

**José Max Barbosa de Oliveira Junior  
(Organizador)**

# **Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

José Max Barbosa de Oliveira Junior  
(Organizador)

# Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza 3

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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
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> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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>	
A532	Análise crítica das ciências biológicas e da natureza 3 [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-359-0 DOI 10.22533/at.ed.590192705  1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série.  CDD 610.72
<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 *“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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
INIBIÇÃO DA PEÇONHA DE <i>Bothrops alternatus</i> (URUTU) 'IN VIVO' PELO PRINCÍPIO ATIVO ISOLADO VEGETAL LUPEOL	
Benedito Matheus dos Santos Klaus Casaro Saturnino Vanderlúcia Fonseca de Paula Mirian Machado Mendes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5901927051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
INVESTIGAÇÃO DAS ATIVIDADES TÓXICA, ANTIDIARREICA E ANTIESPASMÓDICA DAS PARTES AÉREAS DE <i>SIDA RHOMBIFOLIA</i> L. (MALVACEAE)	
Rafael Lima Marinho Paiva Antônio Raphael Lima de Farias Cavalcanti Rayane Fernandes Pessoa Indyra Alencar Duarte Figueiredo Sarah Rebeca Dantas Ferreira Otemberg Souza Chaves Micaelly da Silva Oliveira Maria de Fátima Vanderlei de Souza Fabiana de Andrade Cavalcante	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5901927052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
INVESTIGAÇÃO DE LECTINA E INIBIDOR DE TRIPSINA EM TUBÉRCULOS DE INHAME ( <i>Dioscorea alata</i> ) CULTIVADO NO NORDESTE DO BRASIL	
Julia Mariano Caju de Oliveira Edilza Silva do Nascimento Tatiane Santi Gadelha Carlos Alberto de Almeida Gadelha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5901927053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS ALERGÊNICOS ENCONTRADOS EM PEÇAS ANATÔMICAS HUMANAS CONSERVADAS EM SOLUÇÃO DE FORMALDEÍDO	
Hércules Gonçalves de Almeida Medeiros Adna Cristina Barbosa de Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5901927054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
MEIO AMBIENTE GENÉTICO E EMBRIÕES EXCEDENTÁRIOS	
Odair Bufolo Daiane Silva Berdusco Freire Andréia de Fátima Selvati Bredariol	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5901927055</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 62**

PRODUÇÃO DE ÁCIDOS PROPANOICO E ACÉTICO POR PROPIONIBACTERIUM ACIDIPROPIONICI ADSORVIDA EM MONTMORILONITA K-10

Taciani do Santos Bella de Jesus  
Lucidio Cristovão Fardelone  
Gustavo Paim Valença  
José Roberto Nunhez  
José Augusto Rosário Rodrigues  
Paulo José Samenho Moran

**DOI 10.22533/at.ed.5901927056**

**CAPÍTULO 7 ..... 72**

PRODUÇÃO DE B-GLUCANASES E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E REDUÇÃO DE BIOFILME DE *Candida albicans*

Glaucia Hollaender Braun  
Henrique Pereira Ramos  
Maria Laura Lucas Natal  
Rosemeire Cristina Linhari Rodrigues Pietro

**DOI 10.22533/at.ed.5901927057**

**CAPÍTULO 8 ..... 80**

PRODUCTION AND STABILITY OF LIPASE AND PECTINASE PRESENT IN AGROINDUSTRIAL RESIDUES

Millena Cristiane de Medeiros Bezerra Jácome  
Carlos Eduardo de Araújo Padilha  
Murilo Ricardo do Nascimento Arrais  
Maria Cecília Bezerra Caldas  
Everaldo Silvino dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.5901927058**

**CAPÍTULO 9 ..... 84**

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO APÓS ADIÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE TiO<sub>2</sub>

Luis Eduardo Genaro  
Luana Mafra Marti  
Ana Carolina Bosco Mendes  
Rafael Amorim Martins  
Angela Cristina Cilense Zuanon

**DOI 10.22533/at.ed.5901927059**

**CAPÍTULO 10 ..... 91**

PURIFICATION OF A XYLANASE FROM *Penicillium crustosum* AND ITS POTENTIAL USE IN CLARIFYING FRUIT JUICE

