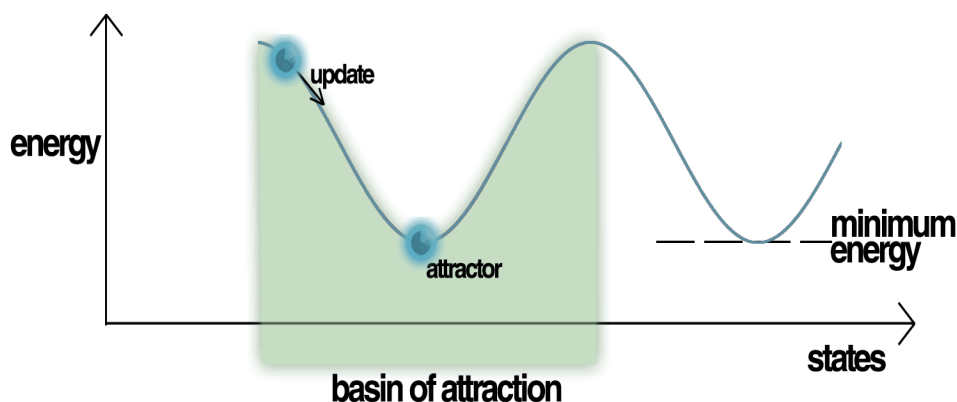


Figura 10: Exemplo de configuração da energia na rede Hopfield.

A energia (E) representada em (2) tem sua definição que garante, quando as unidades a serem atualizadas são aleatoriamente escolhidas, a energia diminuirá em valor ou permanecerá a mesma (Rowley, 1998).

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} \omega_{ij} s_i s_j + \sum_i \theta_i s_i \quad (2)$$

3 | RESULTADOS

A aplicação desenvolvida permite ao usuário aproximar o contorno de uma face. Isso pode ser ajustado em relação à perspectiva da animação que está sendo usada na cena. Após o processo de mapeamento facial gerado por um computador, é possível alterar os pontos para o padrão desejado, criando uma tabulação, conforme mostrado na FIGURA 11.

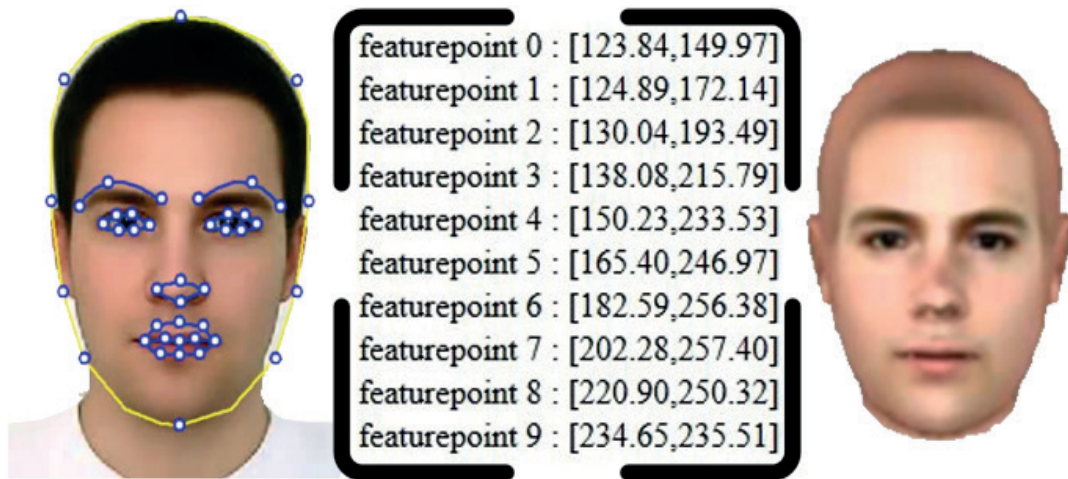


Figura 11: Resultado testado com os pontos.

4 | CONCLUSÃO

Esse estudo aborda uma ferramenta simples, de fácil aplicação e de alto grau de importância para uso das indústrias cinematográficas. O uso da inteligência artificial permitiu a ferramenta um aprendizado capaz de ser utilizado em qualquer geração de animações futuras, agregando funcionalidades que permitem ajustar o rosto do personagem, ao rosto de seu intérprete, ajustes estes que são essenciais para dar vida a uma animação 2D/3D.

Em uma melhoria futura a aplicação será capaz de criar automaticamente pré-modelos de faces e movimentos utilizando sua inteligência artificial aprendida pelas redes neurais de complexidade alta e armazenada com baixo uso da memória, facilitando as novas criações de animações e dando sugestões de padronizações inteligentes as camadas de cores da modelagem facial obtidas pelo histograma.

