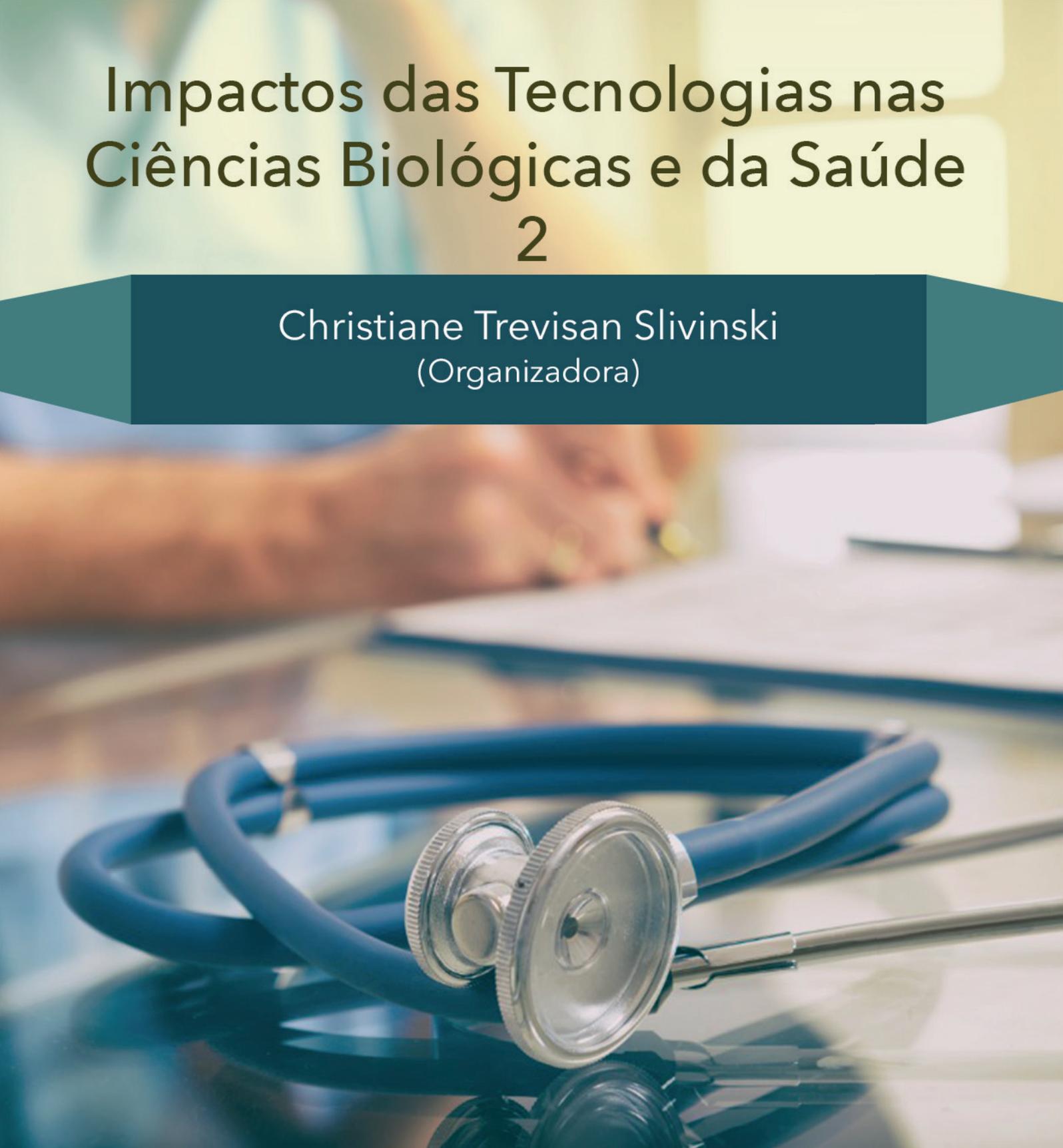


Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

Christiane Trevisan Slivinski
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

Christiane Trevisan Slivinski
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134 Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Christiane Trevisan Slivinski. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das
Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-038-4

DOI 10.22533/at.ed.384191601

1. Ciências biológicas. 2. Saúde. 3. Tecnologia. I. Slivinski,
Christiane Trevisan.

CDD 620.8

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A tecnologia está ganhando cada dia mais espaço na vida das pessoas e em tudo que as cerca. Compreende-se por tecnologia todo o conhecimento técnico e científico e sua aplicação utilizando ferramentas, processos e materiais que foram criados e podem ser utilizados a partir deste conhecimento. Quando, para o desenvolvimento da tecnologia estão envolvidos sistemas biológicos, seres vivos ou seus metabólitos, passa-se a trabalhar em uma área fundamental da ciência, a Biotecnologia.

Toda produção de conhecimento em Biotecnologia envolve áreas como Biologia, Química, Engenharia, Bioquímica, Biologia Molecular, Engenharia Bioquímica, Química Industrial, entre outras, impactando diretamente no desenvolvimento das Ciências Biológicas e da Saúde. A aplicação dos resultados obtidos nos estudos em Biotecnologia está permitindo um aumento gradativo nos avanços relacionados a qualidade de vida da população, preservação da saúde e bem estar.

Neste ebook é possível identificar vários destes aspectos, onde a produção científica realizada por pesquisadores das grandes academias possuem a proposta de aplicações que podem contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos que a natureza nos oferece, bem como encontrar novas soluções para problemas relacionados à manutenção da vida em equilíbrio.

No volume 2 são apresentados artigos relacionados a Bioquímica, Tecnologia em Saúde e as Engenharias. Inicialmente é discutida a produção e ação de biocompostos tais como ácido hialurônico, enzimas fúngicas, asparaginase, lipase, biossurfactantes, xilanase e eritritol. Em seguida são apresentados aspectos relacionados a análise do mobiliário hospitalar, uso de oxigenoterapia hospitalar, engenharia clínica, e novos equipamentos utilizados para diagnóstico. Também são apresentados artigos que trabalham com a tecnologia da informação no desenvolvimento de sistemas e equipamentos para o tratamento dos pacientes.

No volume 3 estão apresentados estudos relacionados a Biologia Molecular envolvendo a leptospirose e diabetes melitus. Também foram investigados alguns impactos da tecnologia no estudo da microcefalia, agregação plaquetária, bem como melhorias no atendimento nas clínicas e farmácias da atenção básica em saúde.

Em seguida discute-se a respeito da utilização de extratos vegetais e fúngicos na farmacologia e preservação do meio ambiente. Finalmente são questionados conceitos envolvendo Educação em Saúde, onde são propostos novos materiais didáticos para o ensino de Bioquímica, Biologia, polinização de plantas, prevenção em saúde e educação continuada.

