

# **Simpósio de Neuroengenharia**

Volume 5, Número 1 (2019)

Anais do VI Simpósio de Neuroengenharia

## **Expediente**

Editor(es): Marcelo Carvalho, Camila Campos, Fabrício Brasil, Edgard Morya.

Periodicidade: Anual.

Instituto de Ensino e Pesquisa Alberto Santos Dumont (ISD).

Av. Alberto Santos Dumont, nº 1.560, Zona Rural, CEP 59280-000, Macaíba/RN.

Secretaria de Pesquisa e Pós-Graduação / ISD.

## Editorial:

A Neuroengenharia é um campo interdisciplinar que associa conhecimentos das Neurociências e Engenharias. A geração de conhecimento nessa área é de interesse estratégico em diversos países, visto que suas aplicações abrangem desde o desenvolvimento de próteses até o aperfeiçoamento de tecnologias de neuromodulação com potencial terapêutico para doenças neurológicas.

O Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safrá (IIN-ELS), do Instituto Santos Dumont (ISD), organiza semestralmente o Simpósio de Neuroengenharia para promover discussões e demonstrações práticas em pesquisas em neuroengenharia, compartilhar conhecimentos e estreitar colaborações. O Simpósio de Neuroengenharia do ISD teve origem nas apresentações semestrais realizadas desde 2013 por professores e alunos do PPG em Neuroengenharia do IIN-ELS. O evento visa complementar a formação de futuros pesquisadores e docentes, com capacidade de gerar novos conhecimentos mediante a execução de pesquisa independente, bem como articular a pesquisa e o ensino como agente de transformação social integrado à comunidade de importância local, regional, nacional e internacional. O público-alvo contempla estudantes e profissionais das áreas de ciências da saúde, biológicas, engenharias ou tecnológicas.

Esta sexta edição do simpósio ocorreu em 21 e 22 de novembro de 2019 no Campus do Cérebro do ISD, em Macaíba-RN, e teve como tema central "Inovação e desenvolvimento científico e tecnológico". Contou com 76 inscritos e ofereceu 07 palestras-magna proferidas por convidados. Foram 39 trabalhos aceitos e apresentados em formato de pôsteres, e quatro deles foram também apresentados oralmente. Foram oferecidos quatro minicursos no formato Hands On: "Hackerspaces: Um Convite Aberto à Inovação", "Introdução à neuroanatomia quantitativa", "Reconsolidação: Uma oportunidade para modificar memórias" e "Da ficção à realidade: Criando mundos virtuais controlados pelo cérebro".

A realização e divulgação desta modalidade de evento científico no Rio Grande do Norte é de extrema importância para alçar o Rio Grande do Norte no mapa nacional e mundial da neuroengenharia, através da divulgação dos trabalhos em desenvolvimento no instituto, e promovendo a aproximação de estudantes a pesquisadores e palestrantes brasileiros e estrangeiros já consolidados. Além disso, confere uma oportunidade ao público da região de conhecer e aprofundar seus conhecimentos nesta área de desenvolvimento científico e econômico que, atualmente, é inserida como área prioritária da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e em setores estratégicos para o desenvolvimento do país e do estado do RN, além de estimular novas gerações de estudantes e pesquisadores.

## Sumário:

### ÁREA DO CONHECIMENTO: NEUROENGENHARIA E NEUROCIÊNCIAS

1. Interface Inseto-Máquina: controle de locomoção de baratas *blaberus scutatus* por meio de estimulação elétrica neural  
*Alex Aquino dos Santos*
2. Desenvolvimento de um aplicativo de interface para sistema eletrônico aplicado a pacientes com lesão medular  
*Aline Ferreira de Lima, Boaz Cavalcante Antunes Almeida, Domingos Lira de Almeida Neto, Túlio Fernandes de Almeida, Junio Alves de Lima, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas, Edgard Morya*
3. Análise da dinâmica neural de regiões encefálicas envolvidas na doença de Parkinson  
*Álisson Alves, Edgard Morya, Renan Moioi*
4. A neurociência computacional no estudo dos processos cognitivos na educação infantil  
*Rodolfo Emanuel da Silva Costa*
5. Aplicação de controlador GPC explícito para controle avançado de um sistema de eletroestimulação neuromuscular  
*Domingos Lira de Almeida Neto, Daniel Guerra Vale da Fonseca, Aline Ferreira de Lima, Boaz Cavalcante Antunes Almeida, Túlio Fernandes de Almeida, Junio Alves de Lima, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas, Edgard Morya*
6. Controlador PWA-PID para Infusão de Propofol em Procedimentos Cirúrgicos com Feedback Online Usando a Escala BIS e EEG  
*Domingos Lira de Almeida Neto, Aline Ferreira de Lima, Boaz Cavalcante Antunes Almeida, Túlio Fernandes de Almeida, Junio Alves de Lima, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas, Edgard Morya*
7. Análise comportamental após a administração de GBR12909 e tratamento com lítio em camundongos  
*Lucas de Melo Lira, Ana Carolina Bione Kunicki*
8. O papel do biomédico na neuroengenharia  
*Maria Heloísa Moreira Vasconcelos*
9. Efeito da injeção intracerebral de CRF sobre a atividade elétrica hipocampal  
*Moshé Amarillo, Bárbara O. dos Santos Meneses, Marisol Lamprea R, Edgard Morya*
10. Modelagem de circuitos espinais para investigar aprendizado e performance de movimentos de alcance  
*Pablo Filipe Santana Chacon, Sergio Verduzco-Flores, Erik De Schutter, Fabrício Lima Brasil*

### ÁREA DO CONHECIMENTO: BIOMECÂNICA E REABILITAÇÃO

11. Suporte de peso automatizado para reabilitação da marcha  
*Antônio Carlos Lima Neto, Anderson Pereira da Silva, Antônio Carlos Néri, Fernando Alves de Oliveira, Joelma Rezende Durão Pereira, Mouhamed Zorkot, Sandro Pereira da Silva*

12. Modelagem e análise da dinâmica do salto humano para aplicação futura em exoesqueletos  
*Mouhamed Zorkot, Wander Gustavo Rocha Vieira*

13. Órtese de tornozelo automatizada para pacientes hemiparéticos  
*Mouhamed Zorkot, Sandro Pereira da Silva*

14. Proposta de um protocolo de reabilitação baseada em eletroestimulação neuromuscular  
*Túlio Fernandes de Almeida, Domingos Lira de Almeida Neto, Boaz Cavalcante Antunes Almeida, Aline Ferreira de Lima, Junio Alves de Lima, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas, Edgard Morya*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: DISPOSITIVOS E INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA**

15. Sistema para medição de glicose de forma não invasiva baseado em conceitos de espectroscopia de infravermelho  
*Caíque Nonato Nascimento Rocha Oliveira, Giulia Wynne Teixeira e Silva, João Victor Melquiades Satiro, Richard Halti Cabral, Livia do Vale Gregorin, Felipe Santana Santos*

16. Dispositivo baseado em princípios de espectrofotometria para estimação da saturação parcial de oxigênio  
*Manuella de Souza Gonçalves Guimarães, Josué Eduardo da Silva Montalvão, João Victor Melquiades Satiro, Richard Halti Cabral, Felipe Santana Santos, Livia do Vale Gregorin*

17. Circuito de controle de tensão para eletroestimulador neuromuscular funcional portátil  
*Boaz Cavalcante Antunes Almeida, Túlio Fernandes de Almeida, Domingos Lira de Almeida Neto, Aline Ferreira de Lima, Junio Alves de Lima, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas, Edgard Morya*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: ENGENHARIA BIOMÉDICA E ENGENHARIA CLÍNICA**

18. Proposta de um sistema de monitoramento de acamados para prevenção de úlceras por pressão  
*José Pablo Gonçalves de Queiroz, Bruno Guedes Spinelli, Severino Peixoto Nunes Netto, Fabrício Lima Brasil*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: INTERFACE CÉREBRO-MÁQUINA**

19. Fechando o ciclo de feedback sensorial para dispositivos neuroprotéticos  
*Alex Aquino dos Santos, Severino Peixoto Nunes Netto, Fabrício Lima Brasil*

20. Uso de eletroencefalografia para controlar um avatar em ambientes de realidade virtual  
*Flávia Freire Carneiro, Rodrigo Henrique Oliveira do Amaral, Junio Alves de Lima, Johseph Paballo Gomes de Souza, Luiz Henrique Lisboa Galvão, Severino Peixoto Nunes Netto, Edgard Morya*

21. Proposta de controle mioelétrico de prótese com feedback tátil.  
*Gabriela de Araújo Albuquerque, Amauri Marcos Costa de Moraes Junior, Fabrício Lima Brasil*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

22. Aplicação de plasma de hidrogênio a pressão atmosférica na superfície de implantes neurais

*Bárbara Meneses, Vitor Leandro, Jussier de Oliveira, Clodomiro Alves, Edgard Morya*

23. Ivert: dispositivo vestível para auxílio da correção postural  
*Claudia da Guia de Medeiros Silva, Alex Aquino dos Santos*
24. Desenvolvimento de sistema para o monitoramento fisiológico remoto de pacientes com esclerose lateral amiotrófica  
*SILVA, G. V. S., RIBEIRO, E. C., MACEDO, C. H. B., OLIVEIRA, J. P. P., BARROS, D. M. S., VALENTIM, R. A. M.*
25. Desenvolvimento e validação de plataforma em realidade virtual para a modalidade da bocha adaptada  
*João Paulo Bezerra Fernandes, Severino Peixoto Nunes Netto, Matheus Dantas, Thaisa Dantas, Edgard Morya*
26. Desenvolvimento e validação de aplicativo em realidade aumentada para ensino de neuroanatomia: AR.CUBE  
*João Paulo Bezerra Fernandes, Tássia Luiza Gonçalves Magalhães Nunes, Tâmara Luiza Gonçalves Magalhães Nunes, Edgard Morya*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: TÓPICOS ESPECIAIS EM SAÚDE**

27. O papel da regulação emocional sobre a ansiedade e o comportamento alimentar de indivíduos obesos  
*Andressa Paiva Porto, Livia Nascimento Rabelo, Elihab Pereira Gomes, Ezequiel Batista Nascimento*
28. Resíduos da carcinicultura como fonte de glicosaminoglicanos com potencial terapêutico  
*Mirella Cunha Lira, Adriana da Silva Brito, Rômulo dos Santos Cavalcante, Laís Cristina Gusmão Ferreira Palhares, Suely Ferreira Chavante*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: NEUROMODULAÇÃO**

29. Aumento da atividade eletromiográfica através da Estimulação Magnética Transcraniana na lesão medular: Relato de Caso  
*Débora Araújo do Nascimento, Caio Henrique Oliveira Pinto Brandão, Patrícia Emanuela Pereira de Gois, Kelly Farias Soares, Gilma Serra Galdino, Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa*
30. Neuromodulação parassacral no tratamento da disfunção neurogênica do trato urinário inferior: Um relato de caso.  
*Natalia Maria Barbosa Bezerra, Luana Cecilia Farache Lemos, Gentil Gomes da Fonseca Filho, Edgard Morya, Hougelle Simplicio Gomes Pereira, Lilian Lira Lisboa*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: PROCESSAMENTO DE SINAIS E DE IMAGENS BIOMÉDICAS**

31. Processamento de sinal em eletrodo simultâneo de registro e microestimulação  
*Bárbara Meneses, Vitor Leandro da Cunha, Ramón Hypolito Lima, Abner Cardoso, Edgard Morya*
32. PIV em sinais de EEG para discriminação de dinâmica cerebral não supervisionada.

