

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|---|
| A532 | Análise crítica das ciências biológicas e da natureza [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-357-6 DOI 10.22533/at.ed.576192705 1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série. CDD 610.72 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora. Com 96 capítulos apresenta uma visão holística e integrada da grande área das Ciências Biológicas e da Natureza, com produção de conhecimento que permeiam as mais distintas temáticas dessas grandes áreas.

Os 96 capítulos do livro trazem conhecimentos relevantes para toda comunidade acadêmico-científica e sociedade civil, auxiliando no entendimento do meio ambiente em geral (físico, biológico e antrópico), suprimindo lacunas que possam hoje existir e contribuindo para que os profissionais tenham uma visão holística e possam atuar em diferentes regiões do Brasil e do mundo. As estudos que integram a *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* demonstram que tanto as Ciências Biológicas como da Natureza (principalmente química, física e biologia) e suas tecnologias são fundamentais para promoção do desenvolvimento de saberes, competências e habilidades para a investigação, observação, interpretação e divulgação/interação social no ensino de ciências (biológicas e da natureza) sob pilares do desenvolvimento social e da sustentabilidade, na perspectiva de saberes multi e interdisciplinares.

Em suma, convidamos todos os leitores a aproveitarem as relevantes informações que o livro traz, e que, o mesmo possa atuar como um veículo adequado para difundir e ampliar o conhecimento em Ciências Biológicas e da Natureza, com base nos resultados aqui dispostos.

Excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| AGRICULTURA URBANA: O CASO DA HORTA COMUNITÁRIA ORGÂNICA DO PARQUE PREVIDÊNCIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SP | |
| Lucas Sales dos Santos Ana Paula Branco do Nascimento Maria Solange Francos Milena de Moura Régis | |
| DOI 10.22533/at.ed.5761927051 | |
| CAPÍTULO 2 | 18 |
| SALICILATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA | |
| Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon | |
| DOI 10.22533/at.ed.5761927052 | |
| CAPÍTULO 3 | 34 |
| ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO AMBIENTE AQUÁTICO NOS RIOS BANDEIRA, ARROIO CAMPO BONITO E SANTA MARIA (CAMPO BONITO - PR) POR MEIO DE PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM 2017 E 2018 | |
| Chrystian Aparecido Grillo Haerter Irene Carniatto | |
| DOI 10.22533/at.ed.5761927053 | |
| CAPÍTULO 4 | 42 |
| ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AUTODEPURAÇÃO DE UM RIO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE | |
| Beatriz Cristina Lopes Aryanne Cecilia Vieira de Souza Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques | |
| DOI 10.22533/at.ed.5761927054 | |
| CAPÍTULO 5 | 53 |
| PRESENÇA DE ADENOVIRUS HUMANO NAS ÁGUAS DO RIO CATURETÊ, SARANDI, RIO GRANDE DO SUL | |
| Brenda Katelyn Viegas da Rosa Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel Tatiana Moraes da Silva Heck Fabiano Costa de Oliveira Rodrigo Staggemeier Sabrina Esteves de Matos Almeida | |
| DOI 10.22533/at.ed.5761927055 | |

CAPÍTULO 6 58

SEGURANÇA ALIMENTAR: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CRECHES PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB

Vitor Martins Cantal
Talita Ferreira de Moraes
Clara Luz Martins Vaz
Lusinilda Carla Pinto Martins
Rosália Severo de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.5761927056

CAPÍTULO 7 71

ECOLOGY IN THE SCHOOLYARD: FEATHERED VISITORS

Agüero Nicolás Facundo
Benítez Adriana Carla
Moschner Lara María
Nuñez Gisell Romina
Varela Franco Martín

DOI 10.22533/at.ed.5761927057

CAPÍTULO 8 80

ANÁLISE DA FREQUÊNCIA RELATIVA DE TOXINAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE *ESCHERICHIA COLI* COLETADAS DE BEZERROS COM DIARREIA, DO RECÔNCAVO BAIANO

Gabrielle Casaes Santana
Bruna Mamona de Jesus
Eddy José Francisco de Oliveira
Claudio Roberto Nobrega Amorim

DOI 10.22533/at.ed.5761927058

CAPÍTULO 9 91

“AVALIAÇÃO DE DOR PÓS TRATAMENTO COM BANDAGEM KINESIO TAPE EQUINE EM ARTROSCOPIAS EM EQUINOS”

Vittoria Guerra Altheman
Ana Liz Garcia Alves
Luiz Henrique Lima de Mattos

DOI 10.22533/at.ed.5761927059

CAPÍTULO 10 101

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE (*BOS INDICUS*) E ANGUS (*BOS TAURUS*)

Guilherme Andraus Bispo
Adam Taiti Harth Utsunomiya
Ludmilla Balbo Zavarez
Júlio César Pascoaloti de Lima
José Fernando Garcia

DOI 10.22533/at.ed.57619270510

CAPÍTULO 11 106

INFLUÊNCIA DA PROGESTERONA ENDÓGENA NA QUANTIDADE E NA QUALIDADE OOCITÁRIA DE VACAS DA RAÇA NELORE

Rafael Augusto Satrapa
Erica Sousa Agostinho
Daniel Ribeiro Guimarães de Menezes
Dagoberto de Almeida Junior

DOI 10.22533/at.ed.57619270511

CAPÍTULO 12 117

USO DA MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA (NANOSKIN®) EM FERIDAS EXPERIMENTAIS NA ESPÉCIE OVINA

Camila Sabino de Oliveira
Flávia de Almeida Lucas
Fernanda Bovino
Matheus de Oliveira Souza Castro

DOI 10.22533/at.ed.57619270512

CAPÍTULO 13 129

INFLUÊNCIAS DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE SOBRE ASPECTOS POPULACIONAIS E ALIMENTARES DE PEIXES SILVESTRES NO RESERVATÓRIO DE CHAVANTES (RIO PARANAPANEMA), SÃO PAULO, BRASIL

Aymar Orlandi Neto
Denis William Johanssem de Campos
José Daniel Soler Garves
Érica de Oliveira Penha Zica
Reinaldo José da Silva
Heleno Brandão
Augusto Seawright Zanatta
Edmir Daniel Carvalho (in memorian)
Igor Paiva Ramos

DOI 10.22533/at.ed.57619270513

CAPÍTULO 14 140

INTERESSE DO CONSUMIDOR URBANO POR PESCADO COM RÓTULO OU CERTIFICADO ECOLÓGICO EM SANTOS/SP - BRASIL

Sílvia Lima Oliveira dos Santos
Fabio Giordano

DOI 10.22533/at.ed.57619270514

CAPÍTULO 15 149

PRESENÇA DE *Vibrio* ssp. PATOGÊNICOS EM CULTIVOS DE CAMARÃO MARINHOS

Beatriz Cristina Lopes
Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques

DOI 10.22533/at.ed.57619270515

CAPÍTULO 16 160

ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE *Piaractus mesopotamicus* EM DIFERENTES PROPORÇÕES COM CARNE DE FRANGO

Luiz Firmino do Santos Junior
Ariéli Daieny da Fonseca
Beatriz Garcia Lopes
Lucas Menezes Felizardo
Gláucia Amorim Faria
Heloiza Ferreira Alves do Prado

