



# A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

---

Nayara Araújo Cardoso  
Renan Rhonalty Rocha  
Maria Vitória Laurindo  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Nayara Araújo Cardoso**  
**Renan Rhonalty Rocha**  
**Maria Vitória Laurindo**  
(Organizadores)

# **A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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  
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  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P964	A produção do conhecimento na engenharia biomédica [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha, Maria Vitória Laurindo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-382-8 DOI 10.22533/at.ed.828190106  1. Biomedicina – Pesquisa – Brasil. 2. Robótica. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Laurindo, Maria Vitória.  CDD 610
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica” consiste em um livro de publicação da Atena Editora, com 21 capítulos em volume único, nos quais apresentam estratégias para as técnicas e tecnologias na produção de trabalho em saúde.

As Tecnologias em Saúde é um processo abrangente, por meio do qual são avaliados os impactos clínicos, sociais e econômicos das tecnologias em saúde, levando-se em consideração aspectos como eficácia, efetividade, segurança, custos, custo-efetividade, entre outros, a mesma deve ser compreendida como conjunto de ferramentas, entre elas as ações de trabalho, que põem em movimento uma ação transformadora da natureza. Desse modo, além dos equipamentos, devem ser incluídos os conhecimentos e ações necessárias para operá-los: o saber e seus procedimentos.

Entretanto, o sentido contemporâneo de tecnologia, portanto, diz respeito aos recursos materiais e imateriais dos atos técnicos e dos processos de trabalho, sem, contudo, fundir estas duas dimensões. Além disso, dado o grande desenvolvimento do saber técnico-científico dos dias atuais, este componente saber da tecnologia ganha qualidade estatuto social adicionais. Assim, novas tecnologias são lançadas no mercado todos os dias e com isso as demandas pela incorporação pelo sistema de saúde geradas pelas indústrias, pacientes e profissionais de saúde, têm crescido e continuará crescendo.

Com o intuito de colaborar com os dados já existentes na literatura, este volume traz atualizações sobre novas tecnologias que implementam melhores estratégias terapêuticas, que podem inovar o tratamento dos pacientes de um modo mais prático e resolutivo, assim esta obra é dedicada tanto à população de forma geral, quanto aos profissionais e estudantes da área da saúde. Dessa forma, os artigos apresentados neste volume abordam: aplicabilidade da robótica em terapia para reabilitação de pacientes com perdas de membros; jogo educativo para avaliação cognitivo-motor de deficientes intelectuais, avaliação da resposta da frequência cardíaca de adultos durante teste cardiopulmonar; tecnologias aplicadas à oftálmica como forma de melhorar a qualidade de vida; exposição à radiação ionizante em cirurgias ortopédicas; considerações sobre o espectro luminoso da descarga eletrocirúrgica; desenvolvimento de hidrogéis de quitosana associados a Ibuprofeno para liberação controlada; sistema de identificação de alimentos baseado em imagens de porções alimentares; a hemólise como fator interferente em parâmetros bioquímicos; planejamento em área estética de implante instalado tardiamente pós exodontia - relato de caso clínico e epidemiologia do Alzheimer.

Sendo assim, almejamos que este livro possa colaborar com informações relevantes aos estudantes e profissionais de saúde sobre diferentes tecnologias e técnicas aplicada à saúde, que podem ser usadas para aprimorar a prática profissional, e também para a população de forma geral, apresentando informações atuais sobre

técnicas e tecnologias aplicadas á saúde.

Nayara Araújo Cardoso

Renan Rhonalty Rocha

Maria Vitória Laurindo

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 ..... 1** **APLICABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA NA REABILITAÇÃO EM PÓS-OPERATÓRIO DE ESOFAGECTOMIA**

Daniela Santana Polati da Silveira  
Jéssica Peixoto de Araújo  
Maria Lúcia Pedroso Lourenço  
Pedro Melhado Trovo  
Renata Carvalho Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.8281901061**

### **CAPÍTULO 2 ..... 5** **ADAPTAÇÃO DE UM PROJETO DE ROBÔ HUMANOIDE IMPRESSO EM 3D EM UMA PRÓTESE SENSORIAL DE MEMBRO SUPERIOR**