Christiane Trevisan Slivinski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ÁCIDO HIALURÔNICO MICROBIANO: PRODUÇÃO E APLICAÇÕES	
Hanny Cristina Braga Pereira Duffeck Nicole Caldas Pan Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
DOI 10.22533/at.ed.3841916011	
CAPÍTULO 2	15
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS HIDROLÍTICAS DE FUNGOS ISOLADOS DE <i>EUTERPE PRECATORIA</i> MART.	
Bárbara Nunes Batista Rosiane Rodrigues Matias Ana Milena Gómez Sepúlveda Rafael Lopes e Oliveira Patrícia Melchionna Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.3841916012	
CAPÍTULO 3	26
DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS IDEAIS DE CULTIVO DE <i>STREPTOMYCES PARVULUS</i> UFPEDA 3408 PARA PRODUÇÃO DA ENZIMA L- ASPARAGINASE	
Glêzia Renata da Silva Lacerda Islan D'Eric Gonçalves da Silva Luiz Eduardo Felix de Albuquerque Wanda Juliana Lopes e Silva Suellen Emilliany Feitosa Machado Silene Carneiro do Nascimento Gláucia Manoella de Souza Lima	
DOI 10.22533/at.ed.3841916013	
CAPÍTULO 4	36
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE DE <i>Botryosphaeria ribis</i> EC-01 EM RESÍDUO TÊXTIL	
Jéssica Borges de Oliveira Rafael Block Samulewski Josana Maria Messias Aline Thaís Bruni Aneli M. Barbosa-Dekker Robert F. H. Dekker Milena Martins Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.3841916014	
CAPÍTULO 5	42
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES EM ZEÓLITA A OBTIDAS A PARTIR DA CINZA DE BIOMASSA DA BANANEIRA	
Orlando Baron Eduardo Radovanovic Silvia Luciana Favaro Murilo Pereira Moisés Nadia Krieger Alessandra Machado Baron	
DOI 10.22533/at.ed.3841916015	

CAPÍTULO 6 48

PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTES A PARTIR DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DA ESPÉCIE AMAZÔNICA *MYRCIA GUIANENSIS* E SUA TOLERÂNCIA AO ENDOSULFAN

Ana Milena Gómez Sepúlveda
Sergio Duvoisin Junior
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.3841916016

CAPÍTULO 7 60

PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE LIPASES DE *Penicillium corylophilum*

Lucas Marcondes Camargo
Ricardo de Sousa Rodrigues
Michael da Conceição de Castro
Josiane Geraldelo da Silva
Patrícia Salomão Garcia
Milena Martins Andrade
Alessandra Machado Baron

DOI 10.22533/at.ed.3841916017

CAPÍTULO 8 66

SELEÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE *MYRCIA GUIANENSIS* PRODUTORES DE XILANASE

Rosiane Rodrigues Matias
Ana Milena Gómez Sepúlveda
Bárbara Nunes Batista
Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.3841916018

CAPÍTULO 9 75

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO MILHOCINA COMO FONTE DE VITAMINAS E NITROGÊNIO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE ERITRITOL POR *Yarrowia lipolytica*

Luana Vieira da Silva
Maria Alice Zarur Coelho
Priscilla Filomena Fonseca Amaral
Patrick Fickers

DOI 10.22533/at.ed.3841916019

CAPÍTULO 10 84

ANÁLISE DE MOBILIÁRIO HOSPITALAR COM INCIDÊNCIA EM EVENTOS ADVERSOS

Lígia Reis Nóbrega
Selma Terezinha Milagre

DOI 10.22533/at.ed.38419160110

CAPÍTULO 11 88

ANÁLISE DO PROCESSO TECNOLÓGICO EM SAÚDE NO SERVIÇO DE OXIGENOTERAPIA DOMICILIAR

Bruno Pires Bastos
Renato Garcia Ojeda

DOI 10.22533/at.ed.38419160111

CAPÍTULO 12 98

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA RECENTE SOBRE A ODONTOLOGIA HOSPITALAR NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Wagner Couto Assis
Adriano Santos Sousa Oliveira
Danilo Lyrio de Oliveira
Ismar Eduardo Martins Filho
Alba Benemérta Alves Vilela

DOI 10.22533/at.ed.38419160112

CAPÍTULO 13 111

CARACTERIZAÇÃO DE PACIENTES COM ÚLCERA DE PÉ DIABÉTICO ATENDIDOS EM HOSPITAIS DA REDE PÚBLICA DE SÃO LUÍS MARANHÃO

Kezia Cristina Batista dos Santos
Tamires Barradas Cavalcante
Patrícia Amorim Danda
Gabriela Sellen Campos Ribeiro
Adrielly Haiany Coimbra Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.38419160113

CAPÍTULO 14 123

APLICAÇÃO DE RTOS NA CRIAÇÃO DE DISPOSITIVO ELETROMÉDICO PARA AVALIAÇÃO DO BLOQUEIO NEUROMUSCULAR INTRAOPERATÓRIO

Matheus Leitzke Pinto
Gustavo Ott
Mauricio Campelo Tavares

DOI 10.22533/at.ed.38419160114

CAPÍTULO 15 138

ATUAÇÃO DO SETOR DE ENGENHARIA CLÍNICA: UM ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES

Camila Beatriz Souza de Medeiros
Taline dos Santos Nóbrega
Beatriz Stransky

DOI 10.22533/at.ed.38419160115

CAPÍTULO 16 147

AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA UMA CADEIRA DE RODAS

Samuel Roberto Marcondes
Aline Camile Stelf

DOI 10.22533/at.ed.38419160116

CAPÍTULO 17 154

CLASSIFICAÇÃO DE EEG COM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS UTILIZANDO ALGORITMOS DE TREINAMENTO DO TIPO *EXTREME LEARNING MACHINE E BACK-PROPAGATION*

Tatiana Saldanha Tavares
Francisco Assis de Oliveira Nascimento
Cristiano Jacques Miosso