*Erika Maria Garcia Cerqueira, Abner Cardoso Rodrigues Neto, Birajara Soares Machado, Edgard Morya*

33. Comparação entre métodos de extração de características e classificadores aplicados a detecção de arritmias cardíacas

*José Pedro da Silva Júnior, Victor Gabriell Ribeiro da Silva, João Victor Melquiades Satiro, Felipe Santana Santos, Richard Halti Cabral, Lívia do Vale Gregorin, Dami Dória Narayana Duarte*

34. Análise do processamento sensorial cortical através de registros eletroencefalográficos

*Nathalia Clemente Baracho, Maria Júlia Cabral Fortaleza, Carliane Maria da Silva, Johseph Paballo Gomes de Souza, Milton Vieira Costa, José Cláudio da Silva, Euclides Maurício Trindade Filho*

35. Processamento sensorial cortical no transtorno do déficit de atenção e hiperatividade através de eletroencefalografia

*Nathalia Clemente Baracho, Carliane Maria da Silva, Maria Júlia Cabral Fortaleza, Johseph Paballo Gomes de Souza, Milton Vieira Costa, José Cláudio da Silva, Euclides Maurício Trindade Filho*

36. Caracterização da dinâmica muscular durante uma tarefa de caminhada

*Junio Alves de Lima, José Pablo Gonçalves de Queiroz, Moshé Alonso Amarillo, Domingos Lira de Almeida Neto, Túlio Fernandes de Almeida, Aline Ferreira de Lima, Boaz Cavalcante Antunes Almeida, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas e Edgard Morya*

37. Sistema de aquisição, processamento e classificação de sinais eletroencefalográficos para resposta emocional

*Rodrigo S. Gonçalves, Laysa M. de S. Ribeiro, Rodrigo P. Ramos*

#### **ÁREA DO CONHECIMENTO: ROBÓTICA BIOMÉDICA, TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E INFORMÁTICA EM SAÚDE.**

38. Desenvolvimento de sistemas de comunicação alternativa inteligentes para pacientes com esclerose lateral amiotrófica

*LUIZ, J. V. A., SOUZA, M. L. P., MEDEIROS, P. A. L., FERNANDES, F. R. S., BARROS, D. M. S., VALENTIM, R. A. M.*

39. Estudo de caso: usabilidade de interface homem-máquina baseada em eye tracking para pacientes acamados

*Severino Peixoto Nunes Netto, Bruno Guedes Spinelli, Alex Aquino dos Santos, Rommel Soares de Araújo, José Pablo Gonçalves de Queiroz, Fabrício Lima Brasil*

## ÁREA DO CONHECIMENTO: NEUROENGENHARIA E NEUROCIÊNCIAS

### 1. Interface Inseto-Máquina: controle de locomoção de baratas *blaberus scutatus* por meio de estimulação elétrica neural

Alex Aquino dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

Desde o início do século, cientistas e engenheiros tem fantasiado com a ideia de criar insetos Cyborgs. Hoje, a possibilidade de manipulação das conexões nervosas desses animais é mais que uma fantasia, é uma possibilidade. O desenvolvimento de sistemas robóticos móveis autônomos vem sendo um dos grandes desafios da engenharia, principalmente quando se trata de micro robôs que buscam reproduzir as habilidades dos insetos em benefício da humanidade através de aplicações como busca e resgate, mapeamento ambiental, polinização artificial e exploração espacial. Essa complexidade poderia ser contornada com concepção de organismos cibernéticos híbridos Inseto-Máquina, também conhecidos como Cybugs, BioBots ou Insetos Cyborgs. Nem mesmo a última geração de robôs foram capazes de competir com as capacidades de locomoção desenvolvidas pela natureza. OBJETIVO: Concepção de uma plataforma híbrida Inseto-Máquina, que no futuro possa compor um sistema que opere conjuntamente em modo enxame na resolução de problemas que beneficiem a humanidade. MÉTODOS: Baratas fazem uso de neurônios sensoriais presentes principalmente em suas antenas para navegação e detecção de obstáculos. Desse modo foram implantados eletrodos em ambas as antenas de uma *blaberus scutatus* e através da Interface Inseto-Máquina desenvolvida, foram fornecidos estímulos com tensão constante (3.3V) e frequências variáveis (5Hz a 50Hz). Através de app bluetooth foram enviados comandos para controle remoto do animal. Fornecer um estímulo em uma antena individualmente, fez com que o animal se locomove-se na direção oposta. A eletrônica básica da interface consiste em um Arduino Nano, um módulo bluetooth e um pack de baterias de lítio. CONCLUSÃO E RESULTADOS: Os resultados demonstram que através de sinais elétricos de baixa intensidade aplicados aos neurônios sensoriais presentes nas antenas do animal, foi possível induzir seu comportamento, fazendo com que sua locomoção pudesse ser controlada remotamente.

Palavras-chave: Interface inseto-máquina; Insetos cyborgs; Cybugs; Cyborgs; BioBots.

### 2. Desenvolvimento de um aplicativo de interface para sistema eletrônico aplicado a pacientes com lesão medular

Aline Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Boaz Cavalcante Antunes Almeida<sup>1</sup>, Domingos Lira de Almeida Neto<sup>1</sup>, Túlio Fernandes de Almeida<sup>1</sup>, Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

A Medula Espinhal é parte constituinte do Sistema Nervoso e é responsável por transmitir as informações do Encéfalo para o corpo, além de manter circuitos independentes com os músculos (reflexos medulares). Por essa razão, a lesão medular (paraplegia e tetraplegia) é um grave problema que afeta um número crescente de pessoas e está associada a perda da capacidade motora e sensitiva do indivíduo, gerando consequências físicas, sociais e psicológicas. Sabe-se que a utilização de corrente elétrica (eletroestimulação) para gerar contrações e movimentos é uma das alternativas de tratamento para pacientes lesionados, por favorecer o recrutamento de fibras musculares. Entretanto, os sistemas associados aos aparelhos de eletroestimulação ainda são muito básicos e com poucas opções de interface, não existindo, uma integração gráfica que permita a

obtenção de feedback das informações coletadas no processo da reabilitação, dificultando a individualização da terapia. Sendo assim, este trabalho objetiva desenvolver um software multiplataforma (para computador e mobile) que ofereça ao terapeuta a possibilidade de ajustes remotos, gere relatórios e representações em 3D e armazene os dados dos pacientes. O sistema foi desenvolvido utilizando softwares gratuitos ou com licença de estudante, realizando testes e obtendo feedback de profissionais da fisioterapia e pesquisadores para validação. A pesquisa alcançou os objetivos esperados ao entregar uma plataforma capaz de gerar 5 diferentes tipos de modulação, sincronizando via WI-FI com um eletroestimulador remoto, além de armazenar os dados da terapia, calibrar, iniciar e finalizar a terapia remotamente e permitir, a partir dos dados gerados, análises individualizadas dos pacientes. Adicionalmente, ao final deste estudo, entende-se que as ferramentas computacionais desenvolvidas, associadas à eletroestimulação, auxiliarão na reabilitação de pessoas com lesão medular e poderão ser utilizados na prática clínica.

Palavras-chave: Lesão medular; Eletroestimulação; Reabilitação; Software; Controle.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

### **3. Análise da dinâmica neural de regiões encefálicas envolvidas na doença de Parkinson**

Álisson Alves<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>, Renan Moiolli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

A doença de Parkinson (DP) é considerada a segunda maior disfunção neurológica do mundo, acometendo cerca de 1% da população mundial com mais de 50 anos de idade. Clinicamente, esta doença é caracterizada por rigidez muscular, tremor de repouso, bradicinesia e comprometimento da marcha, descritos como sintomas cardinais. A princípio, não é possível apontar uma cura, contudo os sintomas da doença são aliviados por meio da administração de substâncias químicas (como a Levodopa, atualmente o tratamento padrão-ouro) ou por intervenções que fazem uso de estimulação elétrica de regiões cerebrais profundas ou da medula espinal. Nesse contexto, modelos computacionais surgem como complemento fundamental na investigação de disfunções neurológicas como a doença de Parkinson, facilitando o processo de experimentação, obtendo respostas mais rápidas e que reproduzem com bastante similaridade fenômenos que envolvem o funcionamento dos circuitos neurais envolvidos na DP. Este trabalho investigou a dinâmica neural de regiões encefálicas envolvidas na doença de Parkinson a partir da depleção de dopamina utilizando um modelo computacional de ratos com 6-OHDA (6-hydroxydopamine) previamente proposto na literatura. A partir da utilização deste modelo, foi possível testar e classificar padrões neuronais distintos da alça córtex - núcleos da base - tálamo - córtex por meio da análise de componentes principais (PCA, do inglês Principal Component Analysis) com simulações em três estados diferentes: saudável, parkinsoniano e parkinsoniano com estímulo cortical objetivando verificar como que a rede parkinsoniana se modifica a partir de um estímulo exógeno. Os resultados do trabalho contribuem para o desenvolvimento de intervenções que possam ser mais efetivas na supressão dos sintomas da DP, em consequência de uma compreensão mais consolidada dos mecanismos envolvidos na doença, visto que, foi possível modular e evidenciar morfologias distintas em cada cluster neuronal durante as simulações.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; Modelos computacionais; Análise de componentes principais.

Apoio financeiro: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



#### **4. A neurociência computacional no estudo dos processos cognitivos na educação infantil**

Rodolfo Emanuel da Silva Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Com o passar dos anos, a ocorrência de novos estudos na área da cognição humana está mais frequente. Os avanços dos computadores e modelagens computacionais a investigação de células amácrinas da retina geram seletividade à direção do movimento nos seus parceiros pós-sinápticos. Segundo Neves, a teoria do processamento da informação em que (HUNT, 1980; NEWELL; SIMON, 1972; STERNBERG, 2000) deu origem a grande número de estudos investigando detalhadamente os processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas. Com essa abordagem veio se unindo a estudos da neurologia, onde se origina a neurociência cognitiva. Com pouco tempo de desenvolvimento, esse campo científico vem se unindo através da psicologia cognitiva e da neurociência. Assim, o indivíduo terá a percepção de compreender, ler, perceber e reagir a informações presentes no ambiente dando a possibilidade de desenvolver atividades e ações sociais. Avaliando essas informações que desenvolvem no cérebro, esse processo ocorrendo de forma regular, sendo preciso a integração e ao acompanhamento da idade da criança, sendo responsável pela conexão que ajude aos estímulos reconhecido pelo filho. Isso induz esse processo de crescimento e desenvolvimento de adaptação. Segundo Piaget (1978), as crianças apresentam características durante todo desenvolvimento de pensamento como: egocentrismo, artificialismo, finalismo, animismo. Elas estão sempre vivenciando situações e problemas novos, onde se é considerado diversos elementos. O objetivo do presente artigo é o estudo de processos cognitivos que auxiliam nas mais diversas práticas educativas do ensino infantil, assim desenvolvendo desde a aquisição da linguagem. A metodologia que será usada, baseia-se principalmente no desenvolver e estimulação da cognição, incitando a capacidade mental das crianças. Vale salientar que deve investir em práticas de estimulação cognitiva nas escolas ajuda a crianças e adolescentes, juntamente com de aspectos, como: trabalhar a memória, o raciocínio, a capacidade de resolver problemas, o controle inibitório, mantendo-se focado e atento. O público-alvo serão crianças de 4 a 5 anos da escola da rede pública municipal de Angicos/RN, onde será abordada práticas cognitivas computacionais para que venham a contribuir na aprendizagem das mesmas. Nessa faixa etária as crianças estão fazendo esforços para compreender o mundo lhe atribuindo informações a partir do que os adultos as explicam, assim o acompanhamento dos responsáveis se tornam ainda mais importantes. Com isso aplicaremos o método em que elas possam fazer interpretações com constância decorrente da vivência e experiências que já tenham sido sequenciadas. Explorando a capacidade de memorização de dados nos momentos que sejam interessantes e de alta significância para elas, e com isso ocorra com frequência nos jogos. Os resultados esperados inicialmente com a pesquisa é que sejam satisfatórios com a futura aplicação desse método, uma vez que é consideravelmente necessário para as inter-relações entre a ciência da informação e a neurociência. Buscando a implementação desse método na educação infantil, fazendo com que haja desenvolvimento proativo e significativo para que no futuro e adolescência ou até mesmo na fase adulta o indivíduo não sofra com a falta de desenvolvimento na parte cognitiva. Assim, com base nos resultados esperados, conclui-se que o trabalho tem grande importância, principalmente na área educativa já que suas práticas e aplicações buscam compreender e auxiliar no ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Processos cognitivos; Educação Infantil, Neurociência.

#### **5. Aplicação de controlador GPC explícito para controle avançado de um sistema de eletroestimulação neuromuscular**

Domingos Lira de Almeida Neto<sup>1</sup>, Daniel Guerra Vale da Fonseca<sup>2</sup>, Aline Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Boaz Cavalcante Antunes Almeida<sup>1</sup>, Túlio Fernandes de Almeida<sup>1</sup>, Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

A Eletroestimulação Funcional (FES) tem sido largamente utilizada para reabilitação de pessoas com deficiência física, permanentes ou temporárias. Porém, a baixa complexidade dos sistemas eletrônico-computacionais associados a sistemas de controle avançado limitam a aplicação de técnicas que envolvem movimentos complexos. Para resolver esse problema, é possível utilizar algoritmos de controle MPC. Dentre eles, o controle preditivo Generalizado (GPC) se destaca por ser uma das técnicas de Controle Preditivo baseado em Modelo (MPC) que utiliza informações do modelo do processo na forma de função de transferência para prever o comportamento futuro do sistema, o que o torna adequado para sistemas identificados. Além disso, o GPC consegue lidar tanto com sistemas MIMO, quanto com as restrições presentes nos processos. Por isso, a proposta deste trabalho é desenvolver um sistema de controle avançado baseado em GPC explícito capaz de ser implementado em sistemas embarcados e que, mesmo assim, sejam capazes de lidar com a complexidade da movimentação envolvida na reabilitação por eletroestimulação, ao mesmo tempo que garantem que as restrições sejam satisfeitas. Para isso, conceitos de controle avançado de processos com GPC explícito multivariável (mp-GPC) serão estudados, de forma que seja possível minimizar a energia aplicada, evitando possíveis lesões no processo de reabilitação causadas pela eletroestimulação, e garantir que os movimentos necessários no processo de reabilitação sejam devidamente executados. Os resultados mostram que a abordagem com o GPC resulta em redução significativa do tempo computacional em tempo de execução para o cálculo das ações de controle. Mais testes mostram que o GPC explícito é capaz de realizar o controle avançado mesmo na presença de incertezas na identificação da relação entre a tensão aplicada nos músculos e os ângulos, até o controle avançado da marcha.