DOI 10.22533/at.ed.57619270516

CAPÍTULO 17 169

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GENÉTICA SOLICITADO NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) DE 2009 A 2017

Bárbara De Magalhães Souza Gomes
Anna De Paula Freitas Borges
Camila De Assunção Martins
Cesar Augusto Sam Tiago Vilanova-Costa
Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva

DOI 10.22533/at.ed.57619270517

CAPÍTULO 18 175

APRECIÇÃO DO ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO DE MEDICINA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DA PARAÍBA

Alessandra Bernadete Trovó de Marqui
Natália Lima Moraes
Vanessa de Aquino Gomes
Nathália Silva Gomes
Cristina Wide Pissetti

DOI 10.22533/at.ed.57619270518

CAPÍTULO 19 187

ANATOMIA 3D IMPRESSA: ABORDAGEM EDUCACIONAL DA TECNOLOGIA MÉDICA

Guilherme Socoowski Hernandes Götz das Neves
Gutemberg Conrado Santos
Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes

DOI 10.22533/at.ed.57619270519

CAPÍTULO 20 200

BACTÉRIAS VEICULADAS POR FORMIGAS CAPTURADAS EM AMBIENTES ALIMENTARES DE CRECHES DO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS-MT

Camila Elena Dilly Camargo
Raiane Teixeira Xavier
Meg Caroline do Couto
Daves Lopes Ocereu
Milene Moreno Ferro Hein
Helen Cristina Favero Lisboa

DOI 10.22533/at.ed.57619270520

CAPÍTULO 21 207

MODELO DE SIMULAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MG

Luciana Eler França
Lourdes Manresa Camargos
Luiza Cintra Fernandes
Fernando Figueiredo Goulart

DOI 10.22533/at.ed.57619270521

CAPÍTULO 22 219

MÚSICAS INFANTIS POPULARMENTE DIFUNDIDAS E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO SOBRE ARTHROPODA

Eltamara Souza da Conceição
Daianne Letícia Moreira Sampaio
Aldacy Maria Santana de Souza
Josué de Souza Santana
Luana da Silva Santana Sousa
Samanta Jessen Correia Santana
Tais de Souza Silva
Zilvânia Martins de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.57619270522

CAPÍTULO 23 228

PARASITOLOGICAL DETECTION OF *Cryptosporidium* spp. IN FECAL SAMPLES OF CARRIER PIGEONS (*Columba livia*) IN TWO BREEDINGS

Amália Genete dos Santos
Bruno César Miranda Oliveira
Deuvânia Carvalho da Silva
Elis Domingos Ferrari
Sandra Valéria Inácio
Walter Bertequini Nagata
Katia Denise Saraiva Bresciani

DOI 10.22533/at.ed.57619270523

CAPÍTULO 24 234

PERFIL DOS CASOS DE COQUELUCHE NO ESTADO DE GOIÁS

Marielly Sousa Borges
Jefferson do Carmo Dietz
Dayane de Lima Oliveira
Roberta Rosa de Souza
Murilo Barros Silveira

DOI 10.22533/at.ed.57619270524

CAPÍTULO 25 241

POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DOCENTE COM A GINÁSTICA PARA TODOS: VIVÊNCIAS EXPRESSIVAS INCLUSIVAS APLICADAS NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

Marcos Gabriel Schuindt Acácio
Rubens Venditti Júnior
Ezequiel do Prado Silva
Gilson Viana de Sobral
Bianca Marcela Vitorino Barboza
Rodolfo Lemes de Moraes
Romulo Dantas Alves

DOI 10.22533/at.ed.57619270525

CAPÍTULO 26 254

POTENCIAL ECONÔMICO DA MICROBIOTA AMAZÔNICA

Luiz Antonio de Oliveira
Cassiane Minelli-Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.57619270526

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 27 | 265 |
| USO DE MAPA CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL | |
| <p>Angela Antunes Aline Matuella M. Ficanha Ana Sara Castaman Rúbia Mores Luciana Dornelles Venquiaruto Rogério Marcos Dallago</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270527 | |
| CAPÍTULO 28 | 276 |
| PROPAGAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO MOSQUITO <i>Aedes aegypti</i> : UMA PROBLEMÁTICA DE SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, PARÁ | |
| <p>Brenda Almeida Lima Chayenna Araújo Torquato Athos Ricardo Souza Lopes Sidnei Cerqueira dos Santos</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270528 | |
| CAPÍTULO 29 | 287 |
| Alternanthera philoxeroides NO ESTUDO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO DE PLANTAS UTILIZADAS POR COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ | |
| <p>Luiza Gama Carvalho Vinicius Fernandes Moreira Marcos Vinicius Leal-Costa</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270529 | |
| CAPÍTULO 30 | 297 |
| ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO <i>RHIPSALIS TERES</i> (VELL.) STEUD. (CACTACEAE) | |
| <p>Beatriz Mendes Santos Odair José Garcia de Almeida</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270530 | |
| CAPÍTULO 31 | 304 |
| COLEÇÃO CENTENÁRIA DE EUCALIPTOS NA FLORESTA ESTADUAL “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE” | |
| <p>Gabriel Ribeiro Castellano Rafael Jose Camarinho</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270531 | |
| CAPÍTULO 32 | 320 |
| JASMONATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA | |
| <p>Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270532 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 33 | 335 |
| LAGARTAS DE PIPERACEAE, ARISTOLOCHIACEAE, ANACARDIACEAE E MELASTOMATAEAE NA INDICAÇÃO DE QUALIDADE DE FRAGMENTO FLORESTAL DE MORRETES, PR | |
| Emerson Luís Pawoski da Silva Patrícia Oliveira da Silva José Francisco de Oliveira Neto Emerson Luis Tonetti | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270533 | |
| CAPÍTULO 34 | 345 |
| PERFIL QUÍMICO DO CACTO EPÍFITO <i>Rhipsalis teres</i> (CACTACEAE) | |
| Renan Canute Kamikawachi Virginia Carrara Marcelo José Dias Silva Odair José Garcia de Almeida Wagner Vilegas | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270534 | |
| CAPÍTULO 35 | 355 |
| USO DA CINZA DE BIOMASSA DE EUCALIPTO COMO CORRETIVO DE ACIDEZ DE SOLO, NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO | |
| Eduardo Bianchi Baratella Regis Quimello Borges Elisângela Bedatty Batista Antônio Leonardo Campos Biagini Maikon Richer de Azambuja Pereira Ronaldo da Silva Viana Cássia Maria de Paula Garcia Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270535 | |
| CAPÍTULO 36 | 368 |
| VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ELASTICIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS NA COMUNIDADE IPITINGA TOMÉ-AÇU/PA POR MEIO DA LEI DE HOOKE | |
| Jhones Fonseca dos Santos Brenda Carolina Raudenkolb da Costa Anderson da Silva Parente Jhonata Eduard Farias de Oliveira Paulo Vitor dos Santos Gildenilson Mendes Duarte | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270536 | |
| CAPÍTULO 37 | 374 |
| GERMINAÇÃO DA SEMENTE <i>ANNONA MURICATA</i> L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS | |
| Elaine Oliveira do Nascimento Elizilene de Souza Vaz Maria José de Sousa Trindade | |
| DOI 10.22533/at.ed.57619270537 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR | 379 |

ANATOMIA 3D IMPRESSA: ABORDAGEM EDUCACIONAL DA TECNOLOGIA MÉDICA

Guilherme Socoowski Hernandes Götz das Neves

Universidade Federal do Rio Grande – FURG;
Faculdade de Medicina; Graduando em Medicina.
Rio Grande - RS.