Gustavo Pasqua de Oliveira Celani  
Roberto Luiz Assad Pinheiro  
Mariana Brandão Silvério  
Rani Sousa Alves  
Elisa Rennó Carneiro Dester  
Fabiano Valias de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.8281901062**

### **CAPÍTULO 3 ..... 14** **MAO3D - PROTETIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DE MEMBRO SUPERIOR ADULTO COM A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D**

Maria Elizete Kunkel  
Patrícia Bettiol Abe  
Marcelo Pasqua  
Israel Toledo Gonçalves  
Lucas de Macedo Pinheiro  
Sandra Maria Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.8281901063**

### **CAPÍTULO 4 ..... 30** **SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA APRESENTAR AS VARIAÇÕES NO CENTRO DE MASSA NO DISCO PROPRIOCEPTIVO DE FREEMAN**

André Roberto Fernandes da Silva  
Antônio Vinícius de Moraes  
Leandro Lazzareschi  
Silvia Regina Matos da Silva Boschi  
Terigi Augusto Scardovelli  
Alessandro Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8281901064**

### **CAPÍTULO 5 ..... 40** **ESPECTROSCOPIA RAMAN APLICADA NA OBSERVAÇÃO DE PRINCÍPIO ATIVO DE REPELENTE DE INSETOS NA PELE**

Michele Marin da Costa  
Landulfo Silveira Jr.  
Renato Amaro Zângaro  
Marcos Tadeu Tavares Pacheco  
João Dias da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.8281901065**

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>54</b>
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO-MOTOR DE DEFICIENTES INTELLECTUAIS COM JOGO EDUCATIVO	
Letícia Gonçalves Segatto Mariana Cardoso Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8281901066</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
UM NOVO ALGORITMO DE EVOLUÇÃO DIFERENCIAL BASEADO EM SIMULATED ANNEALING PARA RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA POR IMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
Reiga Ramalho Ribeiro Priscila Dias Mendonça	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8281901067</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>79</b>
SISTEMA BASEADO NA WEB DE ESPECIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS APLICADO EM RAIOS-X	
Walter Lima Ramirez Filho Lourdes Mattos Brasil	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8281901068</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>87</b>
A NEW MEASURE TO EVALUATE SUBTHRESHOLD RESONANCE IN NEURONS	
Rodrigo Felipe de Oliveira Pena Vinicius Lima Cordeiro Cesar Augusto Celis Ceballos Renan Oliveira Shimoura Antônio Carlos Roque da Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8281901069</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>94</b>
REPEATABILITY OF GAIT RANGES OF MOTION IN THE PRESENCE OF STROKE	
Vanessa Lucas dos Santos Gisele Francini Devetak Elisangela Ferretti Manffra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010610</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>107</b>
AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE ADULTOS DURANTE TESTE CARDIOPULMONAR	
Elisângela de Andrade Aoyama Vera Regina Fernandes da Silva Paz Marília Miranda Forte Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010611</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>113</b>
ASSISTIVE TECHNOLOGY OF OPHTHALMIC MEMBRANE OCCLUSIVE FROM NATURAL LATEX	
Jaqueline Alves Ribeiro Suéilia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010612</b>	



<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>121</b>
VALORES DE EXTINÇÃO TOPOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE IMAGENS DE FUNDO DE OLHO	
Alexandre Gonçalves Silva Marina Silva Fouto Angélica Moises Arthur Rangel Arthur	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010613</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>131</b>
EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO IONIZANTE EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS	
Celso Júnio Aguiar Mendonça Frieda Saicla Barros Bertoldo Schneider Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010614</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>141</b>
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESPECTRO LUMINOSO DA DESCARGA ELETROCIRÚRGICA	
Elton Dias Junior Evaldo Ribeiro Bertoldo Schneider Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010615</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>149</b>
DESENVOLVIMENTO DE HIDROGÉIS DE QUITOSANA ASSOCIADOS A IBUPROFENO PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA	
Amanda de Castro Juraski Sônia Maria Malmonge Nasser Ali Daghasanli Juliana Kelmy Macário Barboza Daguano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>159</b>
SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS BASEADO EM IMAGENS DE PORÇÕES ALIMENTARES	
Yuri Malinowsky Shiga Kristy Soraya Coelho Joao da Silva Dias Giselle Lopes Ferrari Ronque	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>169</b>
A HEMÓLISE COMO FATOR INTERFERENTE EM PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	
Luma Carolina Santos da Silva Graziéli Ferreira Carmargo Camilla Lazzaretti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010618</b>	