Palavras-chave: Eletroestimulação Funcional; Controlador Preditivo Generalizado; Programação Multiparamétrica; GPC Multiparamétrico.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

## **6. Controlador PWA-PID para Infusão de Propofol em Procedimentos Cirúrgicos com Feedback Online Usando a Escala BIS e EEG**

Domingos Lira de Almeida Neto<sup>1</sup>, Aline Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Boaz Cavalcante Antunes Almeida<sup>1</sup>, Túlio Fernandes de Almeida<sup>1</sup>, Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

Anestesia é o estado de total ausência de dor e é amplamente utilizada durante procedimentos cirúrgicos, exames, diagnóstico, curativos ou na terapia intensiva. A correta execução do procedimento é essencial para garantir o bem-estar do paciente. Os anestésicos intravenosos, como o propofol (fármaco de curta-duração usado para indução anestésica, manutenção e sedação durante procedimentos médicos), são amplamente usados para fornecer uma boa manutenção e aceleração da recuperação. Seu ajuste contínuo (administração manual) onera a carga de trabalho dos anestesistas que trabalham em ambiente multitarefa. O controle em malha fechada da infusão de propofol tem o potencial de oferecer vários benefícios em termos de rejeição às perturbações. Propõe uma abordagem para a administração automatizada de Propofol em malha fechada para controlar o nível de sedação em procedimentos cirúrgicos. Em contraste com a maioria das pesquisas existentes

sobre o controle da anestesia que usam estratégias de controle linear ou de suas variantes, nossa utiliza de um algoritmo de controle PWA-PID (Piecewise affine Proportional Integral Derivative) para controlar com precisão a infusão da droga, uma vez que garante invariância positiva controlada, ou seja, não infringe os limites de controle do sistema, uma vez calculado o conjunto invariante  $\lambda$  contrativo. O modelo utilizado na simulação para sintonia do controlador foi obtido considerando o método de Wiener para farmacocinética e farmacodinâmica, que utiliza três compartimentos regulares e um controlador convencional para ajuste de nível da sedação de acordo com a escala Bispectral Index (BIS). O mesmo fornece uma metodologia confiável e segura para infundir o anestésico usando o sistema de controle em malha fechada, e feedback via eletroencefalograma (EEG), para medir o nível de sedação em pacientes. Os resultados obtidos para diferentes pacientes mostram que o modelo padrão se ajusta aos dados do modelo desenvolvido no Simulink.

Palavras-chave: Piecewise affine Proportional Integral Derivative; Escala BIS; EEG; Propofol.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

## **7. Análise comportamental após a administração de GBR12909 e tratamento com lítio em camundongos**

Lucas de Melo Lira<sup>1</sup>, Ana Carolina Bione Kunicki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

A doença bipolar (DB) é um transtorno psiquiátrico crônico caracterizado por períodos de mania e depressão intercalados por períodos normais de humor (eutímia). Um baixo número de modelos animais obtêm sucesso nos critérios de validade envolvendo a bipolaridade. Diversos estudos indicam uma relação direta entre alterações no sistema dopaminérgico e o desenvolvimento da DB, onde o aumento da transmissão dopaminérgica está diretamente ligado a sintomas de mania e sua diminuição a depressão. Este projeto tem como objetivo validar e padronizar um protocolo de indução aguda de mania em camundongos. Para tanto, pretendemos avaliar as alterações comportamentais nas tarefas de labirinto em zero elevado e campo aberto após a administração intraperitoneal de GBR 12909 (30 mg/kg), um inibidor da recaptação de dopamina. Pretendemos também avaliar se essas alterações são revertidas pela administração de lítio, o fármaco mais utilizado atualmente no tratamento da DB. Sua validação será dada através da análise do comportamento de camundongos selvagens. Os animais serão divididos em 4 grupos: GBR, GBR + lítio, salina e salina + lítio. Todos os animais passarão pelos mesmos procedimentos e realizarão os mesmos testes, a única diferença entre eles será o tratamento. Os resultados preliminares já mostraram alterações significativas no comportamento entre os grupos em ambas tarefas comportamentais. Os resultados finais deste projeto visam contribuir para a compreensão dos mecanismos envolvidos na fisiopatologia da mania e poderão embasar o desenvolvimento de novos tratamentos.

Palavras-chave: Modelo Animal; Lítio; GBR 12909.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), Capes.

## **8. O papel do biomédico na neuroengenharia**

Maria Heloísa Moreira Vasconcelos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

Neuroengenharia é uma área interdisciplinar responsável por investigar o funcionamento do sistema nervoso e desenvolver soluções para seus impasses. Desde 2013 o Instituto Internacional de

Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS) oferece o primeiro mestrado em Neuroengenharia do Brasil, com duas áreas de concentração: a interface cérebro-máquina e neuromodulação. Nesse aspecto, o biomédico pode atuar em pesquisas, conforme a regulamentação dada pela Lei n.o 6.684. Atualmente os cinco conselhos regionais da classe somam 50 mil profissionais biomédicos registrados e estima-se que 11 mil estudantes estejam matriculados em 220 cursos de Biomedicina no país. Portanto, o objetivo deste trabalho é delinear a inserção e o perfil laboral do biomédico na área de neuroengenharia. Foi realizado uma pesquisa exploratória descritiva para caracterizar a atuação dos biomédicos que entraram no programa de pós graduação de Neuroengenharia do IIN-ELS de 2013 à 2019 e o conhecimento de alunos de graduação sobre esta área. Baseado no levantamento de informações coletadas através de um formulário online (Google Forms) distribuído para cada participante. Constatou-se que 5 biomédicos entraram no mestrado em Neuroengenharia, porém apenas 3 puderam participar da pesquisa. Estes profissionais concluíram a graduação entre 2017 e 2019 e todos ingressaram no mestrado durante o ano de 2019. O eixo de pesquisa onde eles trabalham são: Cognição, Neurociência Computacional, Interface Cérebro-Cérebro e Reabilitação. Apenas dois deles afirmam que o curso de Biomedicina ofereceu uma boa base para cursar o mestrado e que suas vivências durante a graduação lhe incentivaram a fazer Neuroengenharia. Todos os profissionais concordam que deveria ser criado uma habilitação em Neuroengenharia e recomendam essa área para os demais colegas. Dentre os 13 alunos de graduação que participaram, foi unânime o desejo de conhecer melhor essa área e as oportunidades que ela oferece ao biomédico.

Palavras-chave: Competência profissional; biomédico; atuação; neurociências.

## **9. Efeito da injeção intracerebral de CRF sobre a atividade elétrica hipocampal**

Moshé Amarillo<sup>1</sup>, Bárbara O. dos Santos Meneses<sup>2</sup>, Marisol Lamprea R<sup>1</sup>, Edgard Morya <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Neurociencias, Departamento de Psicología, Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup>Instituto Santos Dumont (ISD).

Os organismos precisam obter e manter informação relevante para se adaptar ao entorno. A informação relevante tem a característica de ativar circuitos cerebrais que modulam a eficiência do processamento da informação, estes circuitos liberam substâncias cujos mecanismos celulares encontram-se bem definidos mas seus efeitos na dinâmica cerebral ainda não estão bem estabelecidos; O circuito mais descrito é o sistema do estresse, nele exploramos a liberação de um dos agentes, o fator liberador de corticotropina (CRF) sobre a dinâmica do funcionamento do hipocampo. Animais foram anestesiados com Uretano (1.25 g/Kg), montados em um aparato estereotáxico e implantados com eletrodos para o registro da atividade elétrica da região CA1. Registrou-se linha base (15 min), após injetou-se CRF de maneira intracerebral (10 ng) e no final se observou a resposta post-injeção (25 min). Resultados preliminares mostram um aumento no poder na banda de 140Hz, implicada no processo de consolidação. Este resultado explica a melhora no desempenho de outros sujeitos que receberam o mesmo agente e a mesma dose depois da aquisição de uma tarefa de evitação inibitória.

Palavras-chave: CRF; Hipocampo; Potencial de campo local; consolidação; memória.

## **10. Modelagem de circuitos espinais para investigar aprendizado e performance de movimentos de alcance**

Pablo Filipe Santana Chacon<sup>1</sup>, Sergio Verduzco-Flores<sup>2</sup>, Erik De Schutter<sup>2</sup>, Fabrício Lima Brasil<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD). <sup>2</sup>Okinawa Institute of Science and Technology (OIST)

O papel da medula espinal em movimentos voluntários tem sido debatido há bastante tempo. Normalmente sugeriu-se que o recrutamento muscular fosse programado e controlado explicitamente por sinais advindos do cérebro. No entanto, estudos têm mostrado que os circuitos na medula espinal são amplamente conectados e podem fornecer mais do que apenas um controle mecânico para músculos individuais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é a reprodução de modelos computacionais existentes de medula espinal e de sistema musculoesquelético, aliado a um algoritmo de aprendizado. Objetivo: investigar detalhadamente se ao utilizar tais modelos a rede medular desenvolvida seria capaz de gerar independentemente a dinâmica fisiológica muscular necessária para movimentos de alcance. Os modelos foram reproduzidos utilizando o simulador neuronal Draculab desenvolvido em Python, implementando as estruturas e conexões detalhadas nos estudos prévios. No modelo de medula espinal, cinco vias clássicas foram implementadas (via propriospinal, via Ia de excitação, via Ia de inibição, via Renshaw inibitória e via Ib inibitória), representadas por seus respectivos interneurônios aliados ao motoneurônio alfa. Além disso, um modelo planar do braço com duas articulações (cotovelo e ombro) e seis músculos foi implementado no simulador e conectado ao modelo espinal a fim de verificar a performance da rede. Como resultado, foi observado que a rede medular desenvolvida obteve uma boa performance na tarefa de alcance aos diferentes alvos avaliados. Um aprendizado mais rápido foi observado para alvos próximos à trajetória realizada pelo braço sem nenhum ciclo de aprendizado do algoritmo, mas a rede também obteve sucesso no alcance de alvos mais difíceis ao aumentar o número de ciclos do algoritmo. Dessa forma, pode-se concluir que os modelos e algoritmo de aprendizado foram capazes de desenvolver a dinâmica necessária para o sucesso da tarefa de alcance a diferentes alvos.

Palavras-chave: Modelagem Computacional; Medula Espinal; Movimento de Alcance.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), Okinawa Institute of Science and Technology (OIST), Capes.

## **ÁREA DO CONHECIMENTO: BIOMECÂNICA E REABILITAÇÃO**

### **11. Suporte de peso automatizado para reabilitação da marcha**

Antônio Carlos Lima Neto<sup>1</sup>; Anderson Pereira da Silva<sup>1</sup>; Antônio Carlos Néri<sup>1</sup>; Fernando Alves de Oliveira<sup>1</sup>; Joelma Rezende Durão Pereira<sup>1</sup>; Mouhamed Zorkot<sup>1</sup>; Sandro Pereira da Silva<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras – UFLA

No Brasil, existem aproximadamente 55 milhões de pessoas com dificuldades para andar, de crianças a idosos, provenientes de causas naturais ou enfermidades (IBGE). Esses indivíduos podem apresentar dificuldades em reproduzir a força muscular necessária para a realização da marcha. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de um modelo virtual de um Suporte de Peso automatizado, com software, que tem por função promover a descarga controlada do peso do usuário enquanto seus membros inferiores são movimentados em uma esteira ou solo, para auxiliar e otimizar o processo de reabilitação. Para isso, foi desenvolvido o projeto mecânico detalhado, acionado com motor de passo para regulagem de altura da estrutura. Ainda na parte mecânica, foram definidos rodízios hospitalares, com trava, visando a segurança do usuário. O sistema automatizado é composto por uma célula de carga associada a um fuso esférico acoplado ao servo motor, para controle da descarga de peso. O controle é realizado na plataforma de programação virtual Labview<sup>®</sup>, com placa de aquisição e controlador Arduino<sup>®</sup>. Além disso, o modelo possui um sistema de aquisição e processamento de dados inteligente, com hardwares como eletrogoniômetro e sensor de pressão, o Velostat. Validado através de simulação virtual e protótipo em menor escala, este desenvolvido em impressão 3D, o projeto mecânico apresentou adaptabilidade visto que é regulável a qualquer indivíduo e esteira. O software, em sua versão beta, apresentou bons resultados no controle e automatização da estrutura e os sensores realizaram a leitura das principais articulações envolvidas na marcha e dos pontos de concentração de descarga sobre os pés, valores estes representados por

um mapa de calor. O sistema, através dos dispositivos selecionados, permite maior precisão e segurança no processo de reabilitação motora e, com os resultados apresentados, visa-se a construção do sistema em escala real para realização de testes e validação.

Palavras chaves: Suporte de Peso; automatização; reabilitação; software; LabView®.