Gutemberg Conrado Santos

Universidade Federal do Rio Grande – FURG;
Instituto de Matemática, Estatística e Física;
Graduando em Física.
Rio Grande - RS.

Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes

Universidade Federal do Rio Grande – FURG;
Faculdade de Medicina; Professora da Disciplina
de Anatomia Humana.
Rio Grande - RS.

RESUMO: O artigo trata da criação de modelos produzidos em impressoras 3D para diferentes propósitos na área da saúde, seja para aplicação acadêmica ou na realidade clínica, como peças educacionais ultra-realistas, próteses customizadas para cada paciente, órtese e planejamento cirúrgico em procedimentos de alta complexidade. Adicionalmente, discute-se sobre as ferramentas de auxílio na avaliação de exames de imagem visando facilitar a interpretação diagnóstica. Tal investigação foi realizada no contexto de um projeto de ensino no qual cinquenta e sete alunos do curso de medicina, da disciplina de anatomia humana,

foram instruídos na utilização do programa computacional 3D Slicer, gratuito para o uso e mantido com aportes do *National Institutes of Health*. Programas desse gênero atuam através de algoritmos capazes de proporcionar a visualização tridimensional dos componentes e de enfatizar determinados aspectos do exame (*DICOM*), cujos arquivos podem ser oriundos de Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada ou Ressonância Magnética por Tensor de Difusão. O resultado foi a capacitação dos discentes inscritos e os modelos tridimensionais de estruturas humanas por eles confeccionados, sejam órgãos inteiros ou partes desses, cujas fotos constam no corpo do texto.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico por Imagem; Modelagem Computacional Específica para o Paciente; Próteses e Implantes; Órtese; 3D Slicer.

ABSTRACT: The article deals with the creation of models produced in 3D printers for different purposes in the health area, either for academic application or clinical reality, such as ultra-realistic educational pieces, prostheses customized for each patient, orthotic devices and surgical planning in procedures of high complexity. Additionally, there is a discussion about the tools of assistance in the evaluation of imaging tests in order to facilitate the

diagnostic interpretation. This research was carried out in the context of a teaching project in which fifty-seven medical students from the discipline of human anatomy were instructed in the use of the 3D Slicer, software maintained with contributions from the National Institutes of Health and that is open source license. Programs of this kind act through algorithms capable of providing the three-dimensional visualization of the components and of emphasizing certain aspects of the imaging test (DICOM), whose files can be derived from Magnetic Resonance Imaging (MRI), Computed Tomography (CT) or Diffusion Tensor Magnetic Resonance (DTI). The result was the training of the enrolled students and the three-dimensional models of human structures they have made, whether whole organs or parts of them, whose pictures are included in the body of the text.

KEYWORDS: Diagnostic Imaging, Patient-Specific Modeling, Prostheses and Implants, Orthotic Devices, 3D Slicer.

1 | INTRODUÇÃO

Uma atividade profissional evolui devido ao acúmulo de conhecimento específico e aos instrumentos disponíveis para que tal prática seja exercida. Nesse sentido, a Radiologia ou Imagiologia permitiu aos médicos ponderarem sobre as condições do meio interior ao corpo sem necessidade de intervenção cirúrgica, poupando o paciente de procedimentos invasivos.

No ápice dessa evolução surgiram programas computacionais como o 3D Slicer. Ao passo que auxilia a avaliação por imagem ao facilitar a interpretação diagnóstica, otimizando tempo de resposta e aumentando resolutividade, alia o exame de imagem com a modelagem tridimensional, inaugurando um leque de possibilidades: criação de peças educacionais ultra-realistas, próteses customizadas para cada paciente, órtese e planejamento cirúrgico. As possibilidades criadas são úteis na área da educação em saúde para discentes e também na educação continuada para especialistas.

O objetivo do projeto AUXÍLIO DA TECNOLOGIA 3D NO ENSINO DE FÍSICA MÉDICA, MEDICINA E OUTROS CURSOS COM NECESSIDADE DO APRENDIZADO DE ANATOMIA HUMANA foi introduzir essas novas ferramentas para os alunos e, ao mesmo tempo, consolidar o aprendizado dessa disciplina indispensável para o profissional da saúde.

2 | METODOLOGIA

No segundo semestre de 2017 foi realizada a capacitação dos monitores e um projeto piloto, a fim de ensinar discentes do grupo de teste sobre o 3D Slicer, programa utilizado em algumas das melhores universidades do mundo. Esse grupo foi criado visando acompanhar a progressão dos alunos, observando o desenvolvimento de competências, e a elaboração de um plano de ensino com metodologia direcionada.

No primeiro semestre de 2018 foi ofertado aos discentes do primeiro ano do curso de medicina, como uma ferramenta para ampliação do aprendizado da anatomia humana. Dos setenta e cinco alunos matriculados na disciplina, cinquenta e sete se inscreveram, após terem assistido a uma apresentação explicativa de 20 minutos sobre o projeto, que enfatizava a oportunidade e a importância do aprender fazendo, relacionando-o ao conteúdo abordado na disciplina que estariam vivenciando durante o ano.

Com a experiência obtida no projeto piloto, as principais ferramentas de interesse para um profissional da saúde foram agrupadas em módulos temáticos. Através da colaboração entre a Faculdade de Medicina (FAMED) e o Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), oficinas sobre esses temas foram ministradas em um laboratório de informática para os cinquenta e sete inscritos, dando-lhes a possibilidade de aprender e simultaneamente colocar em prática o conteúdo abordado. Os módulos ministrados foram:

1. Introdução à modelagem 3D médica e aplicações
2. Modelagem baseada em partes de alta densidade
3. Modelagem baseada em partes de baixa densidade
4. Prática - Elaboração do modelo de coluna
5. Técnicas de finalização e impressão dos modelos em 3D

Os cinco módulos capacitaram os inscritos em todas as funcionalidades básicas do programa 3D Slicer, lhes ensinando competências como: interpretação da informação imagiológica, como importar exames, trabalhar com partes de alta densidade (ossos e estruturas cartilaginosas, principalmente), trabalhar com partes de baixa densidade (os diferentes órgãos do corpo humano, além de tecidos conjuntivo, tecido adiposo e volume sanguíneo em alguns casos) e criação tridimensional.

Cada oficina, realizada no laboratório, foi dividida em três momentos. No primeiro segmento ocorria uma explicação teórica do módulo através de recursos audiovisuais, esses em quase totalidade foram elaborados especificamente para o projeto, mas alguns conteúdos de acesso público em plataformas de vídeo pela internet também foram utilizados. No segundo segmento, a projeção da tela do programa era disponibilizada enquanto o monitor incentivava os alunos a repetirem cada etapa demonstrada, além de elucidar sobre o uso das ferramentas envolvidas em cada passo. No terceiro segmento, o monitor designava uma meta na qual os alunos deveriam trabalhar até o fim do dia e seguia individualmente de computador em computador para sanar as dúvidas.