<b>CAPÍTULO 19 .....</b>	<b>177</b>
<b>DOENÇA DE ALZHEIMER: ESTIMATIVAS EM USUÁRIOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS</b>	
Cristiano Serrano Tubelo Filho	
Gabriel Corteze Netto	
Camilla Lazzaretti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010619</b>	
<b>CAPÍTULO 20 .....</b>	<b>187</b>
<b>UPPER LIMB EXOSKELETON BY PNEUMATIC MUSCLES</b>	
Filipe Loyola Lopes	
Larissa Guimarães Veríssimo	
Elton Silva de Moraes	
Raphael Sander de Souza Pereira	
Rani de Souza Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010620</b>	
<b>CAPÍTULO 21 .....</b>	<b>190</b>
<b>PLANEJAMENTO EM ÁREA ESTÉTICA DE IMPLANTE INSTALADO TARDIAMENTE PÓS EXODONTIA – RELATO DE CASO CLINICO</b>	
Edith Umasi Ramos	
Luan Pier Benetti	
Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos	
André Carlos de Freitas	
Tainara Tejada Camacho	
Ana Paula farnezi Bassi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.82819010621</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>203</b>

## ASSISTIVE TECHNOLOGY OF OPHTHALMIC MEMBRANE OCCLUSIVE FROM NATURAL LATEX

**Jaqueline Alves Ribeiro**

Instituto Federal Goiano - Campus Ceres  
Ceres – GO

**Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa**

Universidade de Brasília  
Brasília – DF

**ABSTRACT:** The growing technological development and the advancements in the field of medicine caused significant improvement in the quality of life of the population. One example is the development of biomaterials, which are used to completely or partially replace parts of lost or damaged organic tissues and are also used in direct and continuous contact with the body in non-pharmacological treatments. Amblyopia, an ophthalmic disorder commonly known as lazy eye, results in decreased vision in one eye that does not develop properly during childhood. The objective of this study is to obtain and characterize natural rubber membranes in order to evaluate the feasibility of its application as an occluder membrane with the capacity of changing the course of light and stimulating the amblyopic eye. The light crossing analysis of the Van Gogh membranes presented partial and total occlusion, respectively. We concluded that the tests used for characterizing the LENCOC® latex membrane were satisfactory and promising regarding its use for the treatment of amblyopia

and an orthosis of Assistive Technology. This is a new proposal for treating amblyopic patients using latex membranes.

**KEYWORDS:** Amblyopia, Biomaterial, Latex, Membranes, Occluder.

**RESUMO:** O crescente desenvolvimento tecnológico e os avanços no campo da medicina causaram melhora significativa na qualidade de vida da população. Um exemplo é o desenvolvimento de biomateriais, que são usados para substituir completa ou parcialmente partes de tecidos orgânicos perdidos ou danificados e também são usados em contato direto e contínuo com o corpo em tratamentos não farmacológicos. A ambliopia, um distúrbio oftálmico comumente conhecido como olho preguiçoso, resulta em diminuição da visão em um olho que não se desenvolve adequadamente durante a infância. O objetivo deste estudo é obter e caracterizar membranas de borracha natural para avaliar a viabilidade de sua aplicação como uma membrana oclusora com capacidade de alterar o curso da luz e estimular o olho amblíope. A análise de cruzamento de luz das membranas de *Van Gogh* apresentou oclusão parcial e total, respectivamente. Concluímos que os testes utilizados para caracterizar a membrana de látex LENCOC® foram satisfatórios e promissores quanto ao seu uso no tratamento da ambliopia

e na órtese de Tecnologia Assistiva. Esta é uma nova proposta para o tratamento de pacientes amblíopes usando membranas de látex.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambliopia, Biomaterial, Latex, Membranas, Ocluser.

## 1 | INTRODUCTION

The Assistive Technology (AT) sector has, among other things, the goal of providing and increasing functional abilities for people affected by diseases, from minor injuries to severe deficiencies, aiming to provide better quality of life and autonomy for the patient. As an area of knowledge in Brazil, AT started on november 16, 2006, through Ordinance No. 142, established by Decree No. 5296/2004 from the Secretariat for Human Rights of the Presidency of the Republic. The Technical Assistance Committee (TAC) was regulated with the intention of improving, adding transparency and giving legitimacy to the development of AT in Brazil (Brasil, 2009).

