

# 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ÁCIDO HIALURÔNICO MICROBIANO: PRODUÇÃO E APLICAÇÕES	
Hanny Cristina Braga Pereira Duffeck Nicole Caldas Pan Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3841916015</b>	

**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**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	
Antonio Domingues Neto José Felício da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>172</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>185</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>194</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>201</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>212</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.38419160123</b>	



**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**

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

### Felipe Antunes

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – MG

### Glaucia de Moraes Silva

Universidade Federal de São João del-Rei  
São João del-Rei – MG

### Brenda Ferreira da Silva Eloi

Universidade Federal de São João del-Rei  
São João del-Rei – MG

### Leonardo Bonato Felix

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – MG

**RESUMO:** A presença de respostas evocadas cerebrais pode ser testada usando detectores de respostas objetivas. Um problema desses detectores está relacionado ao tempo necessário para afirmar se há presença ou não do sinal de interesse. Para melhorar o tempo de detecção são usados detectores de respostas objetivos multivariados. Neste artigo foi usada uma técnica conhecida como magnitude quadrática da coerência múltipla na detecção de respostas auditivas em regime permanente evocadas por tons modulados em amplitude. Foi realizada uma análise *off-line* de dados registrados em eletrodos dispostos no escalpo de acordo com o sistema internacional -. Para encontrar as combinações que maximizam

o desempenho da magnitude quadrática da coerência múltipla, o teste foi aplicado a todas as combinações possíveis com os eletrodos. Foi levada em consideração a taxa de detecção e o tempo médio de detecção para quantificar o desempenho de cada combinação. As combinações A – {T5,Fp1,T4, F4, C4, O2,Fz, Cz}[tempo médio de detecção 63,59 s; taxa de detecção = 91,18%], B – {C3,F4 ,Cz,Pz} [tempo médio de detecção =38,70 s ; taxa de detecção =74,26% ] e C – {C3, T4, C4,Fz ,Cz} [tempo médio de detecção = 38,70 s; taxa de detecção =74,26 ] foram consideradas as melhores combinações. A combinação A possui a maior taxa de detecção, a combinação B possui o menor tempo médio de detecção e a combinação C possui o melhor desempenho intermediário entre as combinações A e B.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletroencefalograma, Resposta Auditiva em Regime Permanente, Detectores Objetivos de Respostas Multivariados, Magnitude Quadrática da Coerência Múltipla.

**ABSTRACT:** The presence of cerebral evoked responses can be tested using objective responses detectors. A problem with these detectors is related to the time required to say whether there is presence or absence of the signal of interest. To improve the detection time multivariate objective response detectors was

used. This paper presents the analysis of a technique known as multiple magnitude-square coherence in the detection of auditory steady-state response evoked by amplitude-modulated tones. An *off-line* analysis was performed with data recorded in electrodes arranged in the scalp according to the - international system. To find the combinations that maximize the performance of the multiple magnitude-square coherence, the test was applied to all possible combinations with the electrodes. It was taken into account the detection rate and the average detection time to rank the performance of each combination. The combinations A – {T5, Fp1, T4, F4, C4, O2, Fz, Cz} [average detection time 63,59 s; detection rate = 91,18% ], B – {C3, F4, Cz, Pz} [average detection time = 38,70 s; detection rate = 74,26% ] and C – {C3, T4, C4, Fz, Cz} [average detection time = 45,33 s ; detection rate = 86,76% ] were considered the best combinations. The combination A has the highest detection rate, combination B has the lowest average detection time and the combination C has an intermediate performance between combinations A and B.

**KEYWORDS:** Electroencefalogram, Auditory Steady-State Response, Multivariate Objective Response Detection, Multiple Magnitude-Squared Coherence.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Eletroencefalograma (EEG) é o registro das atividades elétricas do cérebro, consequência do fluxo de correntes iônicas desencadeadas por potenciais de ação que ocorrem em função de estímulos sensoriais, execução de tarefas, pensamentos, entre outros estímulos. O EEG é captado utilizando eletrodos colocados sobre o escalpo.