DOI 10.22533/at.ed.38419160117

CAPÍTULO 18	163
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	
Antonio Domingues Neto José Felício da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.38419160118	
CAPÍTULO 19	172
DETECÇÃO DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL ISQUÊMICO AGUDO/SUBAGUDO BASEADA NA POSIÇÃO VENTRICULAR	
Cecília Burle de Aguiar Walisson da Silva Soares Severino Aires Araújo Neto Carlos Danilo Miranda Regis	
DOI 10.22533/at.ed.38419160119	
CAPÍTULO 20	185
DETECÇÃO DE MELANOMA UTILIZANDO DESCRITORES DE HARALICK	
Marília Gabriela Alves Rodrigues Santos Marina de Oliveira Alencar Walisson da Silva Soares Cecília Burle Aguiar Carlos Danilo Miranda Regis	
DOI 10.22533/at.ed.38419160120	
CAPÍTULO 21	194
HUMAN KNEE SIMULATION USING MULTILAYER PERCEPTRON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	
Ithallo Junior Alves Guimarães Roberto Aguiar Lima Vera Regina Fernandes da Silva Marães Lourdes Mattos Brasil	
DOI 10.22533/at.ed.38419160121	
CAPÍTULO 22	201
INFLUÊNCIA DO FILTRO DE <i>WIENER</i> NO REALCE DE CONTRASTE DE IMAGENS MAMOGRÁFICAS USANDO FUNÇÃO SIGMOID	
Michele Fúlvia Angelo Thalita Villaron Lima Talita Conte Granado Ana Claudia Patrocínio	
DOI 10.22533/at.ed.38419160122	
CAPÍTULO 23	212
MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE BANCO DE DADOS PARA O GERENCIAMENTO DE PROPOSTAS EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE	
Lígia Reis Nóbrega Adriano de Oliveira Andrade Selma Terezinha Milagre	
DOI 10.22533/at.ed.38419160123	

CAPÍTULO 24 219

DETECÇÃO DE RESPOSTAS AUDITIVAS EM REGIME PERMANENTE USANDO COERÊNCIA MÚLTIPLA: OBTENÇÃO DE CONJUNTO ÓTIMO DE ELETRODOS PARA APLICAÇÃO ONLINE

Felipe Antunes
Glaucia de Moraes Silva
Brenda Ferreira da Silva Eloi
Leonardo Bonato Felix

DOI 10.22533/at.ed.38419160124

CAPÍTULO 25 227

PRÓTESE DE MEMBRO INFERIOR EM FIBRA DE CARBONO PARA USO COTIDIANO E LEVES EXERCÍCIOS

César Nunes Giracca
Tiago Moreno Volkmer

DOI 10.22533/at.ed.38419160125

CAPÍTULO 26 238

RECONSTRUÇÃO DE IMAGEM DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE DE PRÓTONS, UTILIZANDO A TRANSFORMADA INVERSA DE RADON, BASEADA EM IMAGENS GERADAS POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Fabrcio Loreni da Silva Cerutti
Gabriela Hoff
Marcelo Victor Wüst Zibetti
Hugo Reuters Schelin
Valeriy Viktorovich Denyak
Sergei Anatolyevich Paschuk
Ivan Evseev
Leonardo Zanin
Ediney Milhoretto

DOI 10.22533/at.ed.38419160126

CAPÍTULO 27 246

REVITALIZAÇÃO DE PROCESSADORAS AUTOMÁTICAS KODAK M35 X-OMAT PROX PROCESSOR

Fabricio Loreni da Silva Cerutti
Jesiel Ricardo dos Reis
Oseas Santos Junior
Juliana do Carmo Badelli
Andressa Caron Brey
Jorge Luis Correia da Silva
Marcelo Zibetti

DOI 10.22533/at.ed.38419160127

CAPÍTULO 28 253

SIMULADOR MATERNO FETAL

Rodrigo Lopes Rezer
Marcelo Antunes Marciano
Anderson Alves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.38419160128

CAPÍTULO 29 262

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS (CAE) NA OTIMIZAÇÃO DE PRÓTESES DE MÃO.

Francisco Gilfran Alves Milfont

Luiz Arturo Gómez Malagón

DOI 10.22533/at.ed.38419160129

SOBRE A ORGANIZADORA..... 271

PRÓTESE DE MEMBRO INFERIOR EM FIBRA DE CARBONO PARA USO COTIDIANO E LEVES EXERCÍCIOS

César Nunes Giracca

Engenheiro Biomédico - Centro Universitário Franciscano.

E-mail: eng.giracca@gmail.com

Tiago Moreno Volkmer

Orientador - Centro Universitário Franciscano.

E-mail: tiagovolkmer@gmail.com

RESUMO: Uma pessoa com um trauma que pode afetar a sua capacidade de locomoção sente inúmeras dificuldades de se adaptar e retomar as atividades cotidianas, o uso de uma prótese diminui as dificuldades de adaptação facilitando assim retomada de atividades corriqueiras. Entretanto, a maioria das próteses disponíveis no mercado são muito pesadas e/ou caras. Visando suplantar este problema, este trabalho propõe um modelo de prótese transtibial de fibra de carbono para uso cotidiano e exercícios leves que seja leve e tenha baixo custo. Para tal, corpos de prova de fibra de carbono com resina epóxi foram confeccionados e testados mecanicamente, os resultados obtidos foram extraídos e inseridos no programa de simulação Abaqus. Os resultados dos ensaios mecânicos e das simulações apresentaram uma diferença de menos de 5%, o que mostra o grande potencial da prótese projetada em fibra de carbono para a construção de um protótipo funcional e viável.

PALAVRAS-CHAVE: prótese transtibial, compósitos de carbono, Abaqus, SolidWorks, EMIC®.

ABSTRACT: A regular person who suffers a trauma that incapacitate its locomotion ability have several difficulties to adapt to its daily activities, the use of a prosthetic member helps in the rehabilitation process. However, most of the prosthesis available in the market are too heavy or too expansive. In order to overcome this problem, this work proposes a model of a carbon fiber transtibial prosthesis for everyday use and light exercises with a light weight and low cost. Carbon Fiber/Epoxy specimens were produced and mechanically tested. The results were extracted and inserted in Abacus simulation software. The results of simulation and mechanical tests presented less than 5% of difference, showing that the designed carbon fiber prosthesis have great potential to become a functional and viable prototype.

KEYWORDS: transtibial prosthesis, carbon compound, abacus, SolidWorks, EMIC®.

INTRODUÇÃO

Um ser humano que sofre com um trauma que afeta a sua capacidade de locomoção sente inúmeras dificuldades de se adaptar e retomar as atividades cotidianas, o uso de uma prótese

diminui as dificuldades de adaptação facilitando a retomada de atividades corriqueiras. Com a utilização de uma prótese, de membro inferior substituindo a porção parcial de seu nível de amputação auxilia na qualidade de vida do indivíduo.

Com a crescente conscientização mundial para desenvolver sistemas cada vez mais sustentáveis surge a necessidade de projetar componentes mais leves, mais resistentes e mais duráveis visando melhor eficiência energética, desta forma um meio para reduzir o consumo energético é reduzir a massa movida no caso deste projeto a construção de uma prótese de compósito.