## **12. Modelagem e análise da dinâmica do salto humano para aplicação futura em exoesqueletos**

Mouhamed Zorkot<sup>1</sup>, Wander Gustavo Rocha Vieira<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras – UFLA

Exoesqueletos têm sido recentemente uma das mais importantes inovações tecnológicas estudadas nos últimos anos com o foco de auxílio na reabilitação de pacientes que apresentam perda parcial ou total da marcha. É importante ressaltar que em um primeiro instante, o esqueleto auxilie o paciente voltar a apresentar a marcha, mas, no entanto, no futuro, o exoesqueleto permita o paciente a saltar e a correr. Assim, o intuito desse trabalho é realizar um estudo preliminar da análise cinemática e dinâmica, desenvolvendo uma modelagem dos membros inferiores humanos (representados por um sistema massa mola) inicialmente para o salto. Note que o salto é um caso particular da marcha da corrida, quando a velocidade de translação é nula. O movimento do salto é modelado por um sistema com parâmetros variáveis que é composto de duas partes: fase de contato e fase aérea. Na primeira, é considerado que existe uma força de compressão entre o sistema massa-mola- amortecedor e o solo, e que existe uma força de impulso. Na fase aérea considera-se que não existe contato entre o solo e sistema de 1gdI, desprezando-se assim o efeito dos amortecedores e molas. As equações são resolvidas via integração numérica por diferenças finitas centradas no tempo realizadas em partes para representar as condições aéreas e de contato. Os resultados das simulações mostram que como durante a fase aérea, a aceleração é constante, a velocidade é linear e o deslocamento parabólico. Além, é possível notar que ao colocar restrições de força máxima transmitida no corpo humano, deslocamento dos membros inferiores, entre outras, pode-se determinar a altura máxima alcançada no salto. Por fim, ao analisar os parâmetros de perda de energia do sistema (amortecimento) e as transformações de energia entre termos de energia potencial gravitacional e elástica e energia cinética, pode-se prover caminhos para o desenvolvimento de exoesqueletos que melhor lidem com as restrições energéticas, físicas e fisiológicas.

Palavras chaves: exoesqueleto; marcha humana; massa-mola; modelagem; Matlab®.

## **13. Órtese de tornozelo automatizada para pacientes hemiparéticos**

Mouhamed Zorkot<sup>1</sup>, Sandro Pereira da Silva<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras - UFLA

Propõe-se o desenvolvimento de uma órtese de tornozelo, acionada por eletromiografia(EMG), que auxilia a execução da marcha na reabilitação de vítimas do Acidente Vascular Encefálico(AVE), reduzindo os impactos causados pelo acidente. Para isso, o membro inferior foi escaneado com o T-SCAN, da empresa Zeiss e, a partir da modelagem do membro inferior, foi desenvolvido e impresso com poliácido láctido, em 3D, um modelo de órtese de tornozelo através do software FUSION®. A órtese de tornozelo tem a função de captar os pulsos elétricos dos músculos responsáveis pelos movimentos de flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo através do MyoWare Muscle Sensor, que é acompanhado de 3 eletrodos. O seu princípio de funcionamento é dado pela medição da capacidade de ativação via potencial elétrico, conhecido como eletromiografia. O conjunto foi montado com o servo motor e o microcontrolador Arduíno. Como resultados, com a integralização do do sistema pé tornozelo com o protótipo e hardware embutido, a órtese de tornozelo operou por intermédio dos pulsos recebidos do grupo muscular nos movimentos de dorsiflexão e flexão plantar quando os seus

respectivos músculos foram exigidos. O protótipo e os sensores responderam bem aos comandos para movimentos repetitivos e alternados, apresentando bons indícios para as primeiras etapas da realização da marcha. O sistema pé-tornozelo desenvolvido se mostrou fidedigno à anatomia humana. Na integração com o conjunto eletrônico, o sensor Myoware Muscle proporcionou a captação do pulso elétrico, por diferença de potencial, e o tratamento de dados para o controle da órtese por EMG. A aplicação mostrou-se eficaz na obtenção dos sinais do grupo muscular gastrocnêmio e tibial anterior, apresentando resultados promissores para o desenvolvimento de um modelo com maior grau de liberdade. A aplicação dos controles associado ao hardware permitiu a captura dos sinais e a movimentação da órtese.

Palavras chave: Órtese; Eletromiografia; Impressão 3D; AVE.

#### **14. Proposta de um protocolo de reabilitação baseada em eletroestimulação neuromuscular**

Túlio Fernandes de Almeida<sup>1</sup>, Domingos Lira de Almeida Neto<sup>1</sup>, Boaz Cavalcante Antunes Almeida<sup>1</sup>, Aline Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

O objetivo do estudo é propor um protocolo de reabilitação baseado no uso de um eletroestimulador neuromuscular modular de 4 canais portátil com realimentação em cascata de posição e tensão, de baixo custo, integrado a um sistema de controle avançado para definição de tarefas complexas. Para isso, foi utilizado um eletroestimulador com 4 canais independentes de estimulação transcutânea, capaz de gerar uma tensão com duas fases, integrado a um sistema de controle de tensão cujas referências são recebidas por comunicação Wi-Fi (via sistema de controle avançado). O protocolo de reabilitação baseado na eletroestimulação para executar tarefas complexas, se dá da seguinte forma, o terapeuta deve calibrar o aparelho para o usuário (criando um perfil - o aparelho armazena as sessões e gera relatórios para avaliar a evolução), posicionar os eletrodos em músculos chave, além de um sensor de angulação na extremidade da articulação e determinar a posição da articulação por meio da interface, decompondo os movimentos em fases. Após isso, o aparelho, de forma independente, percebe a angulação inicial, calcula e transmite a tensão necessária para o músculo, posicionando a articulação na angulação desejada. Testes técnicos mostram que é possível realizar a execução de tarefas complexas que envolvem o controle de até 4 grupos musculares, como por exemplo a marcha e alcance. Com a incorporação do protocolo, é possível potencializar a reabilitação e otimizar o tempo de atendimento, ao selecionar o perfil desejado onde os parâmetros serão ajustados automaticamente, restando somente posicionar os eletrodos. Com os relatórios será possível observar a evolução do paciente, com a melhora é esperado um aumento na produção de força e, conseqüentemente, diminuição da variação de tensão enviada, proporcionado uma avaliação das metas com o paciente. Portanto o uso do protocolo proposto permite ao terapeuta otimizar a sessão de atendimento e quantificar a evolução do paciente forma prática.

Palavras-chave: Neuroengenharia, Pessoa com deficiência, Eletroestimulação, Dispositivo Médico, Reabilitação

### **ÁREA DO CONHECIMENTO: DISPOSITIVOS E INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA**

#### **15. Sistema para medição de glicose de forma não invasiva baseado em conceitos de espectroscopia de infravermelho**

Caíque Nonato Nascimento Rocha Oliveira<sup>1</sup>, Giulia Wynne Teixeira e Silva <sup>1</sup>, João Victor Melquiades Satiro<sup>1</sup>, Richard Halti Cabral<sup>1</sup>, Livia do Vale Gregorin<sup>1</sup>, Felipe Santana Santos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratório de Bioengenharia e Medicina, Universidade Tiradentes.

A Diabetes Mellitus é uma doença crônica que tem como característica a elevação de glicose no sangue. Segundo a Organização Mundial de Saúde, milhões de pessoas vivem com este distúrbio, sendo aproximadamente 16 milhões de brasileiros portadores da doença. Apesar de incurável, o portador pode ter uma vida tranquila se for feito o devido acompanhamento diário. A técnica utilizada para isto é uma medição invasiva, o que se torna uma desvantagem, pois devido a perfurar o dedo e precisar descartar a ponta do material, esta se torna dolorosa e onerosa. Assim, tem sido difundida no meio científico a busca por métodos capazes de realizar este procedimento de forma não invasiva. Este projeto visa contribuir neste cenário, e propõe a construção de um medidor glicêmico não invasivo baseado em conceitos físicos ópticos, através da técnica de espectroscopia de infravermelho. Sabe-se que, ao incidir radiação eletromagnética em uma amostra, ocorrerão alguns fenômenos, a saber: absorção, refração ou dispersão. Através destes eventos, é possível mensurar a concentração de determinado material, neste caso a glicose. O estudo quantitativo da intensidade de absorção de radiação infravermelha é baseado na lei de Beer-Lambert. Esta define, de forma empírica, a interação entre uma radiação monocromática e uma solução com uma substância absorvente. Tendo em vista esta modelagem matemática e sabendo que a glicose possui bandas de absorção de infravermelho próprias, os dados de calibração são definidos. A partir destes dados, é possível propor um modelo. A partir deste, pretende-se desenvolver um sistema embarcado standalone capaz de determinar a quantidade de infravermelho absorvida e através de um algoritmo em software determinar numericamente o valor de concentração de glicose. Espera-se que ao fim dos testes o projeto seja funcional e aplicável em locais onde há a necessidade deste tipo de exame. Palavras chaves: Diabetes Mellitus; Infravermelho próximo; Espectroscopia; Sistemas Embarcados.

## **16. Dispositivo baseado em princípios de espectrofotometria para estimação da saturação parcial de oxigênio**

Manuella de Souza Gonçalves Guimarães<sup>1,2</sup>, Josué Eduardo da Silva Montalvão<sup>1,2</sup>, João Victor Melquiades Satiro<sup>1,2</sup>, Richard Halti Cabral<sup>1,2</sup>, Felipe Santana Santos<sup>1,2</sup>, Livia do Vale Gregorin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Bioengenharia e Medicina, Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP), <sup>2</sup>Universidade Tiradentes (UNIT).

O transporte de oxigênio para as células do corpo humano ocorre através da corrente sanguínea por meio da associação à proteína hemoglobina. Sendo substância primordial para o funcionamento das células, quando o transporte de oxigênio é prejudicado, uma série de complicações é desencadeada, podendo levar o indivíduo a danos permanentes e, até mesmo, a óbito. O acompanhamento prévio da taxa de saturação de oxigênio pode evitar que essas complicações relacionadas à hipóxia (baixa taxa de oxigenação) ocorram. De forma não invasiva, baseando-se em princípios de espectrofotometria relacionados às leis de Lambert e Beer, a fotopletismografia permite fazer uma estimação da saturação parcial de oxigênio no sangue arterial. A técnica consiste em incidir feixes ópticos de luz monocromática vermelha e infravermelha sobre uma região periférica do corpo, a qual é composta por um fluxo sanguíneo que se altera de acordo com as fases de sístole e diástole do coração. As diferenças entre as características de absorbância da hemoglobina oxigenada e da não oxigenada, para comprimentos de onda bem definidos, permitem a quantificação da proporção entre oxihemoglobinas e desoxihemoglobinas presentes no sangue. A partir das características descritas, esse projeto visa o desenvolvimento de um dispositivo standalone habilitado para extrair informações relevantes do sinal captado após a transmissão dos feixes e, por meio de um algoritmo, calcular o nível de saturação parcial de oxigênio. Esse dispositivo tem sua aplicação focada em integrar a oximetria de pulso a um framework capaz de agregar dados de diferentes dispositivos, fazendo dela



parte de um conjunto de exames associados a uma plataforma online de diagnósticos que, por meio de um banco de dados, contribuirá para estudo científico da área médica.

Palavras-chave: Espectrofotometria; Oxihemoglobina; Fotopletismografia; Sistemas embarcados; Bioengenharia.

## **17. Circuito de controle de tensão para eletroestimulador neuromuscular funcional portátil**

Boaz Cavalcante Antunes Almeida<sup>1</sup>, Túlio Fernandes de Almeida<sup>1</sup>, Domingos Lira de Almeida Neto<sup>1</sup>, Aline Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

A estimulação elétrica neuromuscular é capaz de gerar uma contração muscular passiva e produzir movimento articular. Essa técnica é utilizada na reabilitação de pessoas com deficiência física, atletas e em pós-operatórios, sua aplicação se dá principalmente de forma transcutânea, com os eletrodos fixados no ventre muscular. Mas, algumas dificuldades são percebidas durante sua aplicação: a contração de músculos agonistas e antagonistas para execução de uma tarefa; executar movimentos com grande variação angular, por requerer maiores variações de tensão sem ultrapassar os limites de segurança; a possibilidade de locomoção do paciente, devido ao aparelho estar fixo. Por isso, o objetivo do presente estudo é apresentar o desenvolvimento de um circuito de controle de tensão para um eletroestimulador neuromuscular funcional portátil. Para isso, foram utilizados componentes eletrônicos básicos para o desenvolvimento de um boost, associado a construção de uma ponte H para alternar o sinal de estimulação, visando produzir uma corrente segura, evitando um desequilíbrio químico e potencial queimaduras. Para garantir sua autonomia, o circuito conta com uma bateria recarregável capaz de suportar 12 horas de funcionamento. Como resultado, o protótipo desenvolvido é capaz de gerar uma corrente alternada de frequência ajustável, com uma amplitude variável controlada de até 100 volts e uma corrente limitada a 100 mA. Nele, o terapeuta pode configurar a duração de pulso, frequência e amplitude de forma independente para cada canal de estimulação, com estímulo específico para cada músculo de forma sincronizada com base no ângulo. Os parâmetros alcançados são capazes de promover a contração muscular de forma segura, tendo como diferencial a independência de cada canal, a comunicação remota com outros sistemas computacionais e ser um aparelho portátil. Assim, o circuito apresentado se mostra robusto e pronto para a validação em humanos para desenvolvimento do produto final.