Devidamente explicadas todas as pré-condições de infraestrutura e ensino, faz-se necessário introduzir a correta utilização do 3D Slicer propriamente dito. Tal ato consiste de, simplificada, três grandes objetivos que são divididos nas várias etapas que os compõem: importação de exames, criação do modelo para o ambiente

virtual e criação do modelo para impressão.

O primeiro envolve a importação das imagens de base para o programa, ou seja, do exame que será utilizado para confeccionar o modelo. Essas imagens podem ser de Ressonância Nuclear Magnética, Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética por Tensor de Difusão ou DTI (método cuja incidência da ressonância ocorre sobre moléculas de água para verificar sua difusão, especialmente útil para tecidos moles como o cérebro). Os exames importados, diferentemente da apresentação tradicional no qual são mostradas várias fatias dentro de um mesmo plano de corte, passam a ser expostos simultaneamente em três perspectivas, correspondentes aos três planos anatômicos clássicos: transverso, sagital e coronal. Na Figura 1 são, respectivamente, os planos com a barra superior em vermelho, amarelo e verde. A perspectiva inicial parte do corte central de cada plano. É possível desabilitar um ou dois desses planos, para aproximar a experiência do usuário com a apresentação tradicional. A quarta tela, cuja barra superior é azul e seu fundo de preenchimento também, não contém nada no momento da importação, pois é onde, nos passos seguintes, será disposto o modelo ao longo de sua preparação, seja ele apenas virtual ou para impressão.

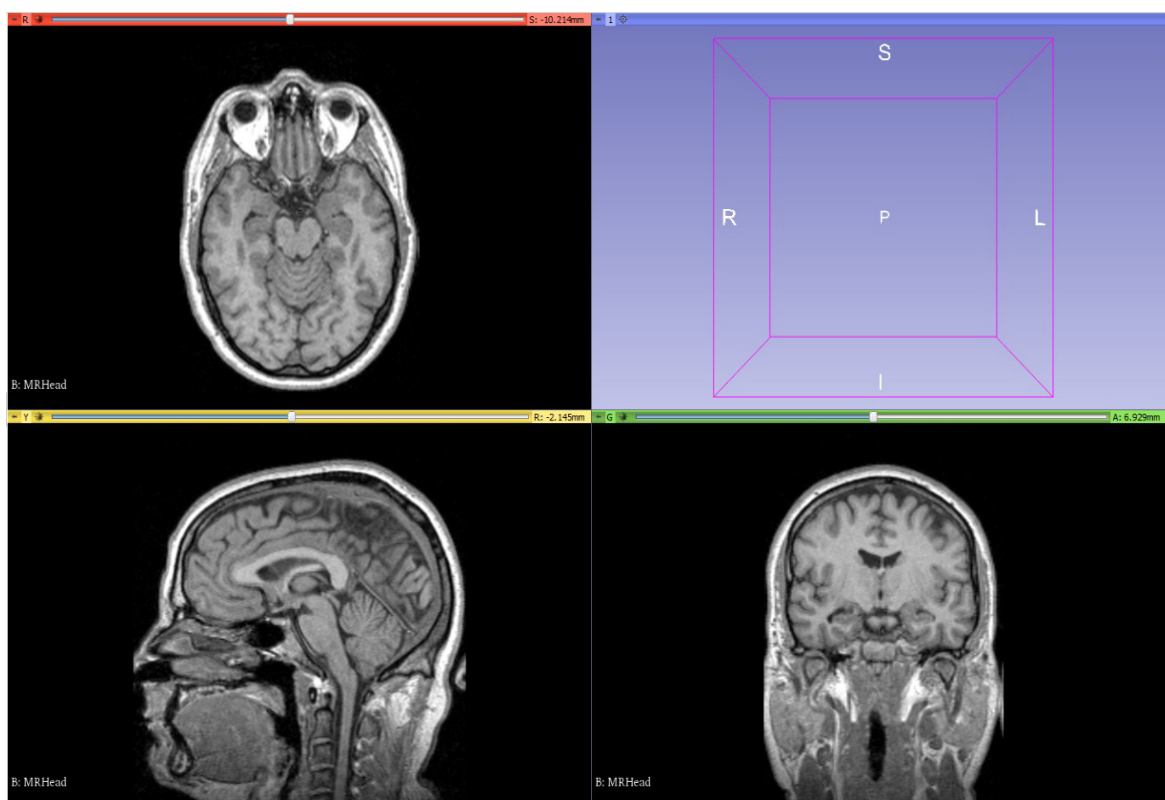


Figura 1 – Exame de ressonância magnética de domínio público, para fins educacionais, importado para o ambiente do 3D Slicer

Fonte: Acervo do projeto.

O segundo envolve a seleção da área de interesse, caso essa não corresponda a todo o exame, omitindo porções corporais saudáveis para que o enfoque seja nas

estruturas a serem analisadas. (fig.: 2,3) Independentemente da escolha pelo exame integral ou por uma área dele, logo inicia-se a criação de um modelo tridimensional dentro do ambiente virtual a partir das imagens de base. Esse pode ser rotacionado por 360° em qualquer eixo de movimento, manipulado e visto segundo diferentes filtros aplicáveis. O sucesso consiste em realçar a estrutura de interesse para que sua compreensão seja cada vez melhor. Para tanto, os filtros de densidade são instrumentos ideais. (fig.: 4,5) Eles são o resultado de algoritmos que mapeiam cada *pixel* do *DICOM* (arquivo de imagem médica) e reconhecem quais deles estão dentro do intervalo de densidade característico de cada tecido do corpo humano. São oferecidos diferentes filtros, desde tecido ósseo, sistema nervoso e até sistema circulatório, inclusive é possível escolher por priorizar o componente sanguíneo arterial ou venoso. Mesmo com esses recursos, dois desafios persistem: não existe um limite exato de densidade entre cada tecido, a exemplo de osso e alguns tipos de cartilagem que muitas vezes não conseguem ser diferenciados, e os diversos órgãos do corpo humano têm componentes parenquimatosos de densidades muito semelhantes. Transpor esses desafios depende de delicado trabalho manual identificando essas estruturas, aliado ao conhecimento anatômico prévio.

Após usar *softwares* nessa linha de atuação, seja o 3D Slicer ou similares, fica claro que eles podem ser usados de duas maneiras distintas. Ou como um recurso diagnóstico, pois realizando as etapas até aqui descritas se tem uma apresentação mais intuitiva dos resultados do exame, facilitando a compreensão por parte de quem faz a análise; mas sem intenção de oferecer para o paciente ou equipe médica um dispositivo projetado em uma impressora 3D. Ou como atelier de modelagem tridimensional para oferecer esses dispositivos, seja uma prótese com encaixe personalizado conforme a anatomia do paciente, oferecendo grande compatibilidade e conforto entre o coto de amputação e o membro sintético, seja uma órtese para correção postural das necessidades específicas de um paciente em fisioterapia, seja um corpo sintético fidedigno ao do paciente para que a equipe cirúrgica faça o devido planejamento de sua abordagem, seja a criação de modelos educacionais ultra-realistas para cursos da área da saúde; nesses casos é indispensável dominar o terceiro objetivo do programa.