Segundo Woodhead, (1994, apud LUZ, 2011) materiais compósitos são definidos como uma combinação de dois ou mais materiais em escala macroscópica para formar um material útil, frequentemente exibindo propriedades que nenhum dos componentes exibe independentemente.

A importância de utilizar métodos de simulação como o executado em este trabalho é exatamente para evitar desperdício de tempo e material com protótipos montados e ensaiados por tentativa e erro. Desta forma podemos simular inúmeras geometrias complexas até atingir um parâmetro de confiança aceitável podendo passar para a próxima fase que é a construção do protótipo.

As indústrias aeroespacial e automotiva (de alto desempenho) já vem se beneficiando da utilização dos materiais compósitos estruturais a certo tempo. Porém com o compromisso estrutural surge a necessidade da correta previsão de tensões as quais o componente será submetido. Devido ao comportamento anisotrópico e complexidade das interações micros e macros mecânicas entre a matriz polimérica (exemplo resina epóxi) e o reforço fibroso (exemplo fibra de carbono), é necessário um profundo entendimento dos mecanismos de falha e das ferramentas matemáticas exigidas para análise de tais tensões (REZENDE; BOTELHO, 2000).

A simulação numérica computacional permite a obtenção de respostas aproximadas do comportamento real, afim de validar possíveis protótipos com base em seu cálculo de carga para a falha do proposto material, possibilitando, assim, encontrar-se o melhor desenho sem a necessidade da confecção de diversos materiais, reduzindo o custo de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a criação 3D do modelo computacional se utilizou um notebook *ThinkPad* com processador I7 Intel, 8Gb de RAM, placa de vídeo intel4000, o software para a criação SolidWorks versão 2015, para a criação 3D e o software ABAQUS versão 6.06 para a simulação computacional. A figura 1 mostra o desenho das peças em compósito criada no programa SolidWorks em fibra de carbono, a da esquerda o calcanhar e a da direita perna e pé.

O presente estudo visa demonstrar a possibilidade de construção de uma prótese

semelhante às produzidas no exterior, porém com uma fração do custo que representa com suas respectivas taxas de importação onde o protótipo é voltado para pessoas com amputação transtibial de um adulto jovem. O protótipo em 3D foi criado usando o programa SolidWorks e as simulações computacionais 3D foram realizadas utilizando o *software* ABAQUS.

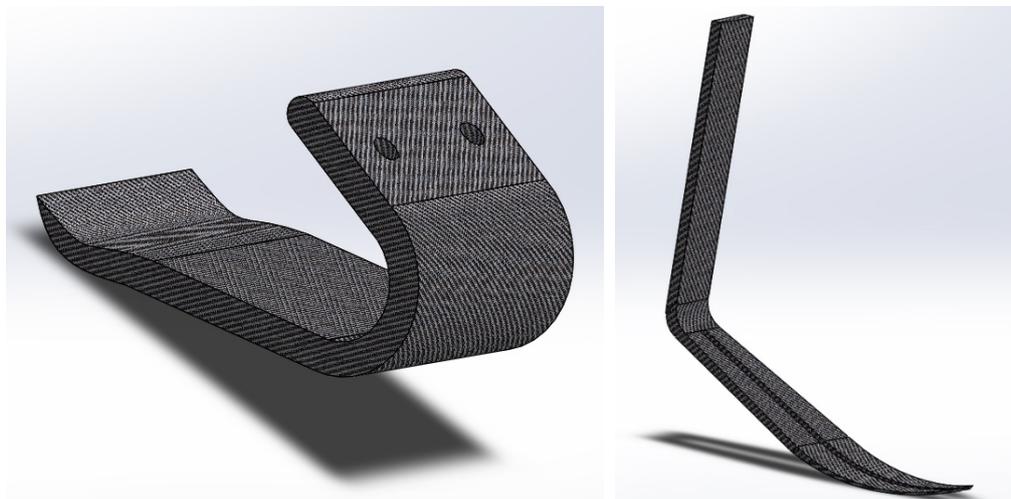


Figura 1 - Modelo 3D da prótese transtibial em fibra de carbono criada com o *software* Solid Works.

Fonte: construção do autor.

Materiais para a laminação *Hand Lay Up*: tecido fibra de carbono bidirecional Texiglass™ aproximadamente 4m², resina epóxi Redelease® SQ-2001, endurecedor Redelease SQ-315™, desmoldante PVA verde da Redelease, balança de precisão, rolo rolete metálico para laminação, paquímetro digital Mitutoyo, placas em alumínio 4mm moldes, lixadeira de cinta pneumática At-7010 Puma 16000rpm, Dremel 4000, estufa para secagem e esterilização.

Materiais de laminação a vácuo: tecido fibra de carbono *prépreg* bidirecional aproximadamente 3m², resina epóxi Redelease® SQ-2001, endurecedor Redelease SQ-315™, desmoldante PVA verde da Redelease, balança de precisão, rolo rolete metálico para laminação, paquímetro digital Mitutoyo, placas em alumínio 4mm moldes, kit vácuo (Filme de Vácuo, tecido *Peelply*, Filme Perfurado, Filme Absorvente, *Tacky Tape*, Conexão T 1/2", Espiraduto), bomba de vácuo, lixadeira de cinta pneumática At-7010 Puma 16000rpm, Dremel 4000, estufa para secagem e esterilização.

Na laminação *hand lay up*, foram preparadas duas superfícies planas de alumínio com aproximadamente 4mm de espessura, utilizando 3 camadas de desmoldante PVA, em cada uma delas, da marca Redelease para que a peça não aderisse ao molde durante o procedimento de cura. Foi utilizada uma balança de precisão para preparar uma mistura de resina e endurecedor na proporção de duas partes de resina para 1 uma parte de endurecedor.

A primeira etapa da criação foi distribuir uniformemente a primeira camada de fibra de carbono sobre a superfície de alumínio e aplicar a mistura uniformemente sobre a

fibra para formar o compósito. Repete-se esse procedimento camada a camada até atingir a espessura do corpo de prova. Foi utilizado um rolete metálico específico para laminação para que as camadas do material fibroso ficassem uniformes e sem excesso de resina, deixando as camadas compactadas e livres de bolhas de ar. Utilizou-se 14 camadas de fibra de carbono para atingir a espessura de 4mm de compósito. Por fim, foi posicionada na parte superior do compósito a segunda superfície de alumínio e utilizada uma peça metálica de 5kg para prensar e forçar o excesso de resina a escoar entre as camadas para fora do compósito.