Jaina Caroline Lunkes  
Vanessa Cristina Arfelli  
Jorge William Fischdick Bittencourt  
Rafael Andrade Menolli  
Alexandre Maller  
Jose Luís da Conceição Silva  
Rita de Cássia Garcia Simão  
Marina Kimiko Kadowaki

**DOI 10.22533/at.ed.59019270510**

**CAPÍTULO 11 ..... 101**

SENSIBILIDADE CELULAR E DE BIOFILME DE *Enterococcus* sp. AOS DESINFETANTES DE USO INDUSTRIAL

Luciana Furlaneto Maia  
Naieli Mücke  
Márcia Regina Terra  
Danielle Karine Ohashi  
Talita Butzke Bússolo  
Márcia Cristina Furlaneto

**DOI 10.22533/at.ed.59019270511**

**CAPÍTULO 12 ..... 115**

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA PROPAGAÇÃO DE ONDAS CISALHANTES EM ROCHAS SEDIMENTARES A PARTIR DE IMAGENS MICROTOMOGRÁFICAS DE RAIOS X

Túlio Medeiros  
José Agnelo Soares  
Ronildo Otávio de Oliveira Neto  
Juliana Targino Batista

**DOI 10.22533/at.ed.59019270512**

**CAPÍTULO 13 ..... 127**

STABILITY OF PECTINASE OF ASPERGILLUS NIGER IOC 4003 IN DIFFERENT SALTS FOR PURIFICATION IN BIPHASIC AQUEOUS SYSTEM

Millena Cristiane de Medeiros Bezerra Jácome  
Murilo Ricardo do Nascimento Arrais  
Carlos Eduardo de Araújo Padilha  
Everaldo Silvino dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.59019270513**

**CAPÍTULO 14 ..... 131**

TÉCNICA DE FISH APLICADA NA IDENTIFICAÇÃO DA MICROBIOTA DE REATOR DE LODO ATIVADO UTILIZADO NA DEGRADAÇÃO DE BLENIDAS

Lívia Cordi  
Nelson Durán

**DOI 10.22533/at.ed.59019270514**

**CAPÍTULO 15 ..... 142**

TEMPERATURE AND pH EFFECTS ON THE ACTIVITY AND STABILITY OF THR XYLANASES PRODUCED BY THE THERMOPHILIC FUNGUS *Rasamsonia emersonii* S10

Jéssica de Araujo Zandoni  
Eleni Gomes  
Gustavo O. Bonilla-Rodriguez

**DOI 10.22533/at.ed.59019270515**

**CAPÍTULO 16 ..... 147**

TRIAGEM DE TRATAMENTO DE *Luffa cylindrica* PARA IMOBILIZAÇÃO DE *Saccharomyces cerevisiae* VISANDO A PRODUÇÃO DE INVERTASE

Beatriz Paes Silva  
Brenda Kischkel  
Nicolle Ramos dos Santos  
André Álvares Monge Neto

**DOI 10.22533/at.ed.59019270516**

**CAPÍTULO 17 ..... 159**

AÇÃO FIBRINOLÍTICA DE PROTEASES PRODUZIDAS POR BACTÉRIAS ISOLADAS DE AMBIENTES AMAZÔNICOS

Thayana Cruz de Souza  
Anni Kelle Serrão de Lima  
Michele Silva de Jesus  
Raimundo Felipe da Cruz Filho  
Wim Maurits Sylvain Degrave  
Leila de Mendonça Lima  
Ormezinda Celeste Cristo Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.59019270517**

**CAPÍTULO 18 ..... 164**

ÁCIDO CÍTRICO: UM ENFOQUE MOLECULAR

Letícia Fernanda Bossa  
Daniele Sartori

**DOI 10.22533/at.ed.59019270518**

**CAPÍTULO 19 ..... 174**

ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE MANGUEZAL E SEU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

Gabriela Xavier Schneider  
Jean Carlos Ramos de Almeida  
Kassiely Zamarchi  
Débora Santos  
Danyelle Stringari  
Renata Rodrigues Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.59019270519**

**CAPÍTULO 20 ..... 188**

IDENTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS COM A CAPACIDADE DE BIODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO

Juliana Barbosa Succar  
Andressa Sbrano da Silva  
Lidiane Coelho Berbert  
Vinícius Ribeiro Flores  
João Victor Rego Ferreira  
Alexander Machado Cardoso  
Ida Carolina Neves Direito

**DOI 10.22533/at.ed.59019270520**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE QUARTZITO COM INSTALAÇÃO DE USINA SUSTENTÁVEL

Gabriel Silva Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.59019270521**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>218</b>
COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E TOXICIDADE DAS FOLHAS DE <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez (LAURACEAE)	
Viviane Mallmann	
Lucas Wagner Ribeiro Aragão	
Edineia Messias Martins Bartieres	
Valdeci José Pestana	
Shaline Séfara Lopes Fernandes	
Rogério César de Lara da Silva	
Tauane Catilza Lopes Fernandes	
Ana Francisca Gomes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59019270522</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>223</b>
CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd. (Fabaceae) EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS COMPOSTOS COM RESÍDUOS DE CASTANHA-DO-BRASIL	
Givanildo Sousa Gonçalves	
Lúcia Filgueiras Braga	
Letícia Queiroz de Souza Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59019270523</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>236</b>
SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd. (Fabaceae)	
Givanildo Sousa Gonçalves	
Lúcia Filgueiras Braga	
Letícia Queiroz de Souza Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59019270524</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>253</b>

## PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO APÓS ADIÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE $\text{TiO}_2$

### **Luis Eduardo Genaro**

Departamento de Clínica Infantil. Faculdade de Odontologia. UNESP - Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, SP, Brasil

### **Luana Mafra Marti**

Departamento de Clínica Infantil. Faculdade de Odontologia. UNESP - Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, SP, Brasil

### **Ana Carolina Bosco Mendes**

Departamento de Clínica Infantil. Faculdade de Odontologia. UNESP - Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, SP, Brasil

### **Rafael Amorim Martins**

Departamento de Clínica Infantil. Faculdade de Odontologia. UNESP - Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, SP, Brasil

### **Angela Cristina Cilense Zuanon**

Faculdade de Odontologia de Araraquara, Departamento de Clínica Infantil. Rua Humaitá, 1680, Centro 14801-903 - Araraquara, SP - Brasil - Caixa-postal: 331 Telefone: (16) 33016325/Fax: (16) 33016329, criszuanon@gmail.com

**RESUMO:** A associação de nanopartículas (NP) aos cimentos de ionômero de vidro (CIV) resultam na potencialização de suas propriedades antibacterianas podendo alterar suas propriedades físicas e mecânicas. A resistência do material, assim como a qualidade de sua superfície são importantes para definir o sucesso e a longevidade da restauração. O

objetivo deste trabalho foi avaliar propriedades físicas e mecânicas de um CIV após a incorporação de nanopartícula de dióxido de titânio ( $\text{NPTiO}_2$ ). Foram estabelecidos quatro grupos: Controle e CIV associado a 0,5%; 1,0% e 2,0% em peso de  $\text{NPTiO}_2$ . A dureza Vickers foi analisada por meio do microdurômetro digital (Micromet 2100). Para avaliar a compressão axial, utilizou-se máquina de testes universais (EMIC-DL 2000). A rugosidade foi estudada com auxílio de rugosímetro (Mitutoyo SJ-400) e a porosidade, por meio de avaliação de imagens em microscopia eletrônica de varredura (SM-300), e utilização do software Image J. Os dados foram analisados pela Análise de variância (ANOVA) a um critério fixo, seguida do pós-teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Pôde-se observar que não houve alterações na resistência à compressão. A dureza superficial diminuiu para o grupo com 2,0% de  $\text{NPTiO}_2$ . A rugosidade aumentou no grupo associado a 1,0% de  $\text{NPTiO}_2$ . Quanto a porosidade, não houve alterações no número e nem na área ocupada pelos poros. Com estes resultados, conclui-se que as  $\text{NPTiO}_2$  nas concentrações estudadas não melhoram as propriedades avaliadas neste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cimento de Ionômero de Vidro, Nanopartículas, Titânio.

## PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF A GLASS IONOMER CEMENT AFTER ADDITION OF TiO<sub>2</sub> NANOPARTICLES

**ABSTRACT:** The association of nanoparticles (NP) to glass ionomer cements (GIC) results in the potentiation of their antibacterial properties and may alter their physical and mechanical properties. The strength of the material as well as the quality of its surface are important to define the success and longevity of the restoration. The objective of this work was to evaluate the physical and mechanical properties of a GIC after the incorporation of titanium dioxide nanoparticle (NPTiO<sub>2</sub>). Four groups were established: Control and GIC associated to 0.5% or 1.0% or 2.0% by weight of NPTiO<sub>2</sub>. The Vickers hardness was analyzed by means of the digital microdurometer (Micromet 2100). To evaluate axial compression a universal testing machine (EMIC-DL 2000) was used. The roughness was studied using a rugosimeter (Mitutoyo SJ-400) and porosity by means of image evaluation in scanning electron microscopy (SM-300) and using Image J. The data were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) to a fixed criterion, followed by the Tukey post-test, with a significance level of 5%. It was observed that there was no change in compressive strength. The surface hardness decreased for the group with 2.0% NPTiO<sub>2</sub>. Roughness increased in the group associated with 1.0% NPTiO<sub>2</sub>. As for the porosity, there were no changes in the number or area occupied by the pores. With these results, we conclude that the NPTiO<sub>2</sub> at the studied concentrations do not improve the properties evaluated in this study.

**KEYWORDS:** Glass Ionomer Cement, nanoparticles, Titanium.

### INTRODUÇÃO

O cimento de ionômero de vidro (CIV) é um material muito utilizado em odontopediatria, pois além de outras propriedades importantes, favorece a remineralização e a reorganização da dentina afetada (Bjorndal et al., 1997; Maltz et al., 2002; Duque et al., 2009; Hayashi et al., 2011). De acordo com Takahashi et al., 2006, possui também propriedade antibacteriana que pode ser potencializada quando da utilização de clorexidina, (Deepalakshmi et al., 2010; Tüzüner et al., 2011; Cheng et al., 2012; Becci et al., 2014; Marti et al., 2014) além de nanopartículas (NP) de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) ou de óxido de zinco (ZnO)

As NP têm potencial para destruir lipídios e proteínas bacterianas, uma vez que se liga fortemente às membranas celulares. Desta maneira, promovem o aumento da permeabilidade da membrana e fluxo do conteúdo citoplasmático para fora da célula (Hajipour et al., 2012).

Existem na literatura trabalhos que estudaram a associação das NP ao CIV (Prentice et al., 2006; Moshaverinia et al., 2008; Elsaka et al. 2011; Cheng et al., 2012; Hook et al., 2014). Moshaverinia et al. (2008) demonstraram melhorias nas propriedades mecânicas e na resistência de união à dentina de um CIV convencional

após a incorporação de NP de hidroxiapatita e de fluoroapatita. Elsaka et al., 2011 associaram NP de  $\text{TiO}_2$  ( $\text{NPTiO}_2$ ) a um CIV convencional, e observaram resultados promissores com relação a resistência a compressão, à tração e atividade antibacteriana. Ao associar NP de ZnO a um CIV modificado por resina, Spencer et al. (2009) observaram melhora da atividade antibacteriana pelo o tempo de um mês.

Embora tenha se encontrado bons resultados na literatura acima descrita, muitas lacunas ainda existem nas pesquisas científicas para elucidar possíveis alterações que podem ocorrer nas propriedades antibacterianas, físicas e mecânicas do CIV quando associado às NP.

Dessa maneira, o presente estudo teve o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de  $\text{NPTiO}_2$  em diferentes concentrações a um CIV convencional, em relação as propriedades mecânicas e físicas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado o CIV Ketac Molar Easy Mix (3M-ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA) e  $\text{NPTiO}_2$  nas concentrações de 0,5%, 1,0% e 2,0% em peso. As  $\text{NPTiO}_2$  foram sintetizadas pelo Grupo de Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo – USP, por meio do método precursor polimérico ou Método Pechini (Pechini, U.S. Patent, 1967).

Foram confeccionados 10 corpos de prova para cada grupo experimental: C- (Controle- CIV), G1- (CIV + 0,5%  $\text{NPTiO}_2$ ); G2- (CIV + 1,0%  $\text{NPTiO}_2$ ) e G3-(CIV + 2,0%  $\text{NPTiO}_2$ ). Utilizou-se matriz específica para cada teste a ser realizado e os corpos de prova foram armazenados em umidade relativa do ar de aproximadamente 100% e temperatura ambiente por 24 horas até o momento dos testes.