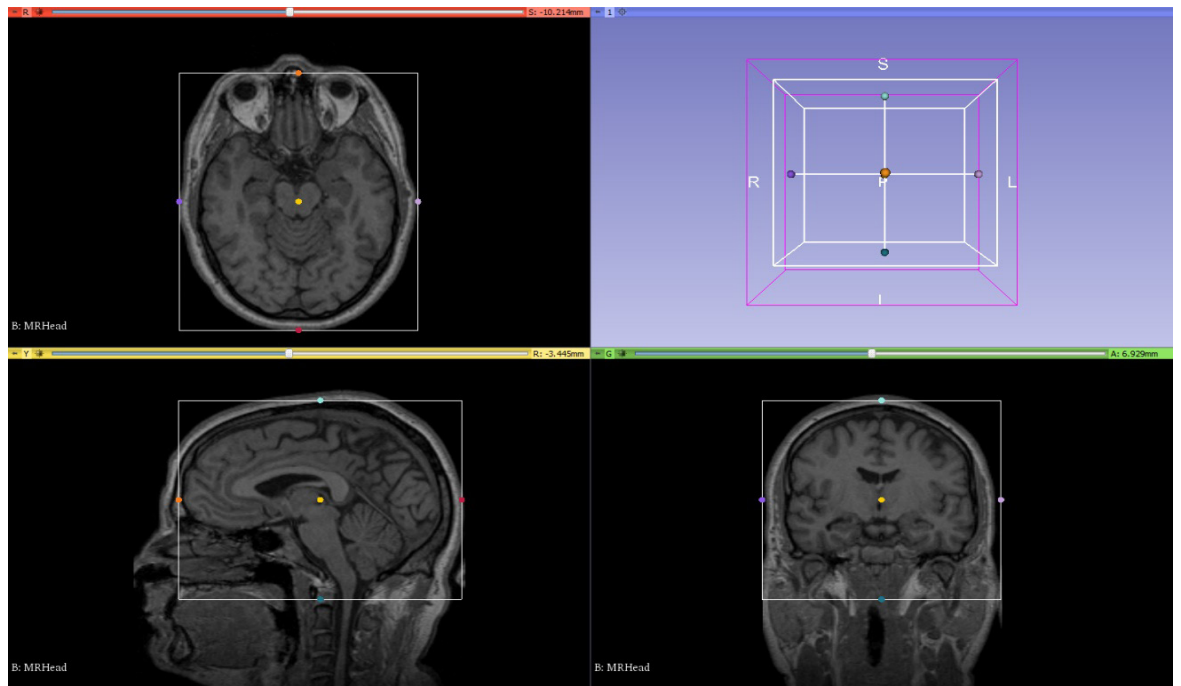


Figura 2 – Ressonância magnética de cabeça com pré-seleção de área de interesse, no caso o cérebro

Fonte: Acervo do projeto.

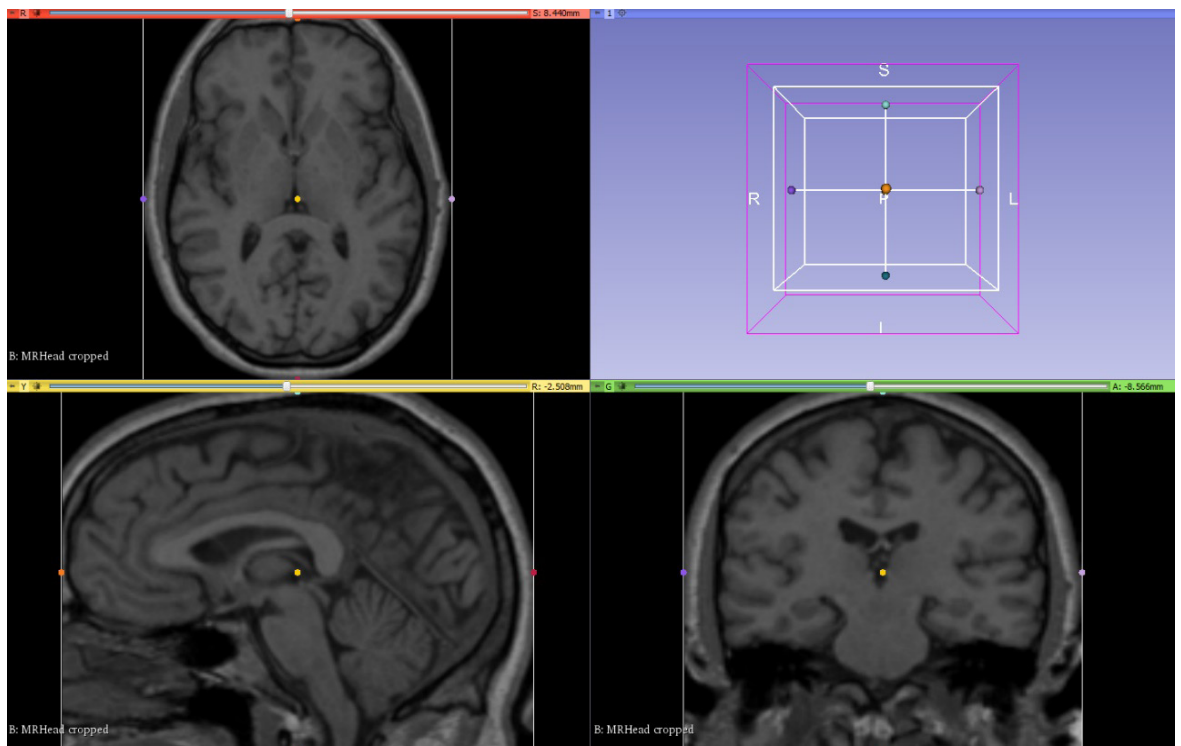


Figura 3 – Ressonância magnética após desprezar as áreas excedentes

Fonte: Acervo do projeto.