No processo de cura foi utilizado um forno digital com termostato controlando sua temperatura. Foi efetuado uma rampa de aquecimento que iniciou em 80° C, subindo até 130° e decrescendo gradualmente até temperatura ambiente, como demonstrado no gráfico da figura 2.

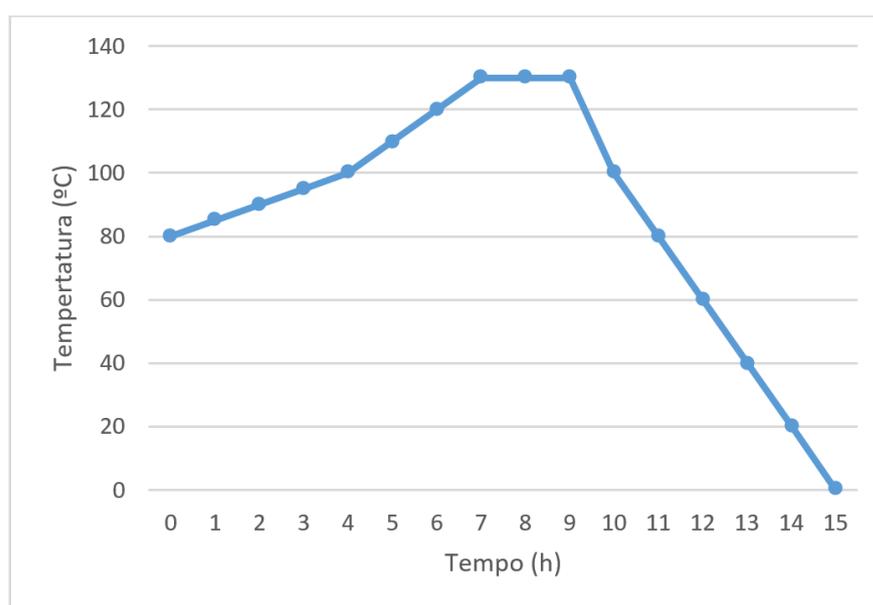


Figura 2 - Rampa de aquecimento para o tratamento de cura das fibras de carbono.

Fonte: construção do autor.

Foram confeccionados corpos de prova com as dimensões indicadas segundo as normativas ASTM D7264 e ASTM D3039/3039M para o procedimento de ensaio de tração e flexão como mostrado na figura 3.

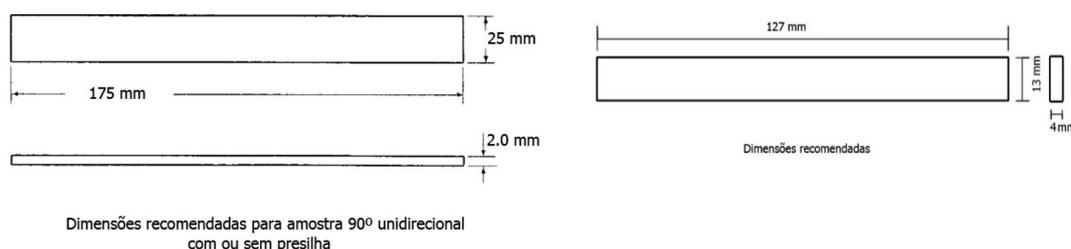


Figura 3 - Dimensões dos corpos de prova baseados nas normas técnicas ASTM D7264 e ASTM D3039/3039M.

Fonte: Normativas ASTM D7264 (2016) e ASTM D3039/3039M (2002).

Caracterização: Os processos de ensaios mecânicos foram efetuados em uma Máquina Universal de Ensaios eletromecânica e micro processada EMIC™ modelo DL10000, realizados dentro do campus das engenharias no Centro Universitário Franciscano.

Microscopia ótica para caracterizar a fratura dos corpos de ensaio foi utilizado um microscópio digital 500X *Supereyes* B008.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4 mostra o comparativo entre os compósitos antes e após o ensaio, ampliação de 50X tração antes do ensaio (a), ampliação 500X tração antes do ensaio (b), ampliação 50x tração após ensaio (c), ampliação 500x tração após ensaio (d), ampliação 50x flexão antes ensaio (e) ampliação 500x flexão antes do ensaio (f), ampliação 50x flexão após ensaio (g), ampliação 500x flexão após ensaio.

Analisando-se as micrografias da figura 4 percebe-se que após o ensaio de tração ocorreu o desprendimento entre as fibras e a matriz, enquanto que para os ensaios de flexão ocorreu a ruptura das fibras.