The vision is responsible for approximately 75 % of human perception. Summing up extremely briefly, the act of seeing is the result of three distinct actions: optical operations, chemical operations and nervous operations (Guyton & Hall, 2011). The eye is the most external organ of the human vision. The amblyopia, which is an eye disease that develops during childhood and has few options for treatment. It causes a reduction in visual acuity because of an abnormal visual development in early years of life. The prevalence of amblyopia in children is estimated to be between 1 % and 4 %. It is the most common cause of reduced visual acuity in childhood (Almeida, 2005; Ribeiro & Rodrigues, 2013; Ribeiro *et al.*, 2010). This disease is the most common visual defect in children; however, its early diagnosis and early treatment result in satisfactory results (Salata *et al.*, 2011).

The growing technological development and advancements in the field of medicine brought significant improvement to the quality of life of the population. One example is the development of biomaterials, which are used to completely or partially replace parts of lost or damaged tissues and are also used in direct and continuous contact with the body in non-pharmacological treatments. Usually, the requirements of a biomaterial can be grouped into four major categories: biocompatibility, capacity of being sterilized, bioperformance and reproducibility (Silva *et al.*, 2012). This biomaterial is a national and low cost product.

In the use as an occlude membrane with the capacity of changing the course of light and stimulating the amblyopic eye, the natural latex membrane of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) can be considered to be an orthosis (from the Greek, orthós), classified by AT as a device applied to any part of the body, isolated or covering more than one joint, with the function of stabilizing or immobilizing, preventing or correcting deformities, protecting against injury and facilitating the cure or maximizing the function (Thomazini *et al.*, 2004; Macdonald, 1990). In this specific case, the latex membrane

will be placed on the good eye for few hours or days, according with the appropriate treatment recommended by the ophthalmologist, to accelerate the vision of the lazy eye diagnosed with amblyopia.

Chemically, the heterogeneous constitution of latex has high density and presence of impurities which must be treated and changed. In this study, the techniques that were used enable the degradation of polymers, regenerating, if possible, the monomers, so hydroxide and formaldehyde can be introduced – rendering the latex as simply a rubber film, an object, in this first moment – translucent, with entrance of light, but with irregular trajectories (preventing a complete view of the object), with diffuse refraction and minimal absorption so as not to generate heat (Ribeiro & Rodrigues, 2014; Ribeiro & Rodrigues, 2015).

This study presents a simple approach to eye occlusion based on the ophthalmic membrane from an occlusive biomaterial derived from natural rubber latex. The natural rubber membranes were developed by using a new technique named *Van Gogh*. The different membranes developed were characterized using light crossing analysis thermally treated at 40 °C. From the analyses of properties, we intend to evaluate the applicability of the natural rubber latex membranes as biocompatible ophthalmic occluders.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

The production of the latex membrane was carried out in four main steps: preparation of raw material, confection of mold, production of the prototype and characterized using light crossing analysis.

**2.1 Preparation of the raw material** – The latex used was purchased from the domestic market. It had already gone through the process of centrifugation and contained suspensions of sulfur and resin purchased from the suppliers in the Southeast region. A high sulfur concentration gives the latex, after vulcanization, an adhesive property and low viscosity, which would require a long time to achieve during the development of the membranes. Therefore, the supplier that met these criteria of double centrifugation and pre-vulcanization was selected.

From the natural latex, a final compound was prepared by the addition of chemicals by following the steps previously described (Ribeiro & Rodrigues, 2014). This procedure provides the latex membrane LENCOC® (Brasil, 2016) essential characteristics for a lens—elasticity, softness, strength, impermeability, and hypoallergenicity.

**2.2 Preparation of the mold** – The development of the technique for obtaining the latex membrane was performed in the Biomaterial Engineering Laboratory - BioEngLab®, at the University of Brasilia, according to the steps for the production of

the mold and membrane, as described below.

In the *Van Gogh* technique, the mold was made developed and it consisted of a plastic material coated with an acrylic layer measuring 3 cm in width, 3 cm in length, and 1.5 cm in diameter as previously described (Ribeiro & Rodrigues, 2014). The production of the membrane was customized for each patient so that its shape and proportions follow the characteristics of the patient's eyes, thus providing greater comfort.