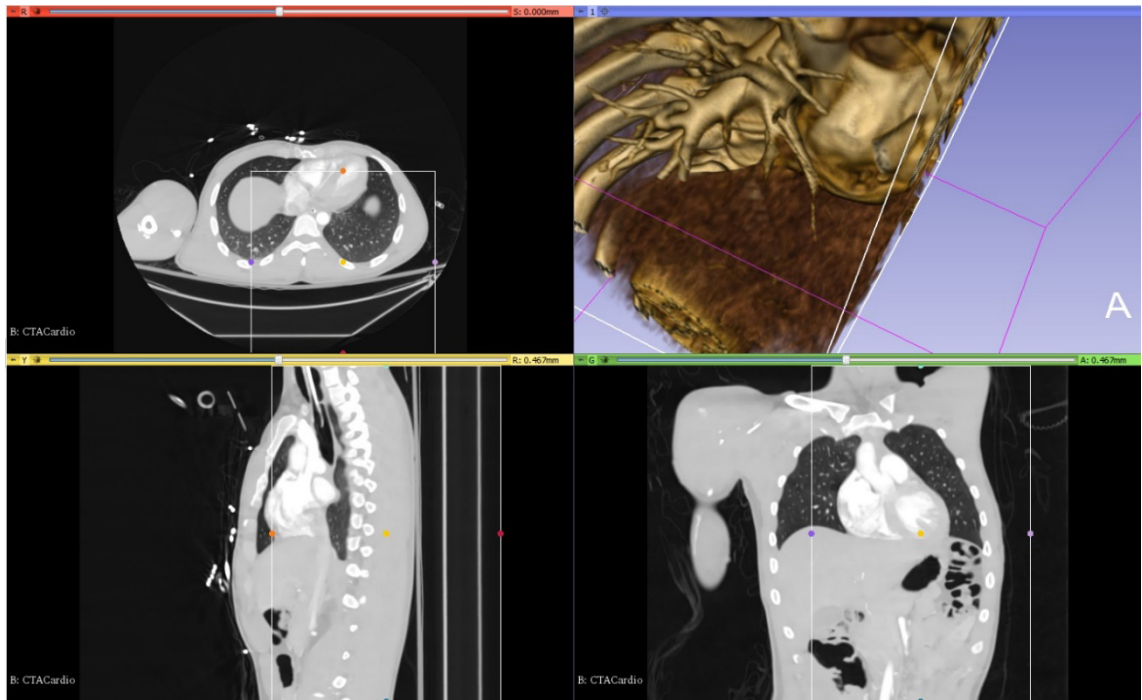


Figura 4 – Tomografia de tórax, após aplicação de filtro de densidade para realçar vasos de grande calibre (tela azul)

Fonte: Acervo do projeto.

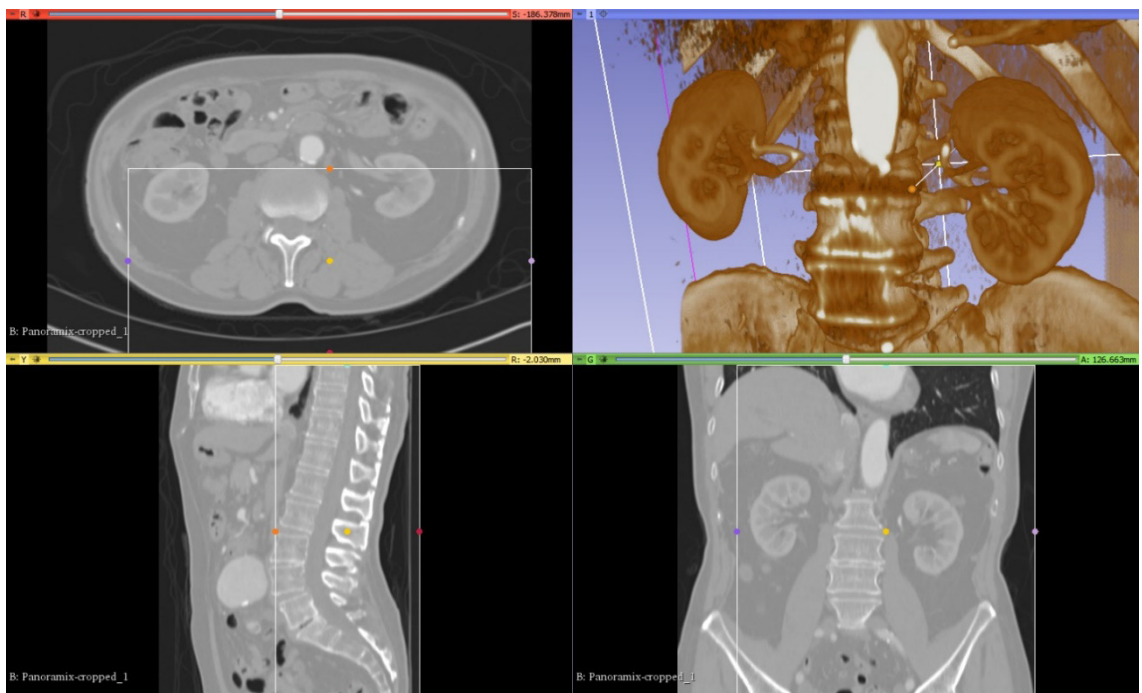


Figura 5 – Tomografia de abdome, após aplicação de filtro de densidade para realçar a anatomia dos rins (tela azul)

Fonte: Acervo do projeto.

O terceiro objetivo consiste na criação do modelo tridimensional para impressão a partir do modelo para o ambiente virtual. Antes de prosseguir, é imprescindível escolher o conjunto de cores a ser usado. É oferecida ao usuário uma sugestão de paleta de cores com a recomendação expressa de que seja seguida, pois cada cor é reservada para uma estrutura anatômica específica, cada órgão, como fígado ou rins,

ou até diferentes partes de um mesmo, como os diferentes lobos do cérebro, têm sua cor recomendada. Essa escolha não tem relação com a cor dos objetos após serem impressos, mas sim visa garantir a padronização e compatibilidade dos modelos feitos pela comunidade de usuários ao redor do mundo.

A criação para impressão é, entre todas as etapas já vistas, a que toma mais tempo, pois envolve literalmente desenhar, preencher e definir os contornos que o objeto impresso terá a partir do modelo virtual. O 3D Slicer conta com todas as ferramentas de um editor de imagens clássico.

O modelo para impressão pode ser criado tanto de forma oca quanto sólida, a vantagem da primeira é poupar material e da segunda é aumentar a resistência e durabilidade. Os participantes das oficinas foram instruídos a criar arquivos sólidos.

Com o modelo já pronto, prossegue-se para a etapa de finalização. O arquivo é exportado do 3D Slicer e utilizado em programas de edição gráfica para realizar o acabamento de texturização antes da impressão. Durante as oficinas foi utilizado o Meshmixer da Autodesk Inc ©. O 3D Slicer, apesar de pioneiro, ainda está em desenvolvimento e pode deixar estruturas sabidamente lisas com aspecto grosseiro e com algumas saliências. Portanto, como acabamento final entende-se, principalmente, a suavização de superfícies para que essas tenham o máximo de proximidade do seu equivalente real.

3 | RESULTADOS

Os resultados do projeto podem ser alocados em dois grupos, os tangíveis e os intangíveis. O primeiro se refere às atividades realizadas pelo projeto enquanto proposta educacional e o segundo é a soma dos diversos modelos tridimensionais produzidos durante cada oficina pelos cinquenta e sete alunos inscritos.

Ao fim do último módulo, os alunos encontravam-se plenamente aptos nos três grandes objetivos da utilização do *software* em questão. Foi verificada autonomia para importar os exames sobre os quais desejavam trabalhar, domínio das ferramentas disponíveis como facilitadoras da interpretação de imagens médicas (limitadas somente por conhecimento anatômico e radiológico, não por restrições com o programa) e habilidade para a criação de peças para impressão com grande qualidade.