## **ÁREA DO CONHECIMENTO: ENGENHARIA BIOMÉDICA E ENGENHARIA CLÍNICA**

### **18. Proposta de um sistema de monitoramento de acamados para prevenção de úlceras por pressão**

José Pablo Gonçalves de Queiroz<sup>1</sup>, Bruno Guedes Spinelli<sup>1,2</sup>, Severino Peixoto Nunes Netto<sup>1</sup>, Fabrício Lima Brasil<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Um dos problemas mais comuns em pacientes acamados é o aparecimento de úlceras de pressão, caracterizada como lesões localizadas da pele e/ou tecido, em resultado da pressão e/ou cisalhamento. A principal causa está associada a restrição ao leito, a literatura aponta que este

agravo resulta em uma série de problemas secundários como: riscos de infecção; aumento do quadro algico; prolongamento do tempo de internação e da recuperação funcional; além de custo financeiros adicionais. Medidas preventivas como mudanças de decúbitos é o padrão ouro para reduzir as ocorrências, entretanto os procedimentos são muitas vezes negligenciados ou esquecidos. Baseado nisso, uma forma de solucionar este problema é integração da tecnologia ao ambiente hospitalar. Propõe-se o desenvolvimento de um sistema de colchão inteligente capaz de realizar o monitoramento e apresentar, em tempo real, a distribuição de peso do acamado através de um aplicativo mobile (App). O App também deve ter a capacidade de notificar qual o momento adequado de realizar as mudanças de decúbito do paciente, seja pelo tempo demasiado de imobilidade ou quando detectar alto nível pressão em um determinado ponto entre o paciente e o colchão. O sistema utilizará resistores sensíveis à força inseridos na superfície interna do colchão, e serão integrados a um módulo Wi-Fi ESP8266 NodeMCU responsável por armazenar os dados e enviá-los em tempo real para o App. O App deverá interpretar os dados, fornecer feedback visual da pressão em cada sensor e notificar no momento adequado quando for necessária a alteração da posição do paciente, sempre explicando ao cuidador e/ou aos profissionais da saúde a motivo da notificação. Portanto, espera-se que o sistema seja capaz de realizar o monitoramento da distribuição de peso de pacientes acamados, identifique pontos de alta pressão e notifique quando for necessária a mudança de posição do paciente, prevenindo o aparecimento úlceras de pressão.

Palavras-chaves: Pacientes acamados; Lesão por pressão; Úlceras; Internet das coisas (IoT); App.

## **ÁREA DO CONHECIMENTO: INTERFACE CÉREBRO-MÁQUINA**

### **19. Fechando o ciclo de feedback sensorial para dispositivos neuroprotéticos**

Alex Aquino dos Santos<sup>1</sup>, Severino Peixoto Nunes Netto<sup>1</sup>, Fabrício Lima Brasil<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra (IIN-ELS)

**INTRODUÇÃO:** Em todo o mundo, milhões de pessoas sofrem com a perda de membros como resultado de amputação. Interfaces homem e cérebro-máquina (ICM) oferecem uma alternativa promissora para restaurar o comportamento motor em amputados. No entanto, mesmo considerando a evolução observada nos últimos anos, a taxa de rejeição de dispositivos protéticos é estimada em até 40%, sendo o principal motivo a ausência de feedback sensorial significativo. **OBJETIVOS:** A fim de abordar essa lacuna, propomos uma ICM de circuito fechado bidirecional para elucidar padrões de estimulação por meio da estimulação direta de nervos periféricos sob a hipótese de que padrões específicos de estimulação poderiam fornecer feedback somatossensorial próximo ao observado naturalmente, e assim, possibilitar um controle robusto, eficiente e uma completa biointegração de dispositivos neuroprotéticos, permitindo a sensação de que eles fazem parte do corpo e restaurando completamente a função perdida. **MÉTODOS:** Uma ICM consistindo de uma neuroprótese (adaptada para um primata não humano) contendo sensores de força resistivos fornecerão o sinal de entrada para um transdutor gerar trens de pulso de estimulação elétrica de nervos periféricos para a restauração do feedback sensorial. Matrizes de microeletrodos serão implantadas nos nervos periféricos preservados do braço do animal e no córtex somatossensorial primário (S1) nos dois hemisférios cerebrais. Esses implantes serão utilizados para analisar a atividade cerebral em S1 enquanto o animal realiza tarefas que envolvem a manipulação de objetos e para avaliar a interpretação em S1 do estímulo fornecido. O primata em questão foi fornecido pelo IBAMA ao IINELS, após ser vítima de descarga elétrica e sofrer amputação. **CONCLUSÃO E RESULTADOS ESPERADOS:** Esperamos elucidar padrões de estimulação somatossensorial que possam fornecer uma metodologia robusta para refletir informações sensoriais de um dispositivo neuroprotético no sistema nervoso.

Palavras-chave: Interface cérebro-máquina; Biofeedback; Neuroprotética.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

## **20. Uso de eletroencefalografia para controlar um avatar em ambientes de realidade virtual**

Flávia Freire Carneiro<sup>1</sup>, Rodrigo Henrique Oliveira do Amaral<sup>1</sup>, Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, Johseph Paballo Gomes de Souza<sup>1</sup>, Luiz Henrique Lisboa Galvão<sup>1</sup>, Severino Peixoto Nunes Netto<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

A interface cérebro-máquina é um sistema que capta informações do encéfalo e as utiliza para controlar um dispositivo externo. Quando integrada à realidade virtual, ambiente que promove ao usuário experiências imersivas em um mundo artificial, pode ser usada para restaurar funções sensoriais motoras, possibilitando assim a ampliação de estratégias de reabilitação. Para isso, podem ser utilizados diversos paradigmas relacionados a eletroencefalografia, e um dos mais usados é a simulação do movimento de membros apenas com a imaginação. Esse paradigma é a imagética motora, e com ele é possível controlar um avatar para realizar movimentos no ambiente virtual, o que favorece a plasticidade neural. Este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um protocolo de comunicação para um ambiente virtual utilizando sinais de eletroencefalografia como forma de controle de um avatar. Os softwares utilizados foram: OpenVibe Designer, para desenvolver e executar aplicativos; OpenVibe Acquisition Server, para realizar a comunicação com o dispositivos de aquisição de sinais; Unity, usado na criação do ambiente virtual, e Microsoft Visual Studio, utilizado no desenvolvimento do algoritmo escrito em C# para o funcionamento do espaço virtual. Os sinais foram simulados no OpenVibe Designer e enviados ao OpenVibe Acquisition Server, que estabeleceu a comunicação e enviou a classificação do protocolo de imagética motora, possibilitando a utilização dessa informação para gerar alterações no ambiente virtual. No Unity, foi desenvolvido um avatar humanoide que, de acordo com os valores adquiridos, realizava movimentos de marcha para frente ou permanecia em repouso. Com refinamento deste estudo, espera-se que se estabeleçam melhores perspectivas de utilização do sistema. Logo, pacientes com deficiências motoras e cognitivas podem se beneficiar desta nova ferramenta, com melhoras em sua qualidade de vida, e novas abordagens no campo da saúde e engenharia biomédica podem ser facilitadas.

Palavras-chave: Interface Cérebro-Máquina; Realidade Virtual; Eletroencefalografia; Imagética Motora; Reabilitação.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

## **21. Proposta de controle mioelétrico de prótese com feedback tátil.**

Gabriela de Araújo Albuquerque<sup>1</sup>, Amauri Marcos Costa de Moraes Junior<sup>1</sup>, Fabrício Lima Brasil<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

Em todo o mundo, milhões de pessoas sofrem com a perda de membros resultante de amputação. As interfaces cérebro-máquina oferecem uma alternativa promissora para restaurar o comportamento motor em amputados. Mesmo considerando a evolução observada nos últimos anos, a taxa de rejeição de dispositivos protéticos é estimada em até 40%, além do preço alto, falta de movimentos e feedback sensorial. Um sistema de baixo custo, composto por uma eletromiografia compacta com três canais, com sensor resistor e atuador vibratório, será projetado para fornecer mais funções e controle mais refinado da força aplicada em objetos usando prótese mioelétrica. Um músculo será responsável pelo chaveamento, isto é, trocar os movimentos que serão possíveis de serem realizados e dois músculos serão responsáveis por fazer uma combinação de diferentes movimentos.

Foram definidos quatro chaveamentos, de forma que o usuário possa realizar na chave 1 o movimento de flexão e extensão de mão (abrir/fechar), na chave 2 o movimento de pinça (indicador e polegar), na chave 3 movimento do indicador apenas, e na chave 4 rotação de punho. A prótese escolhida para os testes foi a Exii Hackberry Arm por ser de baixo custo para ser implementada, impressa em 3D, e por já ser utilizada em outras pesquisas. Porém, outras próteses podem ser utilizadas com essa metodologia de controle. Testes preliminares foram realizados com as placas desenvolvidas sendo possível captar o sinal de 3 músculos e acionar os servomotores que serão utilizados para os movimentos. Para o feedback tátil serão utilizados sensores Strain gauge modelo BF350 e para fazer a atuação será utilizado o motor de vibração modelo 1027. O teste de conceito será através do “box and blocks test” e “Clothespin test”. Espera-se que com o baixo custo, aumento de funcionalidades e movimentos, haja uma maior aderência a utilização de próteses mioelétricas possibilitando maior autonomia na força aplicada e sensibilidade na manipulação de objetos.

Palavras chave: Prótese mioelétrica, chaveamento, feedback tátil, baixo custo

## **ÁREA DO CONHECIMENTO: TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

### **22. Aplicação de plasma de hidrogênio a pressão atmosférica na superfície de implantes neurais**

Bárbara Meneses<sup>1</sup>, Vitor Leandro<sup>1</sup>, Jussier de Oliveira<sup>2</sup>, Clodomiro Alves<sup>2</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD). <sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

O tratamento na superfície de implantes neurais tem sido muito estudado devido a sua importância para biocompatibilidade com o sistema nervoso. A presença de um corpo estranho no meio ocasiona encapsulamento glial, dificultando em uma melhor qualidade de registro e microestimulação. Esse trabalho tem o objetivo de aplicar plasma de hidrogênio na superfície do eletrodo de modo que se possa alterar as características hidrofóbicas/hidrofílicas. Foram usados 12 fios de eletrodos, subdividindo em grupos de sem aplicação de plasma e outro aplicando plasma na condição de Ar + 30% de hidrogênio. Em seguida, utilizando o método da gota pendente, uma gota de água foi suspensa na superfície do implante de modo a verificar a molhabilidade do mesmo. Foi visto que o ângulo formado entre a bolha e o eletrodo muda, mostrando que houve uma mudança nas forças moleculares e da interação entre o eletrodo e a água. Esse resultado permite abrir novas perspectivas para o estudo de biocompatibilidade e resposta inflamatória, onde a aplicação de plasma pode abrir diversas vantagens, como ter um maior controle da superfície do eletrodo e redução de custo na fabricação de implantes.

Palavras-chave: implantes neurais, plasma a pressão atmosférica, molhabilidade.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD); Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA); FUCITERN.

### **23. Ivert: dispositivo vestível para auxílio da correção postural**

Claudia da Guia de Medeiros Silva<sup>1</sup>, Alex Aquino dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), <sup>2</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD)

**INTRODUÇÃO:** A dinâmica da vida moderna, o uso de smartphones, tablets, computadores, a alta sobrecarga no ambiente de trabalho e domiciliar, desencadearam alterações posturais preocupantes, uma vez que posturas ideais para execução das tarefas normalmente não têm sido respeitadas, causando dor, desconforto e prejudicando a coluna cervical, muitas vezes apresentando

características irreversíveis. Segundo a Harvard Health Letter, problemas de inadequação postural podem causar incontinência urinária, constipação, azia e problemas psicológicos. Caso não haja prevenção e correção postural, o mau hábito pode levar a lordose, escoliose e cifose. A Organização Mundial da Saúde, estima que 80% da população mundial sofre de dores nas costas devido a má postura, sendo a maior causa de afastamento do trabalho até os 45 anos. OBJETIVO: Desenvolvimento de um protótipo de baixo custo de um dispositivo vestível inteligente para auxiliar na prevenção e correção da má postura corporal, o iVert. MÉTODOS: Diferentemente dos corretores posturais tradicionais (coletes de tecido com alças), o iVert é um wearable inteligente baseado em sensores inerciais, microcontrolador e atuadores que utiliza a tecnologia para prevenção e reabilitação postural, sem os inconvenientes de corretores tradicionais, apontados como desconfortáveis, pouco higiênicos, difíceis de vestir e transportar, esteticamente feios e pouco discretos. Fixado à pele, o iVert fornece feedback tátil vibratório para alertar o usuário sempre que identificado uma postura inadequada, convidando-o a corrigi-la. CONCLUSÃO E RESULTADOS: Um diferencial inovador do iVert é sua tecnologia, que permitirá conectar-se a tablets, smartphones e computadores (app em desenvolvimento) para fornecer informações detalhadas em tempo real sobre a postura, permitindo o acompanhamento do quadro em tempo real pelo usuário e equipes médicas. Testes preliminares demonstraram a validade das funcionalidades propostas. Palavras-chave: Correção postural; Wearable; Gadget; IoT.