A análise de respostas cerebrais imersas nos sinais do EEG tem instigado o estudo de uma manifestação cerebral: o Potencial Evocado (EP, do inglês – *Evoked Potential*). Segundo Miranda de Sá e Felix (2003), o EP é uma resposta elétrica do cérebro quando realizado um estímulo externo. Este estímulo pode ser visual, audiológico ou somatossensorial.

Considerando os estímulos auditivos, a modulação em amplitude (AM, do inglês - *Amplitude Modulation*) é um exemplo de estímulo acústico que evoca uma Resposta Auditiva em Regime Permanente (ASSR, do inglês - *Auditory Steady-State Response*) (Kuwada et al., 1986). Uma ASSR ocorre quando um estímulo auditivo é apresentado a uma taxa suficientemente elevada, de modo que a resposta a qualquer estímulo sobreponha à resposta anterior. De acordo com Dolphin e Mountain (1992), a ASSR evocada por tom AM é caracterizada por um aumento de energia na frequência moduladora (e seus harmônicos) no espectro de potência do EEG. Devido à baixa relação sinal ruído (SNR, do inglês - *Signal Noise Ratio*) resultante, surge o problema de detecção de presença ou ausência do EP.

A detecção objetiva de respostas (ORD, do inglês - *Objective Response Detection*) engloba um conjunto de funções matemáticas no domínio do tempo e da frequência. As ORDs no domínio da frequência oferecem mais benefícios em relação às técnicas no domínio do tempo por tratarem o problema de detecção como um teste de hipótese

estatístico. Estas técnicas executam um teste de hipótese automático, comparando o valor do detector a um limiar estatístico que independe do tipo de sinal periódico, dependendo apenas do número de janelas do sinal usado e do nível de significância estipulado *a priori* (Felix, 2006).

Para as técnicas ORD, a probabilidade de detecção é diretamente proporcional ao número de janelas, demandando um tempo maior do exame. Para melhorar a detecção de respostas evocadas, para um número fixo de janelas são utilizadas técnicas de detecção objetiva de respostas multivariadas (MORD, do inglês - *Multivariate Objective Response Detection*) (Felix et al., 2007). Elas são baseadas no uso de mais sinais de EEG coletados durante a estimulação.

Outra forma de reduzir o tempo do exame do EEG para a detecção de ASSRs é a aplicação *online* dos MORDs. Isso é possível com o desenvolvimento de técnicas de aplicação dos detectores a cada trecho de sinal coletado, como feito em (Carvalho, 2015).

Neste artigo será analisado o desempenho da Magnitude Quadrática da Coerência Múltipla (MMSC, do inglês - *Multiple Magnitude-Squared Coherence*) (Felix et al., 2007) na detecção de ASSRs evocadas por tons AM, utilizando uma técnica para detecção *online* de respostas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

**Estímulos Auditivos** – Os estímulos foram gerados digitalmente por meio do software MATLAB®, com uma frequência de 44100 Hz . Todos os estímulos foram tons AM com profundidade de modulação de 100%, pois evoca uma ASSR de maior amplitude (Dimitrijevic et al., 2001), e amplitude ajustada para intensidade de 50 dB SPL (*Sound Pressure Level*) que está acima do limiar auditivo de uma pessoa normal.

Em cada sessão de estimulação foi aplicado um sinal AM em apenas uma das orelhas, com portadoras variando em 0,5, 1, 2 e 4 kHz , com moduladoras de 35,39, 42 e 46 Hz para a orelha esquerda e 37, 40,5, 44 e 47,5 Hz para a orelha direita.

As moduladoras foram corrigidas a priori para um número inteiro de ciclos dentro de uma janela, o que evita o espalhamento espectral na detecção objetiva de ASSRs (Felix et al., 2009).

Os valores de moduladoras corrigidas para uma janela de análise espectral de 1024 pontos e frequência de amostragem = 601,5 foram: 35,2441 Hz , 38,7686 Hz, 42,2930 Hz e 45,8174 Hz para os estímulos da orelha esquerda e 37,0063 Hz ,40,5308 Hz, 44,0552 Hz e 47,5796 Hz para os estímulos da orelha direita.