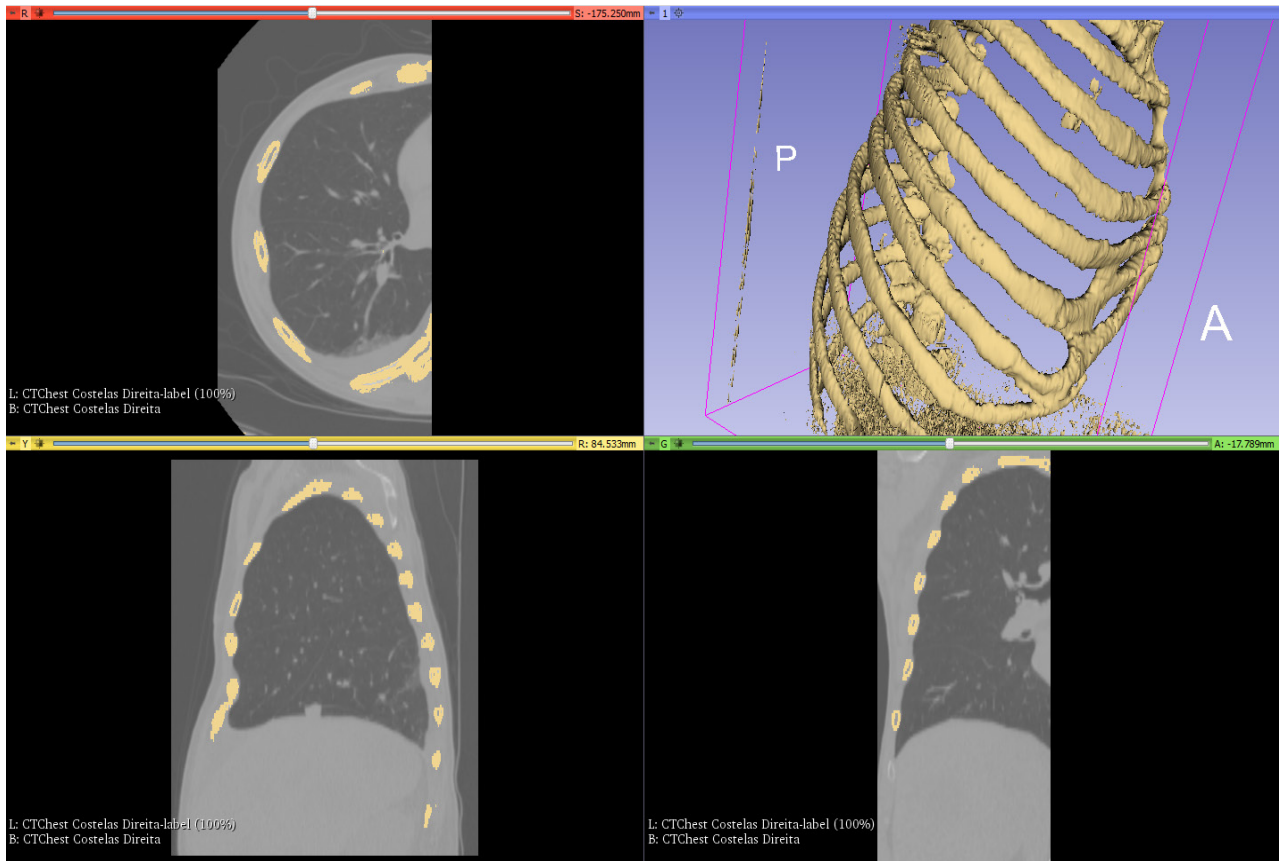


Figura 6 – Modelo do estojo ósseo do tórax desenvolvido por um dos alunos durante as oficinas
 Fonte: Acervo do projeto.



Figura 7 – Vista lateral do modelo impresso dos ventrículos cerebrais e demais estruturas de contenção do fluido cerebrospinal
 Fonte: Acervo do projeto.

Ao final das atividades do grupo de teste do projeto piloto, no segundo semestre de 2017, apenas uma peça foi impressa. Um modelo dos ventrículos cerebrais foi escolhido e enviado para o Laboratório Ciência 3D Impressa do IMEF, parceiro do

projeto. É possível verificar a qualidade dos resultados nas Figuras 7 e 8.

Ao longo do primeiro semestre de 2018 os alunos elaboraram modelos de vértebras, costelas, cartilagens e órgãos, como fígado, rins e pulmões. Os mesmos não chegaram a ser impressos por questões orçamentárias, devido ao custo do material para a impressora.

Os arquivos gerados pelos alunos ao longo do seu processo de aprendizagem foram preservados no acervo do projeto. Tanto para fins de registro acadêmico como prevendo que esses possam ter utilidade no futuro.

Caso venham a ser impressos, podem agregar muito em uma aula de Anatomia Humana, pois sua fidedignidade é perfeita, visto que são criados a partir dos dados de seres humanos reais. Outra vantagem é a relação custo-benefício, pois apesar do preço das resinas utilizadas na impressão, criar peças anatômicas dentro da própria universidade é economicamente mais viável que a aquisição das peças comercialmente disponíveis.

O resultado dessa técnica também é de especial interesse para sítios anatômicos de difícil estudo, como os ventrículos cerebrais, considerando que nem os cadáveres tipicamente utilizados no laboratório permitem sua visualização.