## **24. Desenvolvimento de sistema para o monitoramento fisiológico remoto de pacientes com esclerose lateral amiotrófica**

SILVA, G. V. S.<sup>1,2</sup>; RIBEIRO, E. C.<sup>1,2</sup>; MACEDO, C. H. B.<sup>1,2</sup>; OLIVEIRA, J. P. P.<sup>1,2</sup>; BARROS, D. M. S.<sup>1,2,3</sup>; VALENTIM, R. A. M.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS), <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), <sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPgEEC)

Introdução: A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença que afeta o sistema nervoso central, mais especificamente o neurônio motor, de forma progressiva e degenerativa. Pacientes com essa doença possuem perda gradual de movimentos voluntários e involuntários, que na maioria dos casos ocorre das regiões mais periféricas para as mais centrais do corpo, o que acaba acometendo capacidades como fala, deglutição e até a respiração. Objetivos: Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema para o monitoramento de sinais fisiológicos de pacientes com ELA, como frequência cardíaca e respiratória, de forma remota, eficiente e segura, o qual utiliza de técnicas de inteligência artificial para prever possíveis problemas clínicos, a fim de proporcionar melhoria no acompanhamento do paciente, aumentando sua qualidade de vida e contribuindo no trabalho do seu cuidador. Materiais e métodos: Foi realizada uma revisão bibliográfica em busca dos melhores métodos e tecnologias que possibilitem uma boa manipulação, análise e monitoramento dos dados fisiológicos do paciente por meio da inteligência artificial. Resultados: A partir da pesquisa foi mostrado que, mesmo com o monitoramento remoto, o acompanhamento desses pacientes exige a geração de alertas para as situações adversas que eles podem passar. Desta forma, a fim de otimizar o trabalho do cuidador, faz-se necessário desenvolver um sistema inteligente que vai aprender a partir dos dados fisiológicos basais (em repouso) e notificar possíveis alterações de caráter nocivo à situação clínica do paciente. O padrão desses sinais nos mais diferentes casos é particular para cada indivíduo, assim, o sistema deve ser capaz de encontrar esse padrão. Conclusões: Com isso, é possível concluir a grande importância do monitoramento fisiológico remoto de pessoas com ELA, de forma a potencializar o trabalho dos cuidadores, melhorando a qualidade de vida desses pacientes.

Palavras-chave: Esclerose Lateral Amiotrófica; Sinais fisiológicos; Sistema remoto.

Apoio Financeiro: Ministério da Saúde.

## **25. Desenvolvimento e validação de plataforma em realidade virtual para a modalidade da bocha adaptada.**

João Paulo Bezerra Fernandes <sup>1,2</sup>, Severino Peixoto Nunes Netto<sup>1</sup>, Matheus Dantas <sup>3</sup>, Thaisa Dantas <sup>1</sup>, Edgard Morya <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra, Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). <sup>3</sup> Associação Nacional de Desporto para Deficientes (ANDE).

**INTRODUÇÃO:** A realidade virtual (RV) é um recurso que permite imersão completa das pessoas em ambientes virtuais construídos. Muitos jogos utilizam a RV para aumentar a integração do usuário com a plataforma, em alguns casos, utilizam-se de jogos para melhoria na qualidade de vida de pacientes com déficit motor e até para aumento de performances em modalidades esportivas. **OBJETIVOS:** Embora existam diversas aplicações de jogos RV para esportes tradicionais, pouco se tem feito na área do paradesporto, por isso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar uma plataforma em RV visando o treino de atletas da modalidade paralímpica bocha adaptada. **METODOLOGIA:** Para o desenvolvimento da plataforma, foi utilizado o Kit HTC VIVE (óculos, controladores e câmeras infravermelhas) para captação dos movimentos dos jogadores no mundo real, o software Unity 3d para modelar o ambiente do jogo, o plug-in SteamVR que faz a interface entre o Unity 3d e o Kit HTC VIVE, enviando as informações dos movimentos ao software, e o Microsoft Visual Studio para programar os comandos da plataforma na linguagem C#. O jogo é composto por 13 bolas, também chamadas de bochas, e o objetivo do jogador é lançar as bolas vermelhas o mais próximo possível da bola branca. Obtendo as localizações das bolas lançadas em tempo real, é possível traçar a trajetória durante os lançamentos com auxílio do MATLAB. **RESULTADOS:** Foram coletados os dados dos lançamentos de quatro voluntários utilizando a plataforma e foi observado o quanto eles conseguiram se aproximar da bola branca ao longo dos seus lançamentos. Os resultados mostram um desempenho regular de todos os participantes ao longo de todas as parciais. **CONCLUSÃO:** A plataforma RV pode ser considerada eficaz para o mapeamento dos lançamentos dos jogadores e, futuramente, pode ser utilizada pelos próprios atletas da modalidade visando treinamento e também aumento na performance esportiva.

Palavras chave: Realidade virtual; Bocha adaptada; Paradesporto.

Apoio financeiro: Instituto Santos Dumont (ISD), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

## **26. Desenvolvimento e validação de aplicativo em realidade aumentada para ensino de neuroanatomia: AR.CUBE**

João Paulo Bezerra Fernandes<sup>1,2</sup>, Tássia Luiza Gonçalves Magalhães Nunes<sup>1</sup>, Tâmara Luiza Gonçalves Magalhães Nunes<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**INTRODUÇÃO:** A realidade aumentada (RA) é um recurso que mistura o mundo real com o mundo virtual por meio das telas dos celulares, tablets e computadores, permitindo interação com objetos virtuais e exposição de modelos. Dessa forma, a utilização dessa tecnologia vem crescendo no mercado, englobando diversas áreas, entre elas, a área da educação, que carece de recursos tecnológicos. **OBJETIVOS:** O objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar o AR.CUBE para auxiliar no estudo de neuroanatomia. O aplicativo exibe nas telas dos smartphones o modelo 3d do cérebro com diferentes colorações para cada região, dessa maneira, o aprendizado dos alunos se torna mais eficaz, uma vez que, os expõe a uma experiência emocional de semi-imersão. **METODOLOGIA:** O aplicativo foi desenvolvido utilizando softwares Game Engines, tais como: Unity,

Blender, Vuforia e Microsoft Visual Studio. A linguagem de programação utilizada foi o C#. Adicionalmente, para a construção do app utilizamos um cubo com imagens targets em QR Code para a exposição dos objetos virtuais. RESULTADOS: Ao abrir o AR.CUBE e posicionar o cubo de QR Code na câmera, é possível ver o cérebro na visão explodida, conforme esperado, com delay de 20 ms. Ao girar o cubo ou o smartphone, o modelo acompanha o movimento sem falhas. O cubo foi utilizado em algumas apresentações para alunos do ensino médio que corroboraram para a validação do aplicativo. CONCLUSÃO: Por meio da aplicação em realidade aumentada foi possível avaliar a contribuição que a tecnologia pode oferecer para o processo de ensino-aprendizagem de assuntos complexos, tais como, neuroanatomia humana. A aplicação auxilia no contexto escolar e acadêmico ao desenvolvimento cognitivo do aluno e colabora para a formação e capacitação de profissionais para o mercado.

Palavras chave: Realidade aumentada; Neuroanatomia; Aplicativo.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

## ÁREA DO CONHECIMENTO: TÓPICOS ESPECIAIS EM SAÚDE

### 27. O papel da regulação emocional sobre a ansiedade e o comportamento alimentar de indivíduos obesos

Andressa Paiva Porto<sup>1</sup>, Livia Nascimento Rabelo<sup>2</sup>, Elihab Pereira Gomes<sup>3</sup> Ezequiel Batista Nascimento<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Católica do Rio Grande do Norte (FCRN), <sup>2</sup>Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>3</sup>Universidade Potiguar (UNP), <sup>4</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)

O comportamento alimentar associado a obesidade perpassa pela alimentação emocional (AE), reflexo da desregulação nos níveis de ansiedade. A Terapia Cognitivo Comportamental (TCC) pode auxiliar na regulação da ansiedade e redução da AE. Objetivo: Verificar a eficácia da TCC em Grupo (TCCG) na modificação do comportamento alimentar e na redução da ansiedade em obesos. Método: Estudo experimental. Amostra por conveniência, composta por 10 pessoas com IMC acima de 28 e que passaram por uma intervenção em TCCG. Resultados: Nos domínios do comportamento alimentar do teste TFEQ-R21, pre e pós intervenção, o teste t pareado demonstrou diferenças estatísticas no domínio de restrição cognitiva [t(11) = 3,509, p = 0,001, Cohen's d = 2,219, tamanho do efeito = 0,74] e no domínio de alimentação emocional [t(11) = 4,051, p = 0,001, Cohen's d = 2,562, tamanho do efeito = 0,78]. Na avaliação da ansiedade pre e pós intervenção foi utilizado o inventário de ansiedade estado e traço. A análise estatística indicou redução da pontuação geral na avaliação da ansiedade estado [t(11) = -3,873, p = 0,003, Cohen's d = -2,449, tamanho do efeito = 0,77]. A mensuração da ativação simpática/parassimpática foi determinada pela variabilidade da frequência cardíaca, compreendida pela variação do intervalo R-R. O teste t de student para amostras pareadas, antes e após a intervenção, demonstrou diferenças estatísticas nos domínios de tempo, nos parâmetros de rMSSD [t(11) = -4,8697, p = 0,0006, Cohen's d = -2,936, tamanho do efeito = 0,82] e PNN50 [t(11) = -2,272, p = 0,04, Cohen's d = -1,370, tamanho do efeito = 0,56]. Para os domínios de frequência, a análise estatística demonstrou diferenças significativas no parâmetro HF [t(11) = -2,436, p = 0,03, Cohen's d = -1,468, tamanho do efeito = 0,59] e razão LF/HF [t(11) = -2,685, p = 0,02, Cohen's d = -1,619, tamanho do efeito = 0,62]. Conclusão: A TCCG é eficaz na modificação do comportamento alimentar através da redução dos níveis de ansiedade.

Palavras-Chave: Alimentação Emocional; Ansiedade; Obesidade.

## **28. Resíduos da carcinicultura como fonte de glicosaminoglicanos com potencial terapêutico**

Mirella Cunha Lira<sup>1</sup>, Adriana da Silva Brito<sup>3</sup>, Rômulo dos Santos Cavalcante<sup>2</sup>, Laís Cristina Gusmão Ferreira Palhares<sup>2</sup>, Suely Ferreira Chavante<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), <sup>3</sup> Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi/UFRN

Fundamentalmente atrelados à sinalização celular, os glicosaminoglicanos, classe de polissacarídeos complexos, possuem extensa variedade estrutural e funcional sendo, portanto, interessantes modelos para o desenvolvimento de abordagens terapêuticas diversas. Dispersos pela matriz extracelular encontram-se majoritariamente ligados a um core proteico como proteoglicanos e, embora conhecidos por modular eventos relacionados à hemostasia, também modulam eventos como inflamação, resposta imunológica, formação de radicais livres, carcinogênese entre outros. Nesse contexto, a administração clínica da heparina, glicosaminoglicano mais conhecido, ilustra bem o exposto. Inicialmente empregada como anticoagulante, demonstrou eficácia terapêutica em outros quadros fisiopatológicos, por exemplo, aumentando a sobrevida de pacientes oncológicos. Apesar da versatilidade farmacológica, efeitos adversos como trombocitopenia e, principalmente, hemorragias, requerem um monitoramento constante dos que dela se beneficiam e, dessa forma, restringem sua administração. Sob essa perspectiva, a ocorrência de moléculas análogas à heparina, que mimetizam suas propriedades farmacológicas, porém apresentam efeitos adversos reduzidos, tem sido muito estudada. Este trabalho propõe apresentar a ocorrência de polissacarídeos sulfatados atípicos extraídos do cefalotórax do camarão *Litopenaeus vannamei*, um resíduo da carcinicultura, descrever suas estruturas por despolimerização enzimática e atividades anticoagulantes e correlatas através de ensaios farmacológicos *in vitro*. Os compostos até agora caracterizados incluem um tipo heparina, dois tipo condroitim e um híbrido de heparina e heparan sulfato. Nesse panorama é, portanto, evidenciado o potencial biotecnológico desses polissacarídeos enquanto modelos para desenvolvimento sustentável de intervenções terapêuticas, a partir de um resíduo industrial, enquanto anticoagulantes, anti-inflamatórios, antitumorais, antiangiogênicos entre outros.

Palavras-chaves: Glicosaminoglicanos; Polissacarídeos; Reaproveitamento; Heparina; *Litopenaeus vannamei*.