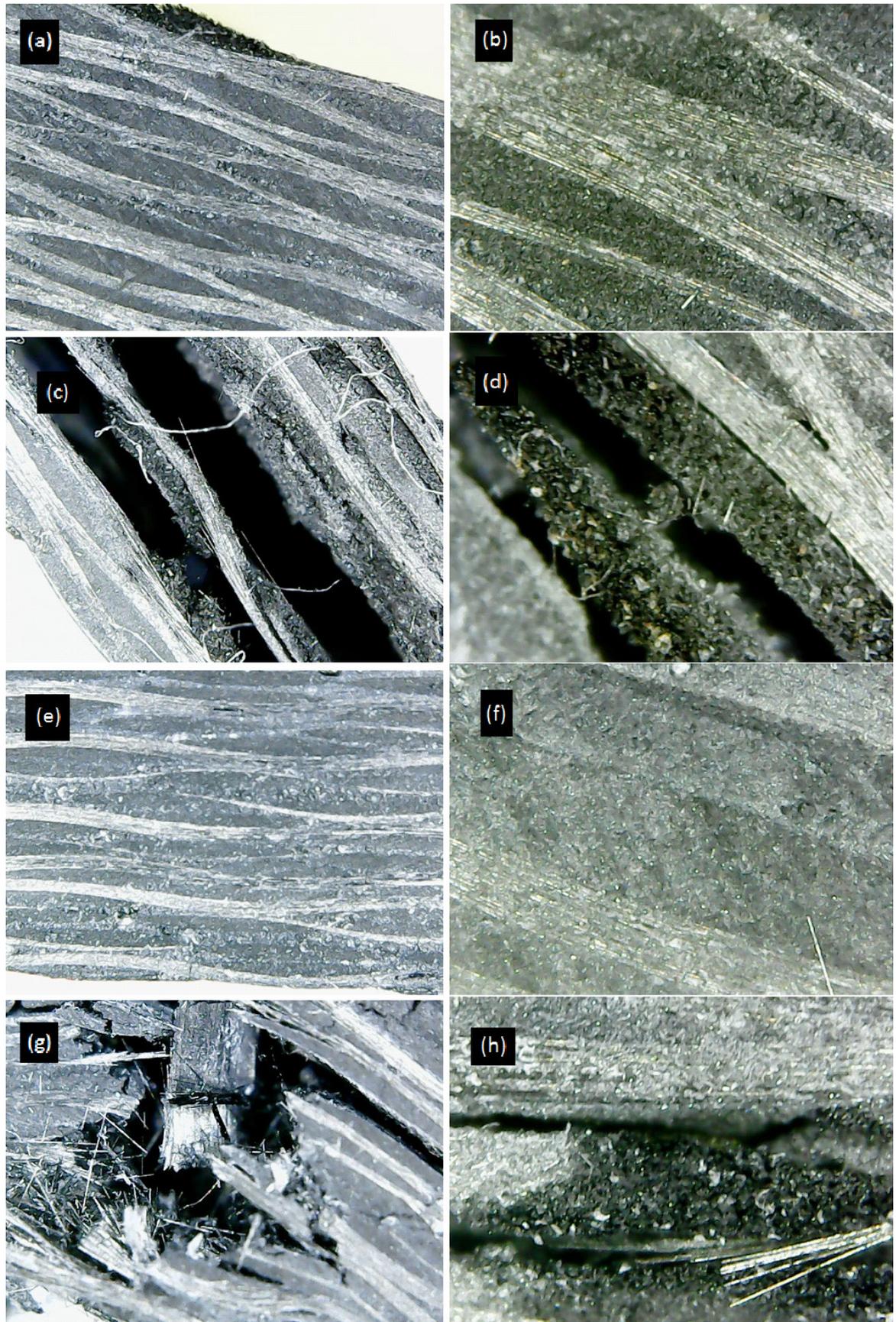


Figura 4 - Microscopia dos corpos de prova após os ensaios de tração e flexão.

Fonte: construção do autor.

A figura 5 mostra o gráfico da carga aplicada em função do tempo (limitação da máquina utilizada). Os resultados médios obtidos pela ruptura dos compósitos ensaiados foram de 3698 Kgf ou 36,264 KN e os dados utilizados para alimentar o

software ABAQUS nos ensaios de simulação 3D são mostrados na tabela 1.

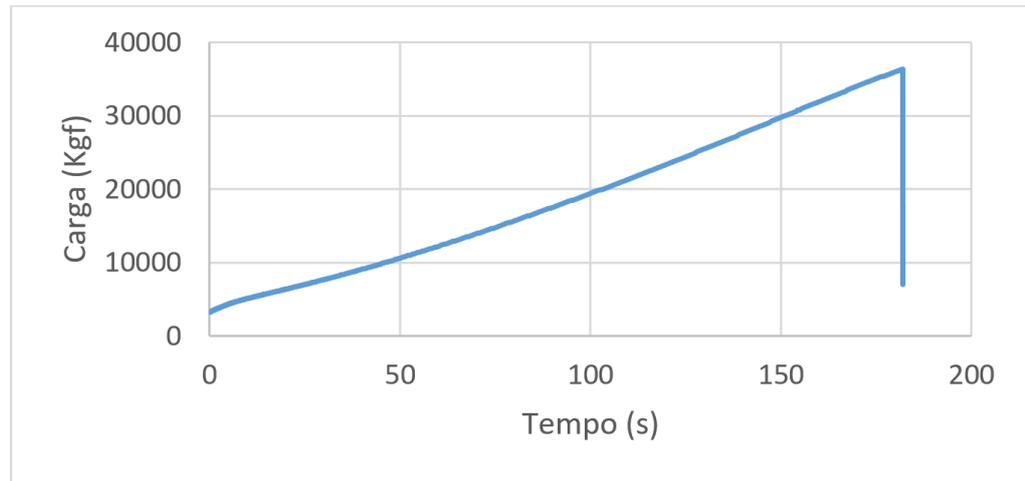


Figura 5 - Gráfico resultante ensaio tração da carga crescente pelo tempo apresentando o comportamento deste compósito com rompimento sem deformação plástica.

Fonte: construção do autor.

Parâmetro	Valor	Unidade
Módulo de Elasticidade	28,74	GPa
Tensão de ruptura	363,6	MPa
σ Escoamento	1,73%	

Figura 4 - Microscopia dos corpos de prova após os ensaios de tração e flexão.

Fonte: construção do autor.

Com os dados coletados dos ensaios de tração temos o módulo de elasticidade em Giga Pascal e a força de rendimento offset em Mega pascal e a deformação em mm, passamos para o seguinte passo que foi criar o desenho tridimensional das partes em compósitos onde foi utilizado o software Solidworks V2015, e obtivemos este design procurando algo próximo do comercial e funcional.

Para realizar a simulação no desenho do compósito foi utilizado o software ABAQUS versão 6.8 por ser um software que apresenta mais variáveis de análise com respostas mais funcionais quando comparado a simulação computacional oferecida pelo SolidWorks, as variáveis optadas na simulação foram as seguintes:

Principal critério de falha analisado para descobrir a carga que suporta a geometria do modelo criado, podendo demonstrar um ponto de fragilidade em suas dimensões. Formula simplificada do critério de falha Von Mises, mostrada na equação 1.

$$\sqrt{\sigma_{xx}^2 + 3\tau_{xy}^2} < \sigma_e$$

(1)

Na formula reduzida do critério de falha de Von Mises temos σ_{xx} como as forças em σ MPa na direção xx e τ_{xy} (tensão de cisalhamento) as forças MPA nas resultantes do critério de Tresca, para podermos calcular as foças de Von Mises utilizando a formula

reduzida acima, σ_e é a máxima carga em MPa para definir se o ponto estudado venha a falhar ou não. Na figura 6, são mostradas as simulações computacionais efetuadas no *software* ABAQUS, mostrando o critério de falha de Von mises, o tensor de tensão de Cauchy e as forças de reação no eixo longitudinal em ordem.

A plataforma de análises finitas ABAQUS permitem que problemas complexos com deformações e interações entre materiais e possam ser modelados numericamente, é utilizado por realizar cálculos de falha para componentes com geometrias complexas.

Na imagem da letra (a) e da letra (d) temos o critério de falha de Von Mises que define claramente na figura (d) mais ampliada o momento e o local onde o compósito concentrou maior carga e veio a falhar em 80% da simulação representando um valor de 106,33 Kgf ou 1,042KN aproximadamente, demonstrando uma possível falha na geometria próximo a um canto vivo atingindo seu ápice da carga.