**2.3 Preparation of the membranes** – The *Van Gogh* technique was based on the immersion technique (Mrué, 1996), which consists of the insertion of the molds into the final latex compound, perpendicular to the plane, in a gradual and uniform manner, followed by heating in an incubator with a thermostat. This step represents the beginning of polymerization, which determines the final characteristics of the product. After this phase, the mold was removed slowly and gradually, placed in the incubator and subjected to vulcanization at a temperature of 40°C.

The molds were then removed and the membranes were prepared using thick brush strokes by means of a flexible rod with cotton-covered tips, 1 cm away from the mold, moving back and forth to completely cover the mold. This procedure was repeated three or four times in succession, followed by drying in an incubator at a temperature of 40°C, with 2-hour time intervals in order to obtain membranes with a thickness up to 0.2 mm.

After this drying period, the *Van Gogh* membranes were maintained in their state of rest for 24 hours at room temperature to complete the procedure.

This procedure of obtaining membranes was named as the *Van Gogh* technique in honor of the Impressionist painter, *Van Gogh*, who used a peculiar brush stroke method in his work.

**2.4 Characterized using light crossing analysis** – The optical device called focimeter focuses the optical system to which light is sent to evaluate the degree of the lens; the scale interval that appears on the display is a dioptric numerical value. For this characterization we used a Nidek CLE-60 digital focimeter an optometry clinic in Goiânia, GO, Brazil.

The light crossing analysis was performed with the objective of evaluating the passage of light through the membranes and verifying the behavior of the surface light on the rugosity of the *Van Gogh* technique. It is worth mentioning that the equipment that was used for this analysis was perfectly calibrated so the measurements present a high degree of reliability.

### 3 | RESULTS

There is a growing interest in the analysis of the use of biomaterial as a tool for treating diseases in medicine. In this study, biomedical engineering helped characterize the performance of an occlusive membrane for the treatment of amblyopia. As a biomaterial, we used the natural latex of the *Hevea Brasiliensis* rubber tree, a product that is easy to find in the market and easy to handle.

In the technical test, we used natural latex as a biomaterial for its qualitative properties, such as: impermeability, elasticity, smoothness, flexibility, and resistance, already tested in animals and humans by its biocompatibility.

For its confection, we used the innovative technique called *Van Gogh*, tested several times not to be homogeneous, in order to obtain diffuse scattering. To get to the final product, several vulcanization techniques were tested to obtain a transparent membrane, with low thickness, low roughness and minimal water absorption. This process allowed an occlusion biologically more compatible with the eye. These results were significant, since the characteristics of the latex membrane enable an interaction with the eye without changing its properties.

The *Van Gogh* latex membrane presented irregularities on the surface, lower thickness and transparency, which are desirable characteristics to obtain occlusion of light. The *Van Gogh* membranes were registered under the brand LENCOC®.

The focimeter is used on specific materials for glasses and contact lenses. In an eyeglass lens, for example, the values presented in S and C represent the degree, with positive for astigmatism and negative for myopia; A represents the axis and the prism ( $\Delta$ ) the variance of the light beam.

In a normal contact lens, the values presented are: S = 0.25, C = 0.25, A = 24 and  $\Delta = 0$ . These values represent two values for diopters and two values for the axis. When measuring the membranes, the numerical value of the instrument was disregarded, as such values cannot be assessed in latex.

On membrane with three baths, it can be observed that the beam locates the optical center, indicating a small passage of light. Due to the irregular surface caused by the brushes, the equipment shows an error in measurement. Consequently, the *Van Gogh* technique, with its brushes, made the surface rugose and gave a diffuse passage of light.

On membrane with four baths, all membranes did not present passage of light. The focimeter did not locate the optical center, which caused a measurement error. This membrane has the most irregular surface due to a difference in manufacturing from membrane of three baths, because the number of brushes was higher. This data prove the membrane is opaque, which is a characteristic of occlusion.

In Table 1, we can observe the membranes developed with their morphological and characteristics aspect using the *Van Gogh*.