Os estímulos foram aplicados por meio de um cabo blindado acoplado a um fone de inserção E-A-RTone 5A (Aearo Technologies). Para obter os valores de amplitude do sinal elétrico de acordo com o nível de intensidade desejada, foi realizada a calibração do sistema pela empresa Acústica Maducha, utilizando um ouvido artificial acoplado a

um medidor de níveis sonoros, de acordo com a resolução CFFa número 365 (2009) do Conselho Federal de Fonoaudiologia.

**Aquisição de Sinais** – Os experimentos foram realizados em uma cabine acusticamente isolada, localizada no Núcleo Interdisciplinar de Análise de Sinais (NIAS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Participaram 17 voluntários adultos com audição normal na faixa etária de 17 a 33 anos (média de 24,59 anos e desvio padrão de 4,68 anos), sendo 7 do gênero feminino e 10 do gênero masculino, de acordo com protocolo aprovado pelo comitê de ética local (nº 051/2010/UFV). Os voluntários foram orientados a sentar recostados confortavelmente, manter os olhos fechados e não dormir.

Foram utilizados 23 eletrodos dispostos no escalpo de acordo com o sistema internacional 10 - 20 com referência ao eletrodo Cz no vértex e terra no eletrodo Fpz na testa. Os sinais foram referenciados matematicamente ao eletrodo Oz, pois esta referência possui as melhores SNRs para as ASSRs (Van Der Reijden et al., 2004).

Os sinais foram coletados por meio do amplificador de sinais biológicos BrainNET BNT-36. A taxa de amostragem foi definida como 601,5 Hz , com configurações de filtro: notch em 60 Hz , passa-baixas de 100 Hz e passa-altas de 0,1 Hz .

Foram realizadas 8 sessões de aproximadamente 10 minutos em cada voluntário. Cada orelha foi estimulada separadamente nas frequências 0,5, 1, 2, e 4 kHz com intensidade de 50 dB SPL. Cada 1024 pontos amostrados representam uma janela (aproximadamente 1,7 segundos), com isso em cada sessão foram coletados 352 janelas. Os resultados foram salvos em arquivos de dados para análise *off-line*. O processo de estímulo e coleta de sinais foi feito por um mesmo programa em software MATLAB®.

**Magnitude Quadrática da Coerência Múltipla (MMSC)** – A MMSC é obtida ao se estender a técnica Magnitude Quadrática da Coerência (MSC, do inglês - *Magnitude-Squared Coherence*) para diversos canais. Para um estímulo determinístico e periódico em cada janela  $x[n]$ , sincronizado com N eletrodos  $y_j[n]$  ( $j = 1, 2, \dots, N$ ), para um sistema linear multivariado, a MMSC é dada por (Felix et al., 2007):

$$\hat{k}_N^2(f) = \frac{V^H(f) \hat{S}_{yy}^{-1} V(f)}{M} \quad (1)$$

Sendo:

$$V^H(f) = \left[ \sum_{i=1}^M Y_{1i}(f) \quad \sum_{i=1}^M Y_{2i}(f) \quad \dots \quad \sum_{i=1}^M Y_{Ni}(f) \right] \quad (2)$$

$$\hat{S}_{yy}(f) = \begin{bmatrix} \hat{S}_{y_1y_1}(f) & \hat{S}_{y_1y_2}(f) & \dots & \hat{S}_{y_1y_N}(f) \\ \hat{S}_{y_2y_1}(f) & \hat{S}_{y_2y_2}(f) & \dots & \hat{S}_{y_2y_N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{S}_{y_Ny_1}(f) & \hat{S}_{y_Ny_2}(f) & \dots & \hat{S}_{y_Ny_N}(f) \end{bmatrix} \quad (3)$$



