

Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

2

Lais Daiene Cosmoski
Fabrício Loreni da Silva Cerutti
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

Lais Daiene Cosmoski
Fabrício Loreni da Silva Cerutti
(Organizadores)

Bases da Saúde e Engenharia Biomédica 2

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

B299 Bases da saúde e engenharia biomédica 2 [recurso eletrônico] /
Organizadores Lais Daiene Cosmoski, Fabrício Loreni da Silva
Cerutti. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Bases da
Saúde e Engenharia Biomédica; v. 2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-85107-68-0
DOI 10.22533/at.ed.680183110

1. Biomedicina. 2. Ciências médicas. 3. Medicina – Filosofia.
4. Saúde. I. Cosmoski, Lais Daiene. II. Cerutti, Fabrício Loreni da
Silva. III. Série.

CDD 610

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

No campo da educação, uma nova área vem se mostrando muito atuante quando consideramos as bases da saúde, a Engenharia Biomédica desenvolve equipamentos e programas de computador que auxiliam e conferem mais segurança aos profissionais da área da saúde, no diagnóstico e tratamento de doenças.

A Coletânea Nacional “Bases da Saúde e Engenharia Biomédica” é um *e-book* composto por 33 artigos científicos, dividido em 2 volumes, que abordam assuntos atuais, como a importância dos equipamentos de proteção individual, o funcionamento de dos hospitais e a implantação de novas tecnologias, otimização de exames já utilizados como a ultrassonografia, utilização de novas tecnologias para o diagnóstico e tratamento de patologias, assim como análise de várias doenças recorrentes em nossa sociedade, vistas a partir de uma nova perspectiva.

Tendo em vista, a grande evolução no campo da saúde, a atualização e de acesso a informações de qualidade, fazem-se de suma importância, os artigos elencados neste *e-book* contribuirão para esse propósito a respeito das diversas áreas da engenharia biomédica trazendo vários trabalhos que estão sendo realizados sobre esta área de conhecimento.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Lais Daiene Cosmoski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADOLESCENTES COM HIV/AIDS: REVELAÇÃO DA DOENÇA, ACEITAÇÃO, ADESÃO AO TRATAMENTO E PAPEL DO ENFERMEIRO	
<i>Gabriela Meira de Moura Rodrigues</i>	
<i>Vanessa Paiva Seles</i>	
<i>Erica Pereira de Sousa</i>	
<i>Rafael Assunção Gomes de Souza</i>	
<i>Elivânia Rodrigues de Souza Assunção</i>	
<i>Priscila Conceição Quaresma</i>	
CAPÍTULO 2	5
ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM À PACIENTES COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA	
<i>Elisângela de Andrade Aoyama</i>	
<i>Samuel Oliveira Silva</i>	
<i>Jovenício Alves Fogaça</i>	
<i>Rafael Assunção Gomes de Souza</i>	
<i>Elivânia Rodrigues de Souza Assunção</i>	
<i>Ludmila Rocha Lemos</i>	
CAPÍTULO 3	9
INCIDÊNCIA DE INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO NA EMERGÊNCIA DE CARDIOLOGIA DE UM HOSPITAL DO DISTRITO FEDERAL, EM RELAÇÃO A OUTRAS CARDIOPATIAS COM SINTOMAS SEMELHANTES	
<i>Roseli de Jesus Lopes Da Luz Santos</i>	
<i>Gabriela Meira de Moura Rodrigues</i>	
<i>Rafael Assunção Gomes de Souza</i>	
<i>Elivânia Rodrigues de Souza Assunção</i>	
<i>Priscila Conceição Quaresma</i>	
CAPÍTULO 4	13
MIOPATIA MITOCONDRIAL: TÉCNICAS DE DIAGNOSTICO E FORMAS TERAPÊUTICAS PARA O TRATAMENTO	
<i>Michael Gabriel Agostinho Barbosa</i>	
<i>Simone Martins dos Santos.</i>	
<i>Severina Rodrigues de Oliveira Lins</i>	
CAPÍTULO 5	21
ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE SÉRIES TEMPORAIS DE ELETROMIOGRAFIA E ACELEROMETRIA EM CÃES PARA DETERMINAÇÃO DE PADRÕES DE NORMALIDADE	
<i>Roberta Rocha Negrão</i>	
<i>Joel Mesa Hormaza</i>	
<i>Sheila Canevese Rahal</i>	
CAPITULO 6	29
ANÁLISE DO USO DA ABLAÇÃO HEPÁTICA EM NEOPLASIAS: PERSPECTIVA PARA DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA NEOPLASIAS	
<i>Jocyellen Christyne da Silva Casado</i>	
<i>Melissa Silva Monteiro</i>	
<i>Joziane Porcino da Silva</i>	