Membrane	3 baths	4 baths
Characteristic	Irregularities on the surface	Irregularities on the surface
Thickness	±0.23 mm	±0.27 mm
Color	Transparency	Transparency
Water absorption	Minimal	Minimal
Occlusion	Partial	Total

Table 1: *Van Gogh* membranes and your characteristics

## 4 | DISCUSSION

Due to the recent institutionalization of the area of AT, it is natural for specialized academic/scientific production to be detached, both in the aspects of Investigation and Development (I&D) and of Research and Development (R&D), because of the atomized production in scientific channels. This fact causes two important consequences: i) low theoretical and technological production; ii) low indices of public policies that offer AT in healthcare (Brasil, 2009; Rosa et al., 2015).

One of the biggest current challenges engineering and the exact sciences are facing is to translate into mathematical terms and relations how phenomena and systems that compose the universe function. In order to develop and use this knowledge, it is necessary to interpret it as one of the factors of the system that relates to others to adapt and improve the processes that interact among themselves (Souza et al., 2014).

According to ordinance N°. 2531, from november 12, 2014, redefines the guidelines and criteria for the definition of the list of strategic products for the Brazilian National Health System (SUS) and the establishment of Partnerships for Productive Development (PDP) to LENCOC® latex membrane falls biotechnological products low cost that could be used for human health in particular, amblyopic patients by the SUS (Brasil, 2014).

There are several approaches for charactering the samples. In this study we used optical engineering, using its principles in the treatment of amblyopia. The latex membrane was tested with several methodologies that will be cited below, and that were defined by comparing the anatomy of the normal eye with the properties of the biomaterial according to literature reports (Pinho *et al.*, 2004; Pinho *et al.*, 2011). This membrane demonstrated to be compatible with the organ, and there was affinity of composition of the materials used. The technique in question was a complex system that included temperature and thickness techniques (*Van Gogh*), to obtain an occlusive membrane to cause occlusion (partial or total) of light.

This technique showed that the latex membrane is an occluder with physics, chemical and thermal properties for the performance of the material with the



characterization of the biomaterial in light refraction without eliminating it completely and maintaining the characteristics of the eye in movement. This is an advantage in relation to the traditional treatment with the use of eyepatch, since there is a loss of eye movement.

## 5 | CONCLUSION

The *Van Gogh* technique demonstrated that the physical and chemical characteristics of the latex membrane present results compatible with the eye when applied as an occluder, reinforcing its biomaterial characteristic. The confection method is reproducible and the latex membrane is very stable.

LENCOC® can be considered an orthosis, via AT, as it is a device applied to the human eye with the function of inhibiting the entrance of light (total or partial) and stimulating the eye in the treatment of ocular diseases.

The latex membrane may offer a more effective adherence to the treatment of amblyopia, with better acceptance by the child and shorter treatment time, as well as lower possibility of rejection and with adequate performance. It can be used at all times by the patient. In the case of children, especially, it would be more difficult to remove it, which would avoid embarrassing situations. It is also more effective, since its use would be prolonged and because it allows stimulation of the eye through partial or total occlusion.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank IF Goiano – Campus Ceres for financial for the support; optometry clinic in Goiania – GO, Ótica Cristal; and the Engineering and Biomaterial Laboratory - BioEngLab®, University of Brasilia for providing the laboratories for the experiments.

## REFERENCES

Almeida LOC. **Análise do custo do tratamento da ambliopia para o paciente em hospital universitário**. Arquivo Brasileiro de Oftalmologia; 2005; 68(4): 475-480.

Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE; 2009. 138 p.

Brasil. **Portaria nº 2.531**, 12 de novembro; 2014.

Brasil. **Revista da Propriedade Industrial– INPI**, seção II, n. 2359. 22 de março; 2016.

Guyton AC, Hall JE. Guyton & Hall: **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ª edição, Ed. Elsevier; 2011.

Macdonald EM. **Terapia ocupacional em reabilitação**. São Paulo: Santos; 119 p. 1990.

Mrué F. **Substituição do Esôfago Cervical por Prótese Bio sintética de látex: estudo experimental em cães** [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 114p; 1996.

Pinho ECCM, Sousa SJF, Schaud F, Lachat JJ, Coutinho-Netto J. **Uso experimental da biomembrana de látex na reconstrução conjuntival**. In: Arquivo Brasileiro de Oftalmologia; 2004; 67(1): 27-32.