Para a avaliação da rugosidade superficial utilizou-se matriz de teflon com dimensões de 4 mm de diâmetro e 2 mm de altura. Os valores ( $R_a$ ) foram obtidos por meio de rugosímetro (Surfcorder SE 1700; Kosaka Laboratório Ltd, Kosaka, Japão), utilizando-se *cut-off* de 0,25 mm para a filtragem da ondulação superficial. Na superfície de cada corpo de prova foram efetuadas três leituras sempre passando pelo centro da amostra, e a média aritmética destas foi calculada.

Corpos de prova, com dimensões de 3 mm de altura por 6 mm de diâmetro foram utilizados para a avaliação da porosidade de material. Estes foram fraturados, e os fragmentos revestidos com liga de ouro-paládio sob alto vácuo e levados ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) (SM-300, Topcon, Tokyo, Japan) com aumento de 100 vezes para obtenção de imagens. Estas foram subdivididas em quadrantes, sendo a área do primeiro quadrante analisada para evitar tendência nos resultados. As medidas foram realizadas com auxílio do programa Image J (Rasband WS, Image J; US National Institutes of Health, Bethesda, MD). Foram realizadas três leituras de cada imagem pelo mesmo pesquisador, com uma semana de intervalo

entre as mesmas.

A dureza Vickers foi avaliada após polimento dos corpos de prova, obtidos a partir de matriz de teflon com 6 mm de diâmetro e 4 mm de altura. A análise foi realizada sobre as impressões no material feitas por uma ponta de diamante (Topaloglu-Ak et al.2012), acoplada ao microdurômetro digital (Micromet 2100 - Buehler Ltda., Lake Bluff, Illinois, EUA), com célula de carga de 50 kgf durante 30 segundos. Foram realizadas oito impressões, das quais obteve-se a média, expressas em micrometros ( $\mu\text{m}$ ), e transformadas em valores de dureza Vickers (VH) diretamente pela máquina de teste.

A resistência à compressão foi avaliada quando os corpos de prova confeccionados por meio de matriz cilíndrica de silicone de 4 mm de diâmetro e 6 mm de altura, receberam força compressiva sobre seu longo eixo a partir de uma máquina de testes universais EMIC (Instron, DL-200 MF), operando a 0.5 mm/min com carga máxima até o registro da fratura.

Os dados foram analisados pela Análise de variância (ANOVA) a um critério fixo, seguida do pós-teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Os resultados dos testes de dureza, resistência à compressão, rugosidade e porosidade estão dispostos nas tabelas a seguir.

Grupos	Dureza (HVN)	Compressão (MPa)
C	10,72 (4,95) <sup>ab</sup>	23,67 (13,35) <sup>a</sup>
G1	12,71 (6,40) <sup>a</sup>	27,38 (24,99) <sup>a</sup>
G2	10,28 (7,79) <sup>b</sup>	23,71 (16,39) <sup>a</sup>
G3	3,6 (1,88) <sup>c</sup>	20,07 (12,18) <sup>a</sup>

Tabela 1. Grupos experimentais, dureza superficial (HVN) e resistência à compressão (MPa), Araraquara – SP, 2017.

Letras minúsculas semelhantes nas colunas indicam não haver diferença estatisticamente significativa.

Grupos	Rugosidade (Ra)	Área poros (%)	Nº poros (n)
C	0,29 (0,09) <sup>a</sup>	2,29 (0,77) <sup>a</sup>	63,7 (27,53) <sup>a</sup>
G1	0,40 (0,14) <sup>ab</sup>	1,60 (0,50) <sup>a</sup>	48,33 (11,92) <sup>a</sup>
G2	0,55 (0,28) <sup>b</sup>	2,09 (0,34) <sup>a</sup>	58,90 (14,15) <sup>a</sup>
G3	0,47(0,22) <sup>ab</sup>	2,03 (0,94) <sup>a</sup>	66,90 (15,02) <sup>a</sup>

Tabela 2. Rugosidade (Ra), número (n) e área ocupada (%) pelos poros dos grupos experimentais, Araraquara – SP, 2017.