As tensões de Cauchy são conhecidas como tensão tridimensional de segunda ordem e define o estado de tensão em um ponto do corpo estudado em sua configuração deformada (SARTURI, 2014), abaixo um exemplo com resultados utilizando do programa Abaqus.

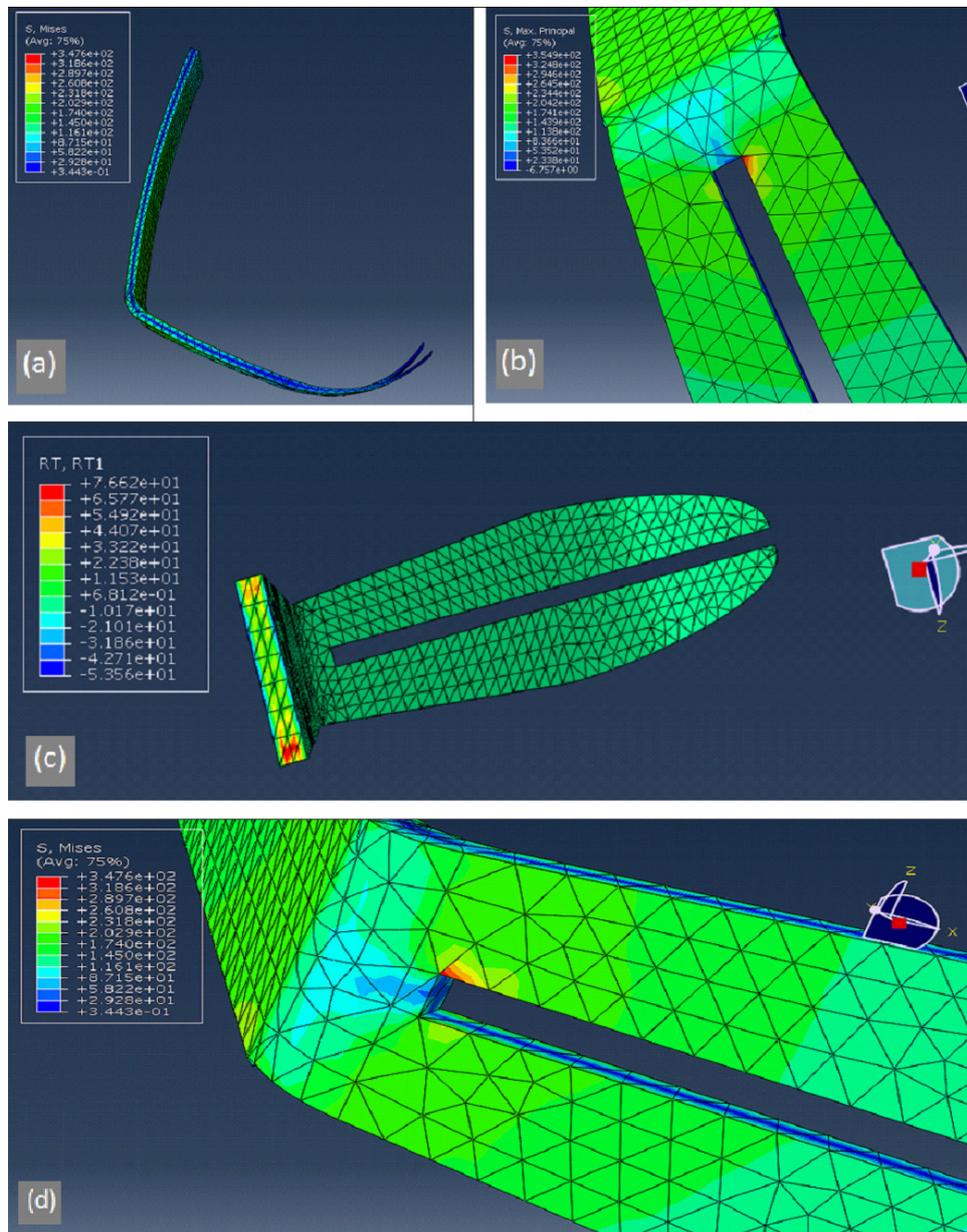


Figura 6 - Análise simulacional de falhas do modelo 3D em fibra de Carbono utilizando o software Abaqus. Critério de falha de Von Mises (a), tensor tensão de Cauchy (b), forças de reação eixo longitudinal (c), Von Mises com detalhe da falha (d).

Fonte: construção do autor.

As imagens das figuras 7 (a) e 7 (b) representam: rotação e translação e forças de reação simbolizada em vetores, respectivamente. Observando as imagens capturadas da simulação temos em (a) as forças de reação para rotação e translação resultantes com a carga sendo aplicada na superfície plantar, e a imagem (b) representa as forças de reação resultantes na parte superior, a deformação da peça é visível nesta representação e o resultante das forças está representado em vetores com as cores representado o índice de carga total na tabela a esquerda superior. No estudo das forças de reação do solo temos uma força que é comumente estudada na área de biomecânica por ser uma força de superfície atuante do solo com o objeto (neste caso nosso modelo) (BARELA; DUARTE, 2011).