Pinho ECCM. **O uso da Biomembrana de látex natural comparado ao transplante conjuntival autólogo na superfície ocular** [Tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina de, 158p. 2011.

Ribeiro JA, Rodrigues SS, Brasil LM. **Occlusion child derived from natural latex for amblyopia treatment**. Health Care Exchanges (PAHCE), Pan American; April 29 2013-May 4 2013 doi: 10.1109/PAHCE.2013.6568293.

Ribeiro JA, Rosa MFF, Rosa LLF, Rocha AF, Rodrigues SS. **Oclusão infantil derivada do látex natural para o tratamento de ambliopia**. In: XXII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica, Tiradentes-MG. Anais do XXII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica; 2010.

Ribeiro JA, Rosa SRF, Rosa M. **Experimental technique designated Van Gogh for making lens prototype**. In: XXIV Brazilian Congress on Biomedical Engineering, In: Proceedings of the XXIV Brazilian Congress on Biomedical Engineering; 2014. Uberlândia, MG, Brazil. 2014; 1: 871-874.

Ribeiro JA, Rodrigues SSFR, Oliveira DS. **Biomaterial Latex Manufactured Occlusion Contact Lens: Proposal for Amblyopia Treatment**. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS); 2015; (2): 65-69.

Rosa MFF, Souza EKF, Rosa SSRF. **Sistema complexo bio inspirado Modelagem matemática da pele humana via Bond Graph**. Estudos Tecnológicos (Online); 2015; (10):49-56.

Salata ACF, Villaça VTN, Roma RL, Norato DYJ, Carvalho KMM. **Terapia oclusiva em ambliopia: fatores prognósticos**. Arquivo Brasileiro de Oftalmologia. 2011; 64:123-6.

Silva MA, Guimarães PCL, Pereira TD, Honório-França AC. **Biomateriais e sua biocompatibilidade numa abordagem multidisciplinar na área de saúde, alimentos funcionais e medicina regenerativa**. Revista eletrônica da Univar; 2012; 8(1): 87 -90

Souza EKF, Tahmasebi R, Rosa SSRF, Gomes RR. **Modelagem matemática da perfuração por agulha da pele humana: região abdominal**. VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica; 2014. Uberlândia, MG, Brazil. 2014.

Thomazini D, Gelfuso MV, Nascimento TAC, Fonteles EF. **A utilização da Simulação Computacional na Confecção de Órteses Alternativas para membros superiores**. Revista Tecnológica; 2004: 25(1): 74-79.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**NAYARA ARAÚJO CARDOSO** - Graduada com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada – INTA. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral. Membro do Laboratório de Fisiologia e Neurociência, da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral, no qual desenvolve pesquisas na área de neurofarmacologia, com ênfase em modelos animais de depressão, ansiedade e convulsão. Atualmente é Farmacêutica Assistente Técnica na empresa Farmácia São João, Sobral – Ceará e Farmacêutica Supervisora no Hospital Regional Norte, Sobral – Ceará.

**RENAN RHONALTY ROCHA** - Graduado com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada - INTA. Especialista em Gestão da Assistência Farmacêutica e Gestão de Farmácia Hospitalar pela Universidade Cândido Mendes. Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas pela Faculdade Farias Brito. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ. Especialista em Micropolítica da Gestão e Trabalho em Saúde do Sistema Único de Saúde pela Universidade Federal Fluminense. Farmacêutico da Farmácia Satélite da Emergência da Santa Casa de Sobral/CE, possuindo experiência também em Farmácia Satélite do Centro Cirúrgico. Membro integrante da Comissão de Farmacovigilância do referido hospital. Foi coordenador da assistência farmacêutica de Morrinhos/CE por dois anos. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

**MARIA VITÓRIA LAURINDO** - Graduada com titulação de Bacharel em Enfermagem pelo Centro Universitário INTA – UNINTA. Foi bolsista no hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS) no setor de Quimioterapia, participei do programa de monitoria na disciplina de Patologia Humana e fui integrante do Projeto de Extensão Humanização Hospitalar. Assim como, desenvolvi ações em educação e saúde como extensionista para pacientes parturientes no hospital Santa Casa de Sobral (SCMS). Pós-Graduada em Urgência e Emergência pela Universidade Cândido Mendes – UCAM.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-382-8