Letras minúsculas semelhantes nas colunas indicam não haver diferença estatisticamente significativa.

## DISCUSSÃO

O CIV é um material odontológico muito utilizado, pois possui importantes propriedades como a adesão às estruturas dentárias, biocompatibilidade e capacidade de remineralização (Robson et al., 2003). A capacidade antibacteriana do CIV pode ser potencializada quando associado a diferentes tipos de NP, em diferentes concentrações, podendo gerar alterações indesejáveis em suas propriedades físicas e mecânicas.

No presente estudo foi observado que a dureza superficial diminuiu significativamente para o G3 quando comparado ao GC (Tabela 1), pois a adição de maiores concentrações de NP aos CIV pode resultar em menor quantidade de partículas de vidro em sua superfície, tornando a reação ácida mais intensa e alterando esta propriedade do material (Moshaverina et al. 2016). As NP por possuírem tamanho menor, oferecem maior área de contato, tornando possivelmente, a quantidade de ácido poliacrílico insuficiente para recobrir todas as superfícies das partículas e prover efetivas ligações cruzadas (Gu et al. 2005).

A porosidade, também avaliada para determinar a resistência de um material restaurador, pode indicar possível aumento de permeabilidade e diminuição de durabilidade das restaurações. Essa propriedade está relacionada também com o grau de dissolução do pó e a formação de aglomerados frequentemente presentes, quando tendem a aumentar a rugosidade superficial, e longevidade clínica do material (Setchell et al., 1985). Neste estudo, nota-se que não houve alterações no número e nem na área ocupada pelos poros quando da adição de NPTiO<sub>2</sub> (Tabela 2). Considerando que grande número e área ocupada por porosidades podem resultar em trincas e fraturas do material (Mitchell et al. 1997), a semelhança com o grupo controle observada neste estudo pode ser considerada como um resultado positivo. Fortes ligações entre as NP e o material polimérico resultam em melhores propriedades mecânicas, e a baixa porosidade está relacionada à alta resistência a compressão (Xie et al. 2000).

No presente estudo não houve alteração da resistência à compressão após a adição das NPTiO<sub>2</sub> (Tabela 1). De acordo com Elsaka et al. 2011, elevadas concentrações de NP podem resultar em prejuízo dessa propriedade. As NP interferem na reação de presa do CIV, devido a falhas nas ligações cruzadas, que podem enfraquecer enfraqueceriam o material (Gu et al., 2005).

A rugosidade apresentou-se aumentada quando comparado o G2 com o GC (Tabela 1). Sabe-se que esta condição resulta no aumento de adesão bacteriana e formação de biofilmes (Mei et al., 2011).

Moshaverinia et al. (2008) demonstraram que maiores concentrações de NP melhoram a rugosidade superficial, pois há uma interação mais intensa entre as NP e o o ácido poliacrílico na superfície do CIV. Os autores citaram também que o tamanho reduzido das NP contribui para sua distribuição entre as grandes partículas de vidro do CIV, agindo como sítios adicionais de ligação para o polímero poliacrílico. Assim,

garantem maior homogeneidade da superfície.

## CONCLUSÃO

A associação do CIV com NPTiO<sub>2</sub> nas concentrações analisadas neste estudo não indicam nenhum benefício as propriedades analisadas, apresentando resultados sem diferenças estatísticas ou não favoráveis em alguns casos, sendo ainda o CIV convencional a melhor opção.

## AGRADECIMENTOS

A UNESP e CNPq pela concessão de bolsa de IC-Reitoria.  
Processo:106552/2017-1

## REFERÊNCIAS

Becci A.C.O.; Marti L.M.; Zuanon A.C.C.; Brighenti F.L.; Spolidório D.M.P.; Giro E.M.A. **Influence of the addition of chlorhexidine diacetate on bond strength of a high-viscosity glass ionomer cement to sound and artificial caries-affected dentin.** Rev Odontol UNESP, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2014.

Bjorndal L.; Larsen T.; Thylstrup A. **A clinical and microbiological study of deep carious lesion during stepwise excavation using long treatment intervals.** Caries Res., v. 31, n. 6, 1997.