Onde  $H$  é o operador hermitiano da matriz, que representa o conjugado transposto da matriz;  $M$  o número de janelas;  $Y_{ji}(f)$  ( $j = 1, 2, \dots, N$ ) a Transformada Discreta de Fourier da  $i$ -ésima janela do sinal do canal  $j$ , e  $\hat{S}_{ypyq}$  a estimativa da densidade espectral de potência cruzada dos sinais nos eletrodos  $p$  e  $q$ , ( $p, q = 1, 2, \dots, N$ ), dada por:

$$\hat{S}_{ypyq}(f) = \sum_{i=1}^M Y_{pi}^*(f) Y_{qi}(f) \quad (4)$$

O limiar de detecção é dado por (Felix et al., 2007):

$$k_{crit}^2 = \frac{F_{crit, \alpha, 2N, 2(M-N)}}{\frac{M-N}{N} + F_{crit, \alpha, 2N, 2(M-N)}} \quad (5)$$

Onde  $N$  é o número de sinais,  $M$  é o número de janelas,  $F_{crit, \alpha, 2N, 2(M-N)}$  é o valor crítico para a distribuição  $F$  com  $2N$  e  $2(M - N)$  graus de liberdade para um dado nível de significância  $\alpha$ . A resposta é considerada presente se  $\hat{k}_N^2(f_m) > k_{crit}^2$ , onde  $f_m$  é a frequência moduladora do estímulo.

**Detecção Online de Resposta** – O detector da Equação 1 foi utilizado neste artigo visando uma aplicação em tempo *quasi-real* da MMSC, em que é necessário afirmar a presença ou não das ASSRs no menor tempo possível, por isso o teste de detecção é aplicado nos sinais do EEG a cada janela (1024 pontos) coletada, até que se tenha uma resposta significativa. Foi definido um nível de significância de 5% para o teste de hipótese nula. O teste foi aplicado em todo o sinal a cada janela adicionada, até encontrar uma resposta significativa ou atingir as 352 janelas. A detecção ocorrerá na primeira resposta significativa e o tempo de detecção corresponde ao tempo necessário para coletar a janela que isso ocorreu.

**Seleção de Canais** – O desempenho da MMSC é afetado pela SNR de cada sinal e pela correlação do ruído entre os sinais (Felix et al., 2007). Para obter o melhor conjunto de eletrodos que minimize esses dois efeitos, foram testadas todas as combinações possíveis com os 19 sinais do EEG, ( $C_{19,i}; i=1, 2, 3, \dots, 19$ ). Deste modo, o total de combinações é dado pelo somatório:  $\sum_{i=1}^{19} C_{19,i} = 524287$  combinações.

Cada um dos 17 voluntários participou de 8 sessões de estímulos (4 tons para cada orelha), totalizando 136 respostas para serem detectadas por cada uma das 524287 combinações.

A escolha da melhor combinação leva em consideração duas medidas de desempenho:

*Taxa de Detecção:* É a razão entre o número de estímulos detectados pelo número total de estímulos a serem detectados.

*Tempo Médio de Detecção:* A média entre os tempos de detecção entre todos os estímulos detectados.

Dois metodologias foram adotadas para encontrar as melhores combinações:

*Pela Taxa de Detecção Máxima:* Duas combinações serão consideradas as melhores, aquela que apresentar a maior taxa de detecção geral e aquela que

apresentar o menor tempo médio de detecção entre aquelas que apresentarem taxas de detecção acima de 86,5%.

*Pelo Tempo Médio de Detecção Mínimo:* Duas combinações serão consideradas as melhores, aquela que apresentar o menor tempo médio de detecção geral e aquela que apresentar a maior taxa de detecção entre as combinações com os tempos médios de detecção menores que segundos.

### 3 | RESULTADOS

A Figura 1 mostra o histograma do número de combinações em função da taxa de detecção. A combinação {T5, Fp1, T4, F4, C4, 02, Fz, Cz} apresentou a melhor taxa de detecção (91,18%) com um tempo médio de detecção de 63,59 segundos. Dentre as combinações com as maiores taxas de detecções presentes na parte ampliada do histograma da Figura 1, a combinação {C3,T4,C4,Fz,Cz} apresentou o melhor tempo médio de detecção (45,33 segundos) com uma taxa de detecção de 86,76%