REFERÊNCIAS

D. Cederholm, **CSS3 for Web Designers**, 2nd ed., *A Book Apart*, 2015.

D. Flanagan, **JavaScript: The Definitive Guide**, 6th ed., *O'Reilly Media*, 2011.

D. Izario; Y. Iano; B. Izario; D. Castro. **Technical review on digital image/video processing algorithms.** *SET International Journal of Broadcast Engineering*, p. 34-39, 2018. [ISSN Print: 2446-9246]. [ISSN Online: 2446-9432]. [doi:10.18580/setijbe.2018.4].

D. Izario; Y. Iano; B. Izario; D. Castro; C. Marins. **Edge-Detection Noise-Smoothing Image Filter Techniques.** *Proceedings of the 3rd Brazilian Technology Symposium*. 1ed. *New York/United States: Springer International Publishing*, 2019, v. 1, p. 117-122. [ISBN Print: 978-3-319-93111-1]. [ISBN Online: 978-3-319-93112-8]. [doi:10.1007/978-3-319-93112-8_13].

H. Akça; R. Alassar; V. Covachev; Z. Covacheva; E. Al-Zahrani, **Continuous-time additive Hopfield-type neural networks with impulses**, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 290, p. 436-451, 2004.

H. A. Rowley; S. Baluja; T. Kanade, **Neural network-based face detection**, *IEEE Transactions on Pattern*

Analysis and Machine Intelligence, vol. 20, 23 - 38, 1998.

J. Harlan; J. Struthers; C. Baker, **Artificial Intelligence**, 1st ed., *Thames and Hudson*, 2009.

J. Keith; R. Andrew, **HTML5 for Web Designers**, 2nd ed., *A Book Apart*, 2016.

M. T. Hagan; H. B. Demuth; M. H. Beale, **Neural Network Design**, 2nd ed., *Martin Hagan*, 2014.

N. M. Thalmann; D. Thalmann, **Complex Models for Animating Synthetic Actors**, *Journal IEEE Computer Graphics and Applications archive*, vol. 1, p. 32-44, 1991.

P. Gulati, **Step-by-Step: How to Make an Animated Movie**, *Envato Tuts+*. Disponível em: <<https://cg.tutsplus.com/articles/step-by-step-how-to-make-an-animated-movie--cg-3257>>. Acessado em: 22 de abril de 2020.

S. Bouaziz; Y. Wang; M. Pauly, **Online Modeling For Realtime Facial Animation**, *Journal ACM Transactions on Graphics*, vol. 32, 2013.

Rein-Lien Hsu; M. Abdel-Mottaleb; A.K. Jain, **Face detection in color images**, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 290, p. 696 - 706, 2002.