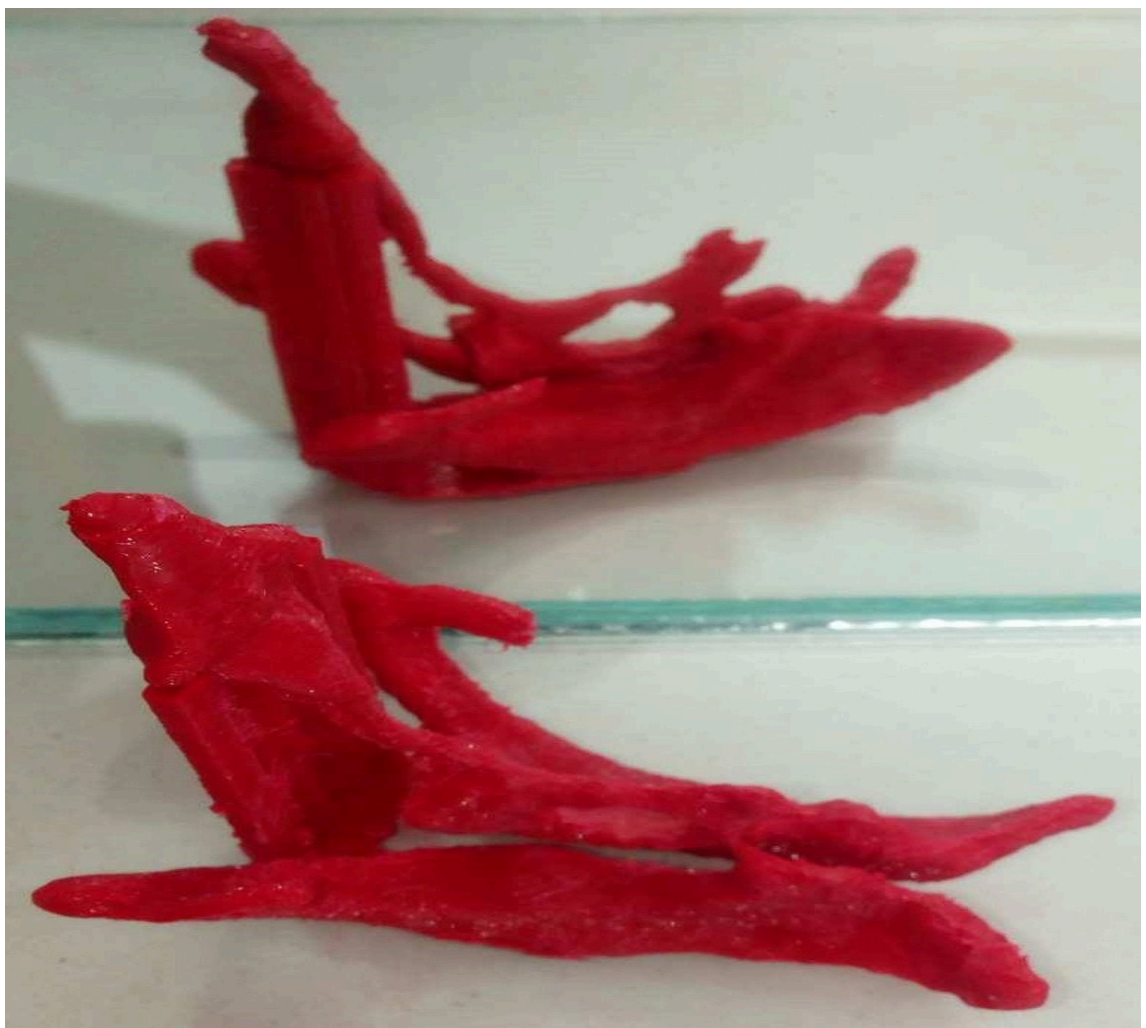


Figura 8 – Vista tangencial do mesmo modelo (o detalhe à esquerda não é anatômico, é um pilar de sustentação para diminuir a fragilidade da peça)

Fonte: Acervo do projeto.

4 | DISCUSSÃO

Visto que os dispositivos utilizados são o subproduto de mais de um século de produção científica, não é fora de propósito fazer uma breve revisão histórica. Tais informações foram ensinadas aos discentes durante o projeto.

Desde 1895, quando o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X e em um de seus experimentos conseguiu visualizar a silhueta dos ossos de sua mão, a Radiologia surgiu como campo de estudo de especial interesse para a saúde; tal cientista veio a ser agraciado com um Prêmio Nobel por essa contribuição. Os avanços tecnológicos popularizaram a prática, ao passo que foi possível diminuir suas contrapartidas, como o controle apurado da quantidade de radiação à qual o paciente sofre exposição.

Na segunda metade do século passado, a área foi ampliada por novas modalidades, como Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética, tornando a escolha terapêutica progressivamente mais acertada e rebatizando o campo de estudo como Imagiologia. Em 1999 surgiu o 3D Slicer, a versão mais refinada dessas tecnologias, oriundo da colaboração entre o Laboratório de Inteligência Artificial do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* com o *Brigham's and Women's Hospital*, filiado à *Harvard Medical School*.

A escolha do método de aprendizagem combinado com prática se deu em virtude do tipo de conteúdo a ser ensinado: um processo. O ensino de manipulação tridimensional não se limita a expor diferentes dados almejando sua fixação na memória do aluno, mas sim apresenta sucessivas etapas à qual deve ser submetido o conteúdo original até a obtenção do produto desejado. Os mecanismos oferecidos precisam ser utilizados em uma ordem precisa, tal ordem variando conforme o objetivo, como a interpretação do exame de forma tridimensional em uma tela de computador ou a confecção de uma prótese que será impressa. Nesse sentido, o caminho a ser percorrido entre as diferentes etapas torna-se tão importante quanto, ou talvez até mais, que dominar a utilização correta de cada ferramenta. A prática simultânea permitiu a fixação das etapas a serem seguidas, enquanto a explicação teórica proveu informações sobre o uso correto de cada ferramenta.

Tanto para o aprendizado dos próprios monitores como na maneira que o conteúdo seria ensinado, há de se considerar a dificuldade técnica enfrentada: não existe bibliografia em língua portuguesa, mesmo em língua inglesa só existe material em quantidade diminuta e, por vezes, encontra-se desatualizado, pois a *interface* do programa sofre alterações a cada atualização e o material elaborado até então deixa de ser compatível com os novos recursos. Assim, seria enganoso omitir que não foram encontradas instruções de como proceder em algumas partes do processo produtivo de confecção dos modelos tridimensionais; tais lacunas de conhecimento foram esclarecidas pelos monitores através da tentativa e erro durante sua capacitação e as soluções encontradas foram repassadas aos alunos do grupo de teste durante o

projeto piloto.

O momento final de cada oficina, com o monitor prestando auxílio individual, se revelou extremamente proveitoso, pois apesar da explicação oferecida e da meta proposta serem as mesmas para todos os presentes, cada aluno apresentava dificuldades em partes bastante distintas. Entrando no mérito da efetividade do método educacional, o maior desafio veio dos alunos que deixavam de entender algo logo nos passos iniciais, mas só manifestavam suas dúvidas nos passos finais. Como se trata de um processo, o aprendizado do 3D Slicer é, portanto, cumulativo e os alunos que postergavam para sanar suas dúvidas não só dificultavam a compreensão daquele passo, mas também dos seguintes. Para essa pequena parcela de alunos, o momento individual com o monitor foi crucial para garantir bons resultados.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do projeto permitiu a todos os envolvidos, tanto monitores como inscritos, conhecer e aprimorar suas habilidades em um campo de atuação que não faz parte do currículo padrão dos cursos de graduação na área da saúde. Buscar e ir além do conhecimento que já está estabelecido condiz com os princípios mais elevados de uma Universidade.

As metodologias de ensino que permitem ao aluno construir o seu conhecimento e desenvolver habilidades a partir de suas vivências têm sido muito discutidas e assim encontram um lugar propício para a formação do discente. Proporcionar o acesso a este tipo de experiência permite com que se entre no âmbito do ensino aliado às novas tecnologias e à criatividade, estimulando uma Universidade aberta e preocupada com a comunidade.

As ferramentas disponibilizadas aos alunos, apesar de pouco presentes no Brasil, já são realidade em países com alto índice de desenvolvimento humano. A tendência é que logo se consolidem em território nacional.

Manter o futuro profissional à par dessas possibilidades significa primar por um bom sistema de saúde: com soluções individualizadas, maior certeza de diagnóstico e em busca da excelência.

REFERÊNCIAS

GERING, David T. **A System for Surgical Planning and Guidance using Image Fusion and Interventional MR**. 1999. Tese (Master of Science in Computer Science and Engineering) - Department of Electrical Engineering and Computer Science, MIT, Boston, 2010. Disponível em: <<http://people.csail.mit.edu/gering/>>. Acesso em: 6 ago. 2018.

MARCHIORI, Edson. **Introdução à Radiologia**. Segunda edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

PUJOL, Sonia. **3D Visualization**. Surgical Planning Laboratory, Harvard Medical School, 2010.

Disponível em: <https://na-mic.org/w/images/6/69/3DVisualization_SoniaPujol_Munich2008_2.ppt>. Acesso em: 6 ago. 2018.

PUJOL, Sonia. **Slicer3 Minute Tutorial**. Surgical Planning Laboratory, Harvard Medical School, 2010. Disponível em: <https://www.slicer.org/w/images/e/eb/Slicer3Minute_SoniaPujol_3.6.1.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR é graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). É professor Adjunto I da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA/EMBRAPA). Membro de corpo editorial dos periódicos Enciclopédia Biosfera e Vivências. Tem vasta experiência em ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos continentais, integridade ambiental, ecologia geral, avaliação de impactos ambientais (ênfase em insetos aquáticos). Áreas de interesse: ecologia, conservação ambiental, agricultura, pecuária, desmatamento, avaliação de impacto ambiental, insetos aquáticos, bioindicadores, ecossistemas aquáticos continentais, padrões de distribuição.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-357-6