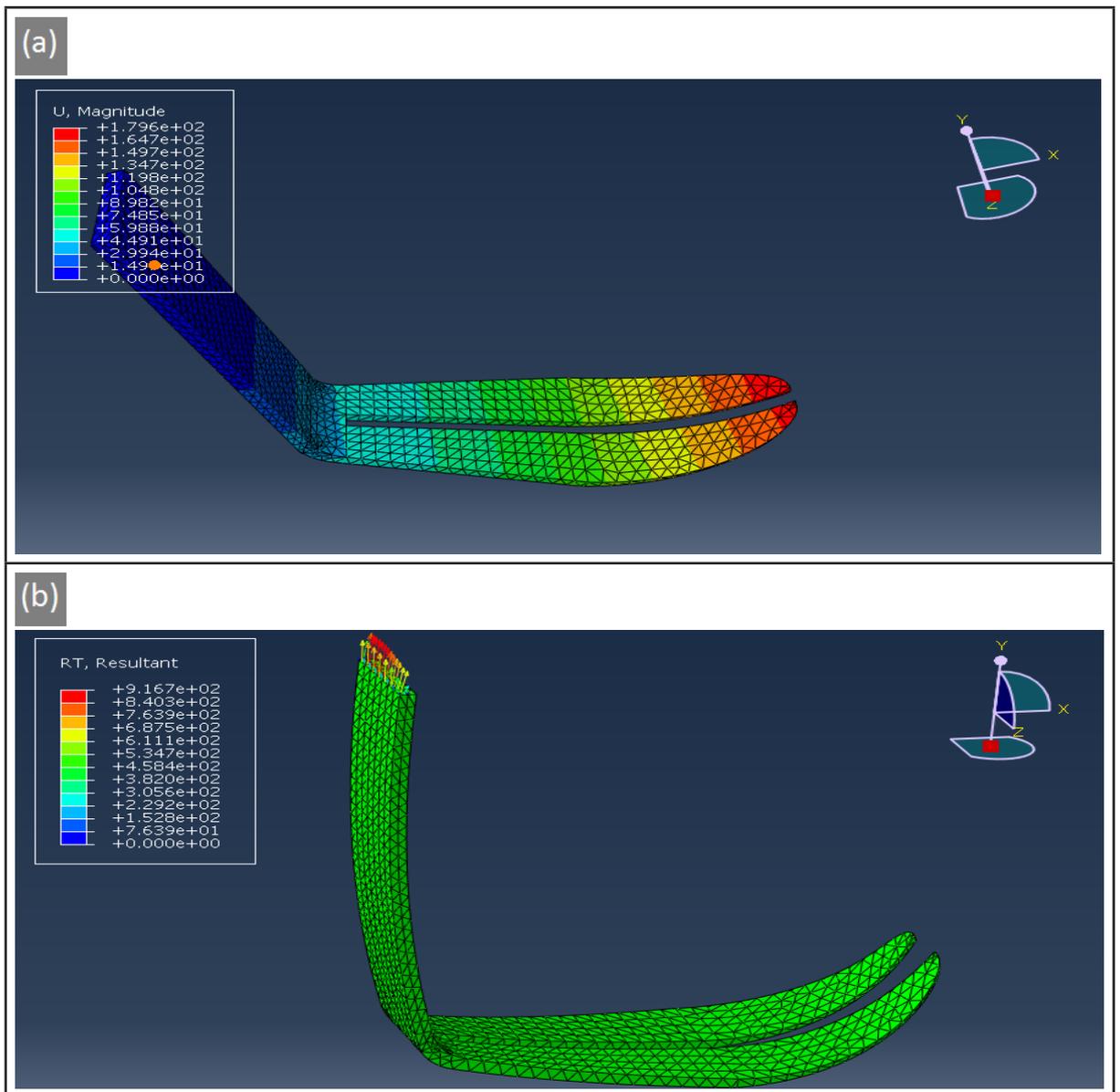


Figura 7 - Análise simulacional de falhas do modelo 3D em fibra de Carbono utilizando o software Abaqus. Forças de rotação e translação (a), forças de reação simbolizada em vetores (b).

Fonte: construção do autor.

Na figura 7 (a) representa força translação como demonstrado na simulação, a parcela da peça que mais sofreu deformação representada em cores quentes como o vermelho é onde a peça possui menos camadas do material compósito.

Na figura 7 (b) representa a força de reação que é demonstrada na parcela superior da peça, como o cálculo da força aplicada sobre a peça é pela área de contato, notamos que a área inferior onde aplicado a força é visivelmente maior que a área superior de resposta, onde está demonstrado em vetores saindo da peça na porção superior em amarelo e vermelho com 3x a carga referente a carga imposta na base plantar, 347MPa na entrada e 916MPa na resultante superior.

O desenho de uma nova peça com cantos mais arredondados possivelmente poderia melhorar ainda mais o desempenho da prótese projetada.

CONCLUSÃO

Verificou-se que os resultados obtidos nos ensaios de tração foram similares aos obtidos após a simulação.

Foi possível fazer o desenho em 3D de uma prótese transtibial de Fibra de Carbono para exercícios leves e uso diário. Em nossas simulações utilizando o software conseguimos chegar muito próximo dos números obtidos pelos critérios de falha dos ensaios mecânicos sendo coerente a resposta do dispositivo captado em ensaios mecânicos de tração efetuados na instituição demonstrando que com essa distribuição angulada e processo de construção o protótipo pode suportar até kgf 106,333 sem falhar contando com os pontos de possível falha do design. Demonstrados em vermelho na figura (d) que caracteriza um ponto de stress em um canto vivo do modelo criado no *software* SolidWorks sendo possível melhorar o modelo e ter uma resistência significativamente maior com a reorganização dos vetores de construção e a forma de construção do compósito.

REFERÊNCIAS

ASTM 7264D/7264M, **Standard test method for flexural properties of polymer matrix composite materials**: © International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States: ASTM, 2016.

ASTM D 3039/D 3039M, **Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials**: This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States: ASTM, 2002.

BARELA, A. M. F.; DUARTE, M.; UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA DE FORÇA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS CINÉTICOS DURANTE A MARCHA HUMANA, **Introdução**. 2011.

LUZ, F. F. PÓS-GRADUAÇÃO, P. De; MINAS, E. De; ANÁLISE COMPARATIVA DO ESCOAMENTO DE FLUIDO EM EXPERIMENTOS RTM UTILIZANDO APLICATIVOS COMERCIAIS, **Introdução**. 2011.

REZENDE, M.; BOTELHO, E. O uso de compósitos estruturais na indústria aeroespacial. **Polímeros**, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282000000200003&script=sci_arttext>. Acesso em: 14 abr. 2016.

SARTURI, F. D. M. PÓS-GRADUAÇÃO, P De; Ssimulação computacional de estruturas de concreto reforçadas com aço e compósitos de fibra de carbono, **Tensões (a)** UFP Curitiba . 2014.

SOBRE A ORGANIZADORA

CHRISTIANE TREVISAN SLIVINSKI Possui Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2000), Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007) e Doutorado em Ciências - Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (2012). Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Biotecnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: inibição enzimática; fermentação em estado sólido; produção, caracterização bioquímica e purificação de proteínas (enzimas); e uso de resíduo agroindustrial para produção de biomoléculas (biossurfactantes). É professora na Universidade Estadual de Ponta Grossa nas disciplinas de Bioquímica e Química Geral desde 2006, lecionando para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, Farmácia, Educação Física, Enfermagem, Odontologia, Química, Zootecnia, Agronomia, Engenharia de Alimentos. Também leciona no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE desde 2012 para os cursos de Fisioterapia, Odontologia, Farmácia, Nutrição, Enfermagem e Agronomia, nas disciplinas de Bioquímica, Fisiologia, Biomorfologia, Genética, Metodologia Científica, Microbiologia de Alimentos, Nutrição Normal, Trabalho de Conclusão de Curso e Tecnologia de Produtos Agropecuários. Leciona nas Faculdades UNOPAR desde 2015 para o curso de Enfermagem nas disciplinas de Ciências Celulares e Moleculares, Microbiologia e Imunologia.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-038-4



9 788572 470384