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

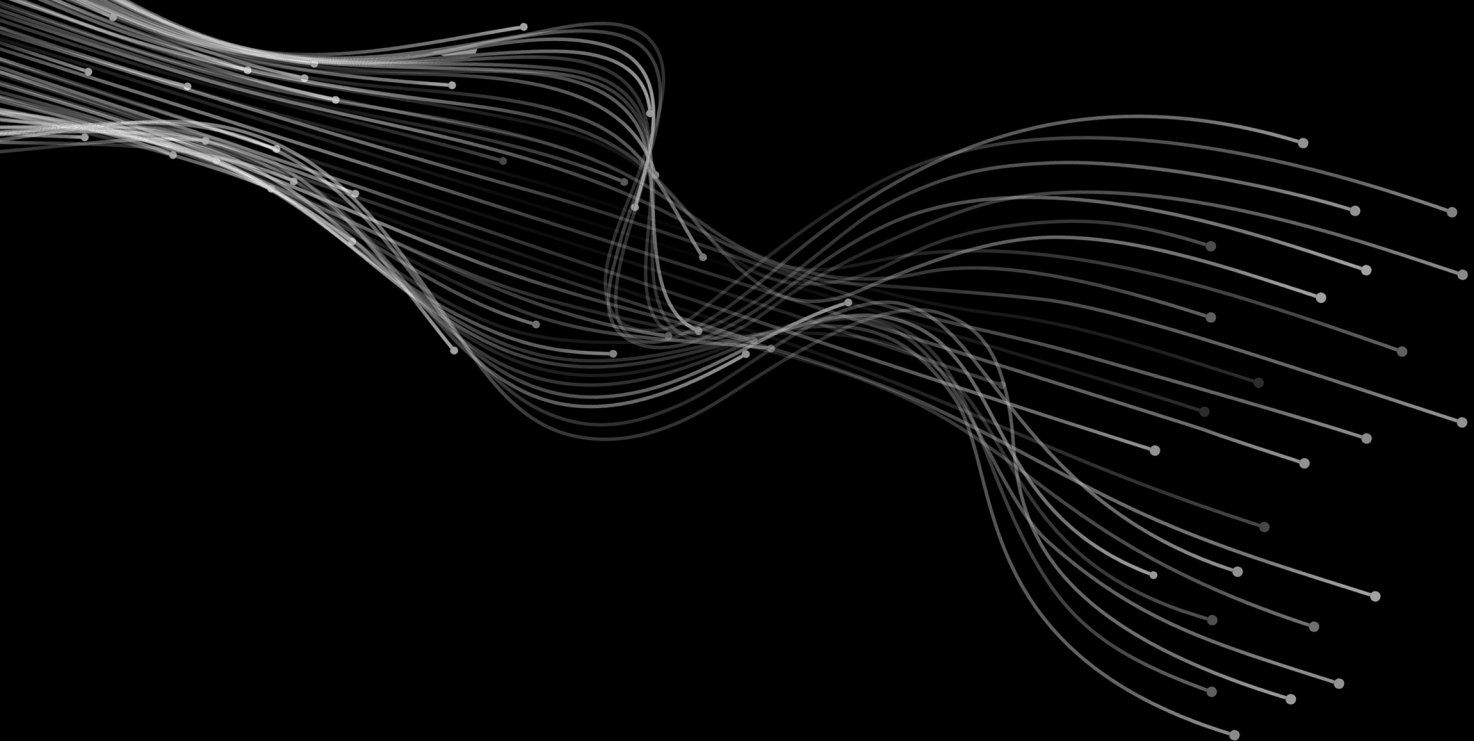
T

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 

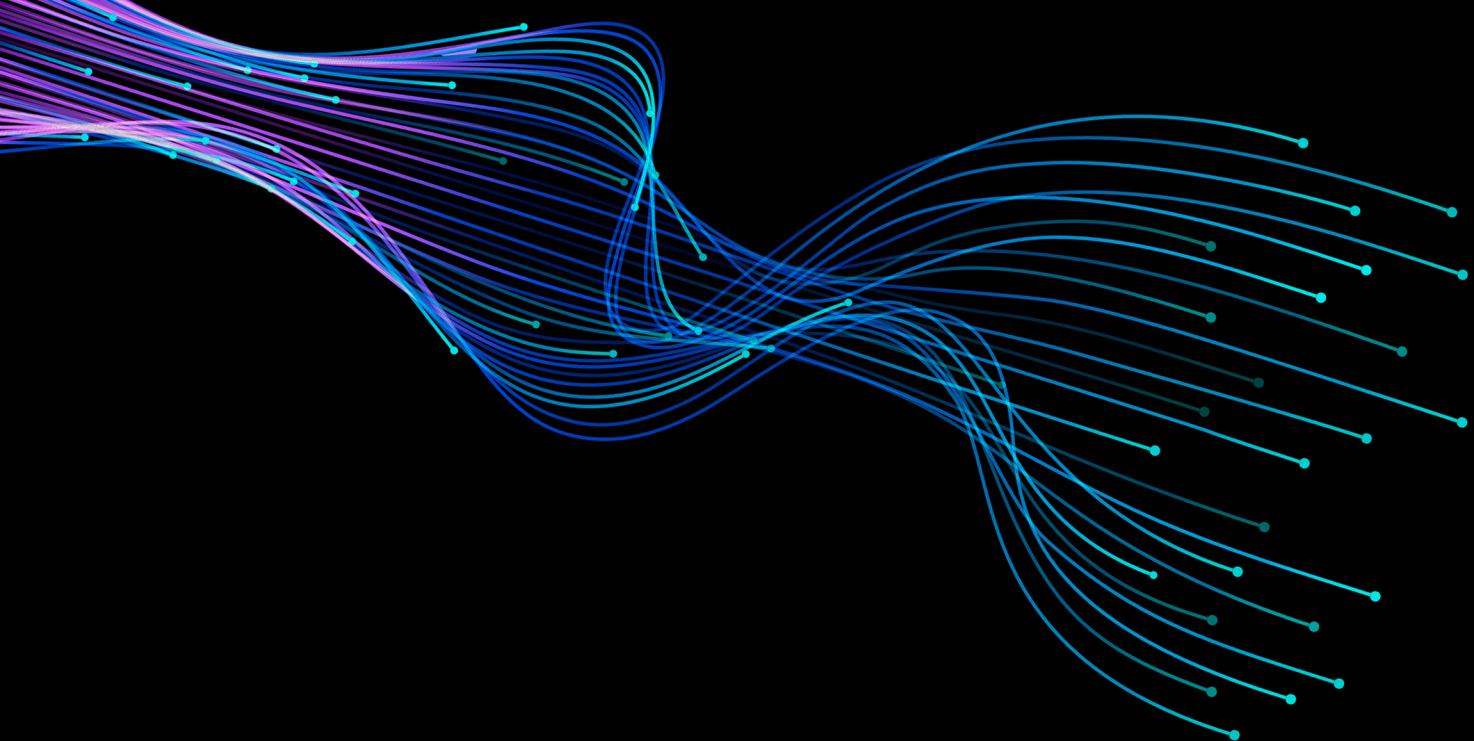
contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

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