## **ÁREA DO CONHECIMENTO: NEUROMODULAÇÃO**

### **29. Aumento da atividade eletromiográfica através da Estimulação Magnética Transcraniana na lesão medular: Relato de Caso**

Débora Araújo do Nascimento<sup>1</sup>, Caio Henrique Oliveira Pinto Brandão<sup>2</sup>, Patrícia Emanuela Pereira de Gois<sup>1</sup>, Kelly Farias Soares<sup>1</sup>, Gilma Serra Galdino<sup>1</sup>, Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual da Paraíba, <sup>2</sup> Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira

A Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) é uma ferramenta não invasiva e indolor de neuromodulação capaz de induzir alterações na saída das vias corticoespinhais descendentes, e, ocasionalmente gerar alterações eletrofisiológicas musculares. O objetivo do trabalho é descrever as modificações no sinal eletromiográfico dos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto medial e tibial anterior, produzidas após a aplicação de EMT repetitiva sobre o ponto Cz do sistema 10-20 de mapeamento cortical. Um indivíduo do sexo masculino, 51 anos, participou do estudo, há 4 anos sofreu lesão medular traumática e após 6 meses iniciou tratamento fisioterapêutico. O protocolo consistiu de 38 sessões realizadas 3 vezes por semana e os seguintes parâmetros foram utilizados: frequência de 5 Hz à 100% do limiar motor, 12 trens de pulso de 8 segundos e intervalos de 10



segundos, contabilizando 480 pulsos por sessão, e tempo total de 216 segundos. Para a captação dos sinais eletromiográficos foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos Miotool (Miotec®), software Miograph (Miotec®) calibrado com frequência de amostragem de 1000 Hz, ganho total de 2000 vezes, filtro passa alta de 20 Hz, filtro passa baixa de 500 Hz e notch (60 Hz). Os resultados mostraram aumento no sinal eletromiográfico tanto do lado direito, para o reto femoral (Pré-EMT: 1,5µV; Pós-EMT: 55µV), vasto medial (Pré-EMT: 1µV; Pós-EMT: 31µV), vasto lateral (Pré-EMT: 2µV; Pós-EMT: 67µV) e tibial anterior (Pré-EMT: 1,2µV; Pós-EMT: 43µV), quanto do lado esquerdo, para o reto femoral (Pré-EMT: 27µV; Pós-EMT: 61µV), vasto medial (Pré-EMT: 3µV, Pós-EMT: 55µV), vasto lateral (Pré-EMT: 1,5 µV; Pós-EMT: 69µV) e tibial anterior (Pré-EMT: 2µV; Pós-EMT: 44µV). É possível concluir que a EMT repetitiva gerou maior excitabilidade no trato corticoespinal resultando em um aumento considerável na atividade eletrofisiológica dos músculos quadríceps femoral e tibial anterior com ganhos funcionais para as extremidades inferiores.

Palavras-chave: Traumatismos da Medula Espinal; Estimulação Magnética Transcraniana; Eletromiografia de superfície

### **30. Neuromodulação parassacral no tratamento da disfunção neurogênica do trato urinário inferior: Um relato de caso.**

Natalia Maria Barbosa Bezerra<sup>1</sup>, Luana Cecilia Farache Lemos<sup>1</sup>, Gentil Gomes da Fonseca Filho<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>, Hougelle Simplicio Gomes Pereira<sup>1</sup>, Lilian Lira Lisboa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Santos Dumont (ISD)

As disfunções miccionais provenientes da mielomeningocele podem trazer prejuízos renais e impacto na qualidade de vida. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da neuromodulação na função miccional em um paciente com mielomeningocele. Relato: Criança do sexo masculino, 4 anos de idade, com mielomeningocele lombar com correção cirúrgica 48h após o nascimento. Em janeiro de 2019, apresentou avaliação urodinâmica com capacidade cistométrica máxima (CCM): 156ml, Pressão do detrusor na CCM: 24cmH<sub>2</sub>O (PDCCM), Complacência: 6,2ml/cmH<sub>2</sub>O, presença de hiperatividade detrusora e perda urinária. Iniciou o uso da oxibutinina e fisioterapia. No diário miccional (DM) de 3 dias constou desejo e controle miccional, mas com esforço para iniciar a micção, jato fraco e uso do cateterismo intermitente (CI) a cada 4h e volume médio de 50ml, utilizando fralda para dormir. O tratamento teve duração de 4 meses. No primeiro mês foi realizada a terapia comportamental para adaptar a rotina miccional e evacuatória. Nos 3 meses seguintes foi realizada a neuromodulação transcutânea parassacral S2 e S4, com parâmetros: 10hz, 300µs, 30min por dia, 5x na semana, domiciliar, comparecendo no ambulatório a cada 15 dias para orientações, entrega de DM e controle da aplicação. Ao término do tratamento, o paciente foi reavaliado, apresentando 120ml CCM, 7cmH<sub>2</sub>O PDCCM, Complacência 17ml/cmH<sub>2</sub>O, ausência de hiperatividade detrusora e perda urinária, presença de desejo miccional com 90ml, mas não conseguiu realizar a fluxometria final. O DM apresentou micção voluntária, sem esforço, jato forte, em uso de CI a cada 4h, com volume em torno de 80ml, mas foi retirado o CI de meio dia por sempre estava vazio, sem uso de fralda. Portanto, a neuromodulação e a terapia comportamental melhoraram a complacência, a hiperatividade detrusora, as perdas urinárias e percepção da micção, e demonstra um potencial terapêutico para disfunção miccional neurogênica na mielomeningocele.

Palavra chave: Mielomeningocele, Estimulação elétrica nervosa transcutânea, Bexiga urinária neurogênica

### **ÁREA DO CONHECIMENTO: PROCESSAMENTO DE SINAIS E DE IMAGENS BIOMÉDICOS**

### **31. Processamento de sinal em eletrodo simultâneo de registro e microestimulação**

Bárbara Meneses<sup>1</sup>, Vitor Leandro da Cunha<sup>1</sup>, Ramón Hypolito Lima<sup>1</sup>, Abner Cardoso<sup>1</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

O registro eletrofisiológico tem proporcionado uma melhor compreensão do funcionamento cerebral e a microestimulação elétrica cerebral tem possibilitado novos tratamentos de doenças como epilepsia e Parkinson. Este trabalho tem o objetivo de avaliar mudanças causada pela estimulação e registro simultâneo, visto que nos protocolos convencionais a estimulação e o registro são realizados em eletrodos distintos. Portanto, realizamos registros e estimulação do córtex somatossensorial de 5 ratos, através do mesmo eletrodo com correntes de 50 ou 150  $\mu$ A. Uma análise exploratória foi realizada comparando as propriedades espectrais do sinal antes da estimulação, ao longo e após a estimulação. Durante a estimulação, o sinal foi cortado em trechos de 9 segundos, que é o intervalo entre a aplicação de um estímulo e outro. Dessa forma foi possível identificar gradualmente as mudanças no espectro que acompanham o processo de estimulação, que durou em média 2 horas em cada rato. Um teste-t pareado foi aplicado para indicar a significância dos resultados. Esse resultado é pioneiro e pode nos trazer um melhor esclarecimento sobre os efeitos causados por microestimulações corticais sobre padrões eletrofisiológicos na região exata onde a estimulação foi realizada. Esta metodologia permite um grau de precisão pouco visto na literatura atual e amplia a capacidade técnica dos estudos que buscam avaliar os efeitos neuromodulatórios de microestimulações elétricas no cérebro.

Palavras-chave: microestimulação intracortical, registro eletrofisiológico, eletrodo simultâneo.

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD); FUCITERN

### **32. PLV em sinais de EEG para discriminação de dinâmica cerebral não supervisionada.**

Erika Maria García Cerqueira<sup>1</sup>, Abner Cardoso Rodrigues Neto<sup>1</sup>, Birajara Soares Machado<sup>2</sup>, Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociência Edmond e Lily Safra - Instituto Santos Dumont, Macaíba - Rio Grande do Norte, <sup>2</sup>Centro de Pesquisa em Imagem do Hospital Israelita Albert Einstein

Comportamentos dependem do processamento de diferentes informações de populações neuronais distribuídas em estruturas corticais e subcorticais. Mapeamentos não invasivos, como o eletroencefalograma ou magnetoencefalograma, oferecem dados essenciais para explorar e estudar a dinâmica eletrofisiológica cerebral. Seus componentes oscilatórios (delta, teta, alfa, beta e gama) permitem inferir sincronias entre regiões cerebrais resultantes de um acoplamento em uma banda específica. Um dos métodos mais utilizados para o cálculo de coerência é o PLV (Phase Locking Value) que quantifica a relação entre o bloqueio de fase entre sinais caóticos. O PLV pode ser usado como classificador de estados comportamentais, diferenciando atividades motora, sensorial ou mesmo patológicas.

Este trabalho teve como objetivo aplicar o PLV em sinais de EEG para discriminar dinâmica cerebral de forma não supervisionada. Inicialmente foi utilizado um algoritmo no Matlab (2015a) em dados de EEG que realiza o PLV na frequência desejada, aplicando a transformada de Haar (caso particular de wavelet para funções discretas) podendo assim posteriormente aplicar a função "angle" que fornece a fase do sinal, através de um número complexo  $z=x+iy$  e do arcotangente do quarto quadrante de Y e X para obter o ângulo formado no plano xy entre o eixo positivo de x e o vetor do origem ao ponto(x,y). Posteriormente foi definido um janelamento para realizar a análise de fase no decorrer do

tempo do EEG. Finalmente, é realizada o somatório do exponencial multiplicando a diferença de fase e é dividido pelo número de pontos para então ser plotado em um gráfico dinâmico de cores. Como resultado observamos no gráfico que há mudança de valores no decorrer do tempo entre 0 e 1 do PLV computado no dado, onde 1 seria sincronia máxima, podendo assim inferir como conclusão que o plv pode ser utilizado para fazer separação de estados mentais além de poder ser aplicado na detecção de patologias, como a epilepsia.

Palavras-chave: Processamento de sinais, Neuroengenharia, Epilepsia.

### **33. Comparação entre métodos de extração de características e classificadores aplicados a detecção de arritmias cardíacas**

José Pedro da Silva Júnior<sup>1</sup>, Victor Gabriell Ribeiro da Silva<sup>1</sup>, João Victor Melquiades Satiro<sup>1</sup>, Felipe Santana Santos<sup>1</sup>, Richard Halti Cabral<sup>1</sup>, Lívia do Vale Gregorin<sup>1</sup>, Dami Dória Narayana Duarte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Bioengenharia e Medicina, Universidade Tiradentes (UNIT).

As doenças cardíacas, ou cardiopatias, são a causa número um de mortes no mundo, sendo responsáveis por cerca de 340 mil mortes por ano e ficando à frente de doenças como câncer e diabetes. As cardiopatias mais comuns são as arritmias, um tipo de doença cardíaca caracterizada pela alteração do ritmo normal do coração que é principalmente diagnosticada por meio do eletrocardiograma o mais comum dos exames cardiológicos. Apesar de normalmente não serem fatais, as arritmias podem levar ao diagnóstico precoce de outras doenças cardíacas, evitando problemas futuros ou, até mesmo, a morte. Com o objetivo de auxiliar os médicos no diagnóstico dessas e outras doenças o estudo e a criação de métodos de detecção automática por meio do reconhecimento de padrões está se tornando cada vez mais comum. Nesse contexto, este trabalho faz a extração de características dos sinais presentes em dois datasets através de quatro métodos com o objetivo de comparar três algoritmos de classificação destinados à classificação de algumas arritmias. As técnicas utilizadas neste trabalho são as transformadas de Fourier e Wavelet contínua e discreta e a análise no domínio do tempo utilizando um algoritmo baseado no trabalho de Tompkins e os classificadores são os métodos de aprendizado supervisionado: Rede Neural Artificial e k Nearest Neighbors e de aprendizado não supervisionado: K-Means. Para a avaliação da precisão da rede neural e do KNN foi utilizado o algoritmo Stratified Cross Validation e para o K-Means o método da pureza. Para a rede neural a melhor precisão foi de 75,57% com análise no domínio do tempo e para o KNN de 82% com a transformada Wavelet contínua. Para o K-Means a melhor pureza foi de 2,81 com a transformada de Fourier. As classificações feitas com métodos supervisionados a partir da transformada de Fourier pelos obtiveram cerca de 96% de precisão, porém como, neste caso, uma classe detém 92,4% do conjunto extraído este nível de acurácia é tido como um falso positivo.

Palavras-chave: Arritmia; Reconhecimento de Padrões; Extração de Características; Transformada Wavelet; Rede Neural Artificial.

### **34. Análise do processamento sensorial cortical através de registros eletroencefalográficos**

Nathalia Clemente Baracho<sup>1,2</sup>, Maria Júlia Cabral Fortaleza<sup>1,2</sup>, Carliane Maria da Silva<sup>1,2</sup>, Johseph Paballo Gomes de Souza<sup>3</sup>, Milton Vieira Costa<sup>1,2</sup>, José Cláudio da Silva<sup>1,2</sup>, Euclides Maurício Trindade Filho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Neurociências e Cognição,<sup>2</sup>Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), <sup>3</sup>Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra (IIN-ELS).

As funções sensoriais podem ser analisadas através de exames de imagem. O eletroencefalograma (EEG) tem sido amplamente utilizado para registrar a atividade elétrica cortical em tempo real e

permite uma excelente resolução temporal. As variações de frequência do EEG são agrupadas de cinco categorias, entre elas o ritmo alfa e gama. A onda alfa designa a presença de flutuações de frequência na faixa de 8 a 13Hz e é observada facilmente quando o indivíduo fecha os olhos e encontra-se relaxado. O ritmo gama apresenta oscilações na faixa de 30 a 100Hz e está correlacionado com a execução de tarefas cognitivas como linguagem, atenção, memória e função motora. Este estudo analisou as ondas alfa e gama de 8 indivíduos neurotípicos, com idade de 6 a 20 anos. Sete atividades foram executadas, a fim de obter registros eletroencefalográficos dos processamentos sensoriais: visual (luminoso e imagem), auditivo (ruído e compreensão de fala), gustativo, olfativo e somestésico. Através da transformada de Fourier, a frequência relativa das atividades gama e alfa, por quadrante cortical, foram comparadas com o registro basal, utilizando o teste de normalidade Lilliefors. Em seguida foram utilizados os testes de análise de variância. Quando dentro da curva de normalidade, foi utilizado ANOVA: um critério, seguido de Tukey, quando não, Kruskal-Wallis foi usado, e se necessário o Dunn. Foi considerado como significativo um  $p \leq 0,05$ . A análise de estatística foi realizada por meio do programa BioEstat versão 5.8.9. A análise dos dados obtidos durante a realização das atividades não mostrou variação significativa do ritmo alfa ou do ritmo gama quando comparados ao registro basal em indivíduos neurotípicos.