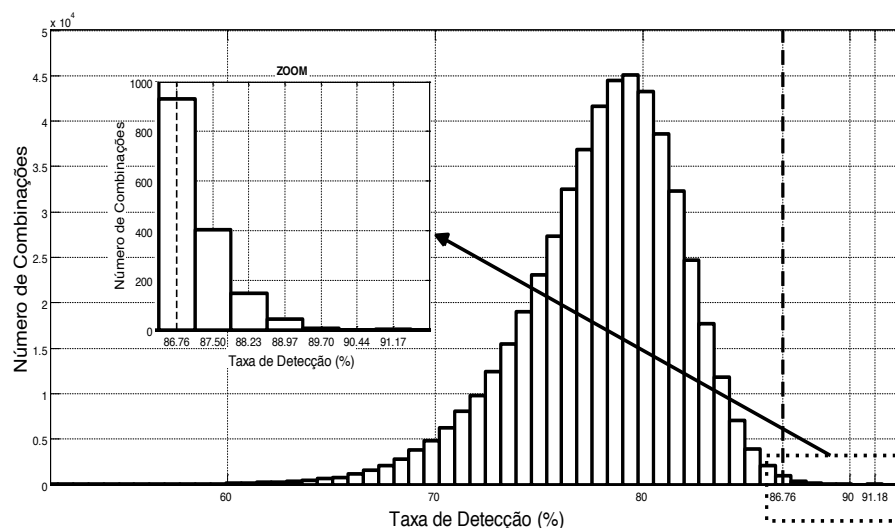


Figura 1. Histograma do número de combinações em função da taxa de detecção.

A Figura 2 mostra o histograma do número de combinações em função do tempo médio de detecção. A combinação {C3,F4,Cz,Pz} apresentou o melhor tempo médio de detecção (38,70 segundos) com uma taxa de detecção de 74,26% . Dentre as combinações com os melhores tempos médios de detecção presentes na parte ampliada do histograma da Figura 2, a combinação {C3, T4, C4, Fz, Cz} apresentou a melhor taxa de detecção (86,76% ) com um tempo médio de detecção de 45,33 segundos. É importante notar que essa configuração é a mesma obtida anteriormente pelo critério da taxa de detecção máxima.

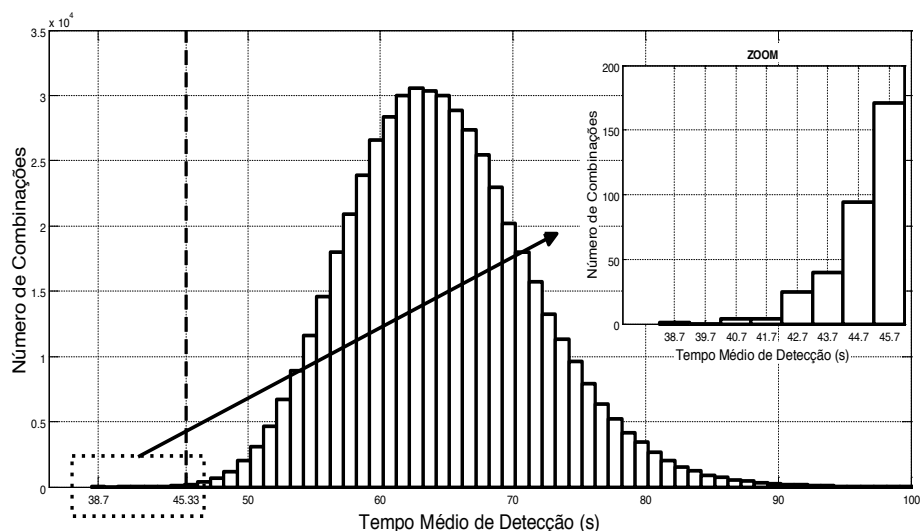


Figura 2. Histograma do número de combinações em função do tempo médio de detecção.

A Tabela 1 resume as medidas de desempenho encontradas para as melhores combinações.

Combinação	Taxa de Detecção (%)	Tempo Médio de Detecção (s)
A – {T5, Fp1, T4, F4, C4, O2, Fz, Cz}	91,18	63,59
B – {C3, F4, Cz, Pz}	74,26	38,70
C – {C3, T4, C4, Fz, Cz}	86,76	45,33

Tabela 1. Medidas de desempenho para as melhores combinações.