Cheng L.; Weir M.D.; Xu H.H.K.; Kraigsleyf A.M.; Lin N.J.; Lin-Gibson S.; Zhou X. **Antibacterial and physical properties of calcium-phosphate and calcium-fluoride nanocomposites with chlorhexidine.** Dent mater., v. 28, n. 5, 2012.

Deepalakshmi M.; Poorni S.; Miglani R.; Rajamani I.; Ramachandran S. **Evaluation of the antibacterial and physical properties of glass ionomer cements containing chlorhexidine and cetrimide: an in-vitro study.** Indian J Dent Res., v. 21, n. 4, 2010.

Duque C.; Negrini T.C.; Sacono N.T.; Spolidorio D.M.P.; Costa C.A.S.; Hebling J. **Clinical and microbiological performance of resin-modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal.** Clinic Oral Investig., v. 13, n. 4, 2009.

Elsaka S.E.; Hamouda I.M.; Swain M.V. **Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: Influence on physical and antibacterial properties.** J Dent., v. 39, n.9, 2011.

Gu Y.W.; Yap A.U.; Cheang P.; Khor K.A. **Effects of incorporation of HA/ZrO(2) into glass ionomer cement (GIC).** Biomaterials. v. 26, n. 7, 2005.

Hajipour M.J.; Fromm K.M.; Ashkarran A.A.; Aberasturi D.J.; Larramendi I.R.D.; Roj T.; Serpooshan V.; Parak W.J.; Mahmoudi M. **Antibacterial properties of nanoparticles,** Trends Biotechnol. V. 30, n. 10, 2012.

Maltz M.; Oliveira E.; Fontanella V.; Bianchi R. **A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal.** Quintessence Int. v. 33, n. 2, 2002.

Marti L.M.; Mata Md.; Ferraz-Santos B.; Azevedo E.R.; Giro E.M.; Zuanon A.C. **Addition of chlorhexidine gluconate to a glass ionomer cement: a study on mechanical, physical and**

**antibacterial properties.** Braz Dent J. v. 25, n. 1, 2014.

Mei L.; Bussher H.J.; van der Mei H.C.; Ren Y. **Influence of surface roughness on streptococcal adhesion forces to composite resins.** Dental Materials. 2011.

Mitchell C.A.; Douglas W.H. **Comparison of the porosity of hand-mixed and capsulated glass-ionomer luting cements.** Biomaterials. v. 18, n. 16, 1997.

Moshaverinia A.; Ansari S.; Movasaghi Z.; Billington R.W.; Darr J.A.; Rehman I.U. **Modification of conventional glass-ionomer cements with N-vinylpyrrolidone containing polyacids, nano-hydroxy and fluoroapatite to improve mechanical properties.** Dental Material., 2008.

Moshaverina M.; Borzabadi-Farahani A.; Sameni A.; Moshaverina A.; Ansari S. **Effects of incorporation of nano-fluorapatite particles on microhardness, fluoride releasing properties, and biocompatibility of a conventional glass ionomer cement (GIC).** Dent Mater J., v. 35, n. 5, 2016.

Prentice L.H.; Tyas M.J.; Burrow M.F. **The effect of ytterbium fluoride and barium sulphate nanoparticles on the reactivity and strength of a glass-ionomer cement.** Dent Mater., v. 22, n. 8, 2006.

Setchell D.J.; Teo C.K.; Khun A.T. **The relative solubilities of four modern glassionomer cements.** Br Dent J., 1985 .

Spencer C.G.; Campbell P.M.; Buschang P.H.; Cai J.; Honeyman A.L. **Antimicrobial effects of zinc oxide in an orthodontic bonding agent.** Angle Orthod., v. 79, n. 2, 2009.

Takahashi Y.; Imazato S.; Kaneshiro A.V.; Ebisu S.; Frencken J.E.; Tay F.R. **Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach.** Dent Mater., v. 22, n. 7, 2006.

Tüzüner T.; Kuşgöz A.; Er K.; Taşdemir T.; Buruk K.; Kemer B. **Antibacterial activity and physical properties of conventional glass-ionomer cements containing chlorhexidine diacetate/cetrimide mixtures.** J Esthet Restor Dent., v. 23, n.1, 2011.

Xie D.; Brantley W.A.; Culbertson B.M.; Wang G. **Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements.** Dent Mater., v. 16, n. 2, 2000.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-359-0