Palavras-chave: Processamento sensorial cortical; Eletroencefalograma; ritmo alfa; ritmo gama.

### **35. Processamento sensorial cortical no transtorno do déficit de atenção e hiperatividade através de eletroencefalografia**

Nathalia Clemente Baracho<sup>1,2</sup>, Carliane Maria da Silva<sup>1,2</sup>, Maria Júlia Cabral Fortaleza<sup>1,2</sup>, Johseph Paballo Gomes de Souza<sup>3</sup>, Milton Vieira Costa<sup>1,2</sup>, José Cláudio da Silva<sup>1,2</sup>, Euclides Maurício Trindade Filho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Neurociências e Cognição, <sup>2</sup>Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), <sup>3</sup>Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra (IIN-ELS)

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é um transtorno neurobiológico com etiologia multifatorial, caracterizada pelos sintomas de desatenção, hiperatividade e/ou impulsividade, sejam eles combinados ou isolados. A eletroencefalografia (EEG) exhibe ondas (delta, teta, alfa, beta e gama) do córtex humano em tempo real. A onda gama está relacionada com tarefas de um alto processamento cognitivo, já a onda alfa, indica um estado de relaxamento em vigília. O presente estudo analisou as ondas gama e alfa de 8 sujeitos com TDAH, entre 6 e 20 anos, durante o processamento sensorial por meio de técnicas eletroencefalométricas. Os participantes foram submetidos a um eletroencefalograma ao executar tarefas sensoriais (estímulo visual, estímulo gustativo, estímulo auditivo, estímulo olfativo e estímulo somestésico). Os registros foram analisados por meio da transformada de Fourier, que permitiu observação das frequências gama e alfa em cada quadrante do córtex cerebral. A frequência relativa das atividades gama e alfa foram comparadas entre o registro basal com das atividades sensoriais utilizando o teste de normalidade Lilliefors. Quando os resultados estavam dentro da curva de normalidade, foi utilizado ANOVA: um critério, seguido de Tukey, quando não, Kruskal-Wallis foi usado, e se necessário o Dunn. Durante a execução de todas as tarefas sensoriais, os indivíduos com TDAH não apresentaram oscilação significativa nas atividades gama ou alfa comparados ao seu registro basal, embora as regiões sejam ativadas.

Palavras-chave: Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade; Eletroencefalografia; Processamento sensorial cortical; Ritmo alfa; Ritmo gama.

### **36. Caracterização da dinâmica muscular durante uma tarefa de caminhada**

Junio Alves de Lima<sup>1</sup>, José Pablo Gonçalves de Queiroz<sup>1</sup>, Moshé Alonso Amarillo<sup>2</sup>, Domingos Lira de Almeida Neto<sup>1</sup>, Túlio Fernandes de Almeida<sup>1</sup>, Aline Ferreira de Lima<sup>1</sup>, Boaz Cavalcante Antunes Almeida<sup>1</sup>, André Felipe Oliveira de Azevedo Dantas<sup>1</sup> e Edgard Morya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup>Laboratório de Neurociências, Departamento de psicologia, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

A marcha é um processo resultante de conexões complexas, caracterizado pelo deslocamento do corpo entre dois pontos. Em modelos animais vertebrados, a atividade muscular é promovida por redes neurais espinais independentes que modulam padrões rítmicos e repetitivos. Essas redes produzem movimentos a partir da produção de estímulos periódicos. A eletromiografia (EMG) fornece uma sequência temporal da ativação muscular durante a execução de movimento, o que possibilita analisar a conexão entre os módulos neurais e neurônios motores. A extração de característica desse sinal possibilita sua utilização em mecanismos de comando em próteses e outras interfaces. Este projeto tem o objetivo de caracterizar a atividade muscular durante uma caminhada em linha reta. Para isso, foi realizado o processamento de sinais de EMG de 12 músculos dos membros inferiores (MMII), durante uma tarefa de marcha (tempo total 25s e 5s iniciais - registro basal). A amostra contou com 15 participantes (64% masculino), a maioria com dominação direita para MMII - passo e passada ( $74,03 \pm 8,20$ ;  $132,94 \pm 21,13$ ). A marcha foi realizada em uma superfície regular e estável. Os eletrodos foram posicionados de acordo com o SENIAM. Os dados foram filtrados (4a ordem, passa-banda Butterworth 20-450 Hz), retificados (valor absoluto), envelopados (RMS), obtido o espectro de frequência (FFT) e normalizados (%contração) para identificar os padrões de contração, definidos por meio da análise do deslocamento linear. Foi observada uma manutenção da cadência, ativação e sinergia muscular, o que reflete a atuação das redes neurais independentes durante a marcha, baseado na premissa de que as redes atuam sem controle cortical. Os resultados encontrados no presente estudo podem auxiliar a compreensão sobre a participação dos músculos durante cada fase da marcha como também seu poder de contração. Esse tipo de estudo possibilita a evolução do desenvolvimento tecnológico voltados para o controle motor.

Palavras-chave: Eletromiografia; Controle Motor; Avaliação Fisioterapêutica;

Apoio financeiro: Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD).

### **37. Sistema de aquisição, processamento e classificação de sinais eletroencefalográficos para resposta emocional**

Rodrigo S. Gonçalves<sup>1,2</sup>, Laysa M. de S. Ribeiro<sup>1,2</sup>, Rodrigo P. Ramos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), <sup>2</sup>Pós-Graduação Ciências da Saúde e Biológicas (PPGSCB).

O eletroencefalograma é uma técnica não invasiva de registros encefalográficos. Esse tipo de monitoramento tem forte importância na instrumentação médica e serve para analisar atividade elétrica espontânea do cérebro, com a ajuda de eletrodos colocados no couro cabeludo. O principal objetivo deste procedimento é verificar a ocorrência de atividade cerebral anormal. O trabalho teve como objetivo desenvolver um protótipo para a aquisição de sinais eletroencefalográficos, que consistem em um circuito eletrônico de condicionamento e amplificação, bem como uma interface gráfica em tempo real de visualização. O protótipo consiste em filtros ativos que permitem atenuação de ruído e amplificadores que proporcionam ganhos significativos para sinais com amplitudes da ordem de  $\mu\text{V}$ . Filtros digitais foram usados para remover o ruído remanescente da rede elétrica, permitindo a conversão digital do sinal e seu envio e gravação para um computador com o auxílio de um microcontrolador. Para validar o protótipo em sistemas de interface cérebro-máquina, o experimento deste trabalho consistiu em verificar a indução emocional por vídeos, com estímulos

positivos e negativos. Na indução da resposta emocional foram selecionados previamente em uma plataforma gratuita na internet um conjunto de 20 vídeos, onde metade induzia respostas emocionais positivas e a outra respostas negativas, no experimento 8 indivíduos assistiam ao conjunto de vídeos enquanto era feita a aquisição de seus padrões cerebrais. A partir da extração das características do sinal, e empregando redes neurais artificiais e análise discriminante linear para classificar os diferentes padrões cerebrais, foram obtidas taxas de acerto de 62.50% e 71.25% respectivamente, para classificação de emoções. Portanto, para a classificação de resposta emocional induzida, usando sinais adquiridos a partir do protótipo desenvolvido, foi possível obter uma tendência para classificação correta com razoável acurácia.

Palavras-chave: Eletroencefalograma; Instrumentação Eletrônica; Processamento de Sinais; Extração de Características; Redes Neurais.

Apoio financeiro: FACEPE.

## **ÁREA DO CONHECIMENTO: ROBÓTICA BIOMÉDICA, TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E INFORMÁTICA EM SAÚDE.**

### **38. Desenvolvimento de sistemas de comunicação alternativa inteligentes para pacientes com esclerose lateral amiotrófica.**

LUIZ, J. V. A.<sup>1,2</sup>, SOUZA, M. L. P.<sup>1,2</sup>, MEDEIROS, P. A. L.<sup>1,2</sup>, FERNANDES, F. R. S.<sup>1,2,3</sup>, BARROS, D. M. S.<sup>1,2,3</sup>, VALENTIM, R. A. M.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS), <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), <sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPgEEC)

Contextualização/Introdução: A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença com afecção neurodegenerativa que afeta o sistema nervoso apresentando perda motora e, em alguns casos, até mesmo, cognitiva. Essa doença caracteriza perda acentuada da musculatura bulbar, gerando disfonia e disfagia progressiva. Com isso, o desenvolvimento tecnológico de sistemas que proporcionem meios de comunicação alternativa permite que esses indivíduos tenham mais autonomia e independência, oferecendo melhoria na qualidade de vida e inclusão. Objetivos: Identificar e projetar um sistema de comunicação alternativa que utilize técnicas de inteligência artificial, em especial visão computacional, para proporcionar a inclusão de pacientes com ELA. Materiais e métodos: Revisão da literatura para encontrar as melhores técnicas que permitam uma interação com a interface utilizando webcam, a fim de projetar um sistema de comunicação alternativa inteligente e de baixo custo. Resultados: A pesquisa realizada mostrou que em, alguns casos, a solicitação cognitiva no uso de sistemas computacionais torna-se alta e, conseqüentemente, cansativa para o paciente. Desta forma, preocupando-se em diminuir tal demanda cognitiva, permitindo a eficiência da comunicação, é necessário desenvolver um sistema inteligente que leve em consideração o contexto no qual o paciente está inserido. Essa inclusão deve utilizar técnicas de reconhecimento facial e sistemas de recomendação, permitindo assim, que o sistema aprenda com a experiência do usuário. Conclusões: A ELA compromete a qualidade de vida das pessoas. A implementação de tecnologias assistivas e o incentivo à autonomia do paciente através de sistemas inteligentes mostrou-se uma ferramenta viável para a melhoria da comunicação. Dessa forma, o processo da comunicação se torna mais dinâmico e facilitado, pois considera o contexto no qual o indivíduo está imerso.

Palavras-chave: Esclerose Lateral Amiotrófica; Comunicação Alternativa; Tecnologias Assistivas; Inteligência Artificial.

Apoio Financeiro: Ministério da Saúde

### **39. Estudo de caso: usabilidade de interface homem-máquina baseada em eye tracking para pacientes acamados**

Severino Peixoto Nunes Netto<sup>1</sup>, Bruno Guedes Spinelli<sup>1,2</sup>, Alex Aquino dos Santos<sup>1</sup>, Rommel Soares de Araújo<sup>1,2</sup>, José Pablo Gonçalves de Queiroz<sup>1</sup>, Fabrício Lima Brasil<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), Instituto Santos Dumont (ISD), <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

A execução de atividades de vida diárias (AVDs) pode ser desafiadora para pacientes acamados não-verbais. Esses pacientes necessitam de constante ajuda de outrém para realizar tarefas simples, além de possuir meios limitados para se expressar. Hospitais ao redor do mundo enfrentam problemas quanto ao custo de implementação e manutenção de tecnologias que podem promover integração desses pacientes ao ambiente hospitalar, bem como aumentar o nível de independência desses pacientes. Interfaces Homem-Máquina (IHMs) representam um sistema de interação entre humano e máquina podem constituir uma ferramenta-chave na solução desse problema, melhorando a qualidade de vida desses pacientes e dos seus cuidadores. Baseado nisso, foi desenvolvido uma IHM de baixo custo baseada em eye tracking que usou redes neurais convolucionais para a comunicação, transmitindo necessidades básicas como fome ou vontade de ir ao banheiro, bem como para a automação do ambiente hospitalar, controlando dispositivos através de relés. Através dos princípios da tecnologia assistiva foram avaliadas as necessidades dos pacientes acamados, utilizando um Raspberry Pi 3 com câmera integrada para realizar a captação e processamento das imagens por meio de rotina elaborada em Python. No estudo de caso, um sujeito saudável utilizou a interface como prova de conceito para testar o acerto em ativação de três opções, entre direita, centro e esquerda. O sistema em situações de alta luminosidade obteve taxa de acerto mínima de 88%, quando restringida a distância para 10 centímetros, obteve 100% em todas as direções. O custo de construção do protótipo foi de R\$ 335,00. É esperado que o sistema de baixo custo desenvolvido torne o paciente em um agente ativo durante seu tratamento, e apresenta um potencial enorme de modernizar o serviço de saúde, além de ser uma ferramenta de redução de custos a longo prazo, otimizando os processos relativos ao cuidado do paciente.

Palavras-chave: eye tracking; tecnologia assistiva; interface homem-máquina (IHM); redes neurais; python.