#### 4 | DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

As combinações A – {T5, Fp1, T4, F4, C4, O2, Fz, Cz }, B – {C3, F4, Cz, Pz} e C – {C3, T4, C4, Fz, Cz }, mostradas na Tabela 1, foram consideradas as melhores combinações para aplicação da MMSC. A combinação A possui a maior taxa de detecção, a combinação B possui o menor tempo médio de detecção e a combinação C foi obtida tanto pela análise da combinação mais rápida entre as combinações com as maiores taxas de detecção quanto pela análise da combinação com a maior taxa de detecção entre as combinações mais rápidas. A combinação C possui a melhor relação custo benefício entre acurácia e velocidade.

A combinação B tem ainda a vantagem de possuir menor número de eletrodos. A relação entre o número de eletrodos é diretamente proporcional ao esforço computacional o que é importante para uma aplicação em tempo real.

O tempo médio de detecção das três melhores combinações ficou entre 38,70 e 63,59 segundos, o que levaria entre 5,16 minutos e 8,48 minutos para detectar os 8 estímulos. Este resultado é comparável com o obtido por Carvalho (2015) em que foi utilizada varreduras de 16 janelas no cálculo da MMSC, aplicando estímulos binaurais a cada sessão. A melhor combinação obtida por Carvalho (2015) obteve uma taxa de

detecção de 96,35% para os estímulos em 50 dB SPL e detectou os 8 estímulos em 8,43 minutos.

O método apresentado neste artigo possui vantagem em relação ao método apresentado por Carvalho (2015) em termos de tempo de detecção. Para a combinação B o tempo foi 3,27 minutos menor e para a C foi 2,39 minutos menor. A desvantagem fica por conta das taxas de detecção que ficaram em 91,18%, 74,26% e 86,76% respectivamente para as combinações A, B e C, mas que ainda são próximas da obtida por Carvalho (2015).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e a FAPEMIG pelo apoio financeiro e a empresa Acústica Maducha pela calibração do estimulador.

## REFERÊNCIAS

Carvalho, J. A. S. **Avaliação da Magnitude Quadrática da Coerência Múltipla como Detector Objetivo de Respostas Auditivas em Regime Permanente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). São João del-Rei: Universidade Federal de São João del-Rei, 2015.

Dimitrijevic, A.; John, M. S.; Van Roon, P.; Picton, T. W. **Human auditory steady-state responses to tones independently modulated in both frequency and amplitude**. *Ear and Hearing*. 2001. 22(2): p. 100–111.

Dolphin, W. F.; Mountain, D. C. **The envelope following response - scalp potentials elicited in the mongolian gerbil using sinusoidally am acoustic signals**. *Hearing Research*. 1992. 58(1): p. 70–78.

Felix, L. B. **Detecção objetiva de respostas auditivas em regime permanente: aplicação em exames audiológicos**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

Felix, L. B.; Miranda de Sa, A. M. F. L.; Infantosi, A. F. C.; Yehia, H. C. **Multivariate objective response detectors (MORD): statistical tools for multichannel eeg analysis during rhythmic stimulation**. *Annals of Biomedical Engineering*. 2007. 35(3): p. 443–452.

Felix, L. B.; Miranda de Sa, A. M. F. L.; Mendes, E. M. A. M.; Moraes, M. F. D. **Post-processing of auditory steady-state responses to correct spectral leakage**. *Journal of Neuroscience Methods*. 2009. 181(1): p. 145–149.

Kuwada, S.; Batra, R.; Maher, V. I. **Scalp potentials of normal and hearing impaired subjects in response to sinusoidally amplitude modulated tones**. *Hearing Research*. 1986. 21(2): p. 179–192.

Miranda de Sá, A. M. F. L.; Felix, L. B. **Multi-channel evoked response detection using only phase information**. *Journal of Neuroscience Methods*. 2003. 129: p. 1–10.

Van Der Reijden, C. S.; Mens, L. H. M.; Snik, A. F. M. **Signal-to-noise ratios of the auditory steady-state response from fifty-five eeg derivations in adults**. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2004. 15(10): p. 692–701.

## **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