CAPÍTULO 7	37
AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO ENTRE ESTUDANTES E PROFISSIONAIS DE SAÚDE SOBRE O CÂNCER DE PRÓSTATA	
<i>Elisângela de Andrade Aoyama</i>	
<i>Francisca Bendilga Da Silva</i>	
<i>Sirlândia de Souza Gomes</i>	
<i>Rafael Assunção Gomes de Souza</i>	
<i>Elivânia Rodrigues de Souza Assunção</i>	
<i>Ludmila Rocha Lemos</i>	
CAPÍTULO 8	41
AVALIAÇÃO ESTRUTURAL E FLUIDODINÂMICA DO DIÓXIDO DE SÍLICA (VIDRO LÍQUIDO) EM REVESTIMENTO DE PRÓTESES VASCULARES: ESTUDO EXPERIMENTAL	
<i>Maria da Glória Braz</i>	
<i>Renata Nicoliello Moreira</i>	
<i>Tânia Mara Grigolli Almeida</i>	
CAPÍTULO 9	46
DESAFIOS PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CORTICAL EM INDIVÍDUOS COM SINTOMAS DE ARACNOFOBIA	
<i>Eder Manoel de Santana</i>	
<i>José Corrêa Viana</i>	
<i>Alcimar Barbosa Soares</i>	
CAPÍTULO 10	54
FOTOBIMODULAÇÃO APLICADA AO TRATAMENTO DA NEUROPATIA DIABÉTICA	
<i>Larissa Vanessa Machado Viana</i>	
<i>Raimundo Nonato Silva Gomes</i>	
<i>Vânia Thais Silva Gomes</i>	
<i>Elaine Cristine Santos Serejo de Oliveira</i>	
<i>Maria Silva Gomes</i>	
<i>Francileine Rodrigues da Conceição</i>	
<i>Renata Amadei Nicolau</i>	
CAPÍTULO 11	62
INFLUÊNCIA DA POSTURA E DA FISIOTERAPIA SOBRE A ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR	
<i>Élcio Alves Guimarães</i>	
<i>Kennedy Rodrigues Lima</i>	
<i>Alana Leandro Cabral</i>	
<i>Lucas Resende Sousa</i>	
<i>Gilmar da Cunha Sousa</i>	
<i>Paulo César Simamoto Júnior</i>	
<i>Alfredo Júlio Fernandes Neto</i>	
CAPÍTULO 12	67
MODEL PROPOSAL FOR DEVELOPMENT OF A PASSIVE EXOSKELETON FOR LOWER LIMB	
<i>Carlos Roberto Fernandes</i>	
<i>Beatriz Luci Fernandes</i>	

*Maira Ranciaro
Jordana Liliam Stefanello
Percy Nohama*

CAPÍTULO 13 73

ESCOLA DE POSTURA: ABORDAGEM EDUCACIONAL NO TRATAMENTO DE DORES NA COLUNA

Lílian de Fátima Dornelas

CAPÍTULO 14 82

TREINAMENTO COGNITIVO E MOTOR NA PROMOÇÃO DA SAÚDE DE INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON

Lilian de Fatima Dornelas

CAPÍTULO 15 92

RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE MOVIMENTOS DA MÃO A PARTIR DE SINAIS MIOELÉTRICOS DO ANTEBRAÇO UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E ALGORITMOS GENÉTICO

*Aron Alexandre Martins Lima
Fabio Augusto Guidotti dos Santos
Fábio Kazuo Hashimoto de Barros
Rafael Martinelli de Araujo
Victor Hideki Yoshizumi
Maria Eugenia Dajer
Danilo Hernane Spatti*

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 100

RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE MOVIMENTOS DA MÃO A PARTIR DE SINAIS MIOELÉTRICOS DO ANTEBRAÇO UTILIZANDO REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS E ALGORITMOS GENÉTICO

Aron Alexandre Martins Lima

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Elétrica
Cornélio Procópio

Fabio Augusto Guidotti dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Elétrica
Cornélio Procópio

Fábio Kazuo Hashimoto de Barros

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Computação
Cornélio Procópio

Rafael Martinelli de Araujo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Elétrica
Cornélio Procópio

Victor Hideki Yoshizumi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Elétrica
Cornélio Procópio

Maria Eugenia Dajer

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Elétrica
Cornélio Procópio

Danilo Hernane Spatti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Elétrica
Cornélio Procópio

a análise da atividade elétrica da contração muscular, possuindo inúmeras aplicações na área da medicina, sendo uma delas sua utilização como mecanismo de controle de próteses mioelétricas. Atualmente, as próteses possuem uma participação importantíssima no tratamento de reabilitação de pacientes amputados, pois, não há mais a preocupação de imitar e sim de recuperar a função do membro perdido. Tendo isso em vista, este trabalho relata a aplicação de um sistema inteligente híbrido (SIH), utilizando Redes Neurais Artificiais (RNAs) e Algoritmos Genéticos (AG) para reconhecimento de padrões do movimento “fechar mão”, com variações na orientação do membro e intensidade de força do movimento, a partir de sinais mioelétricos.

PALAVRAS-CHAVE: Eletromiografia, Redes Neurais Artificiais, Algoritmos Genéticos, Sistemas Inteligentes Híbridos.

ABSTRACT: The electromyographic signal allows the electrical activity analysis of muscular contractions, which has a large application in medical areas. An application of these signals is using as a control mechanism for the myoelectric prostheses. Nowadays, prostheses have a very important participation in the rehabilitation treatment of amputees' patients, since there is no longer the concern to imitate, but to recover the function of the lost limb. This work reports

RESUMO: O sinal eletromiográfico permite

the application of a hybrid intelligent system (HIS) using Artificial Neural Networks (ANNs) and Genetic Algorithms (GA) to recognize the patterns of the “closed hand” movement, with variations in the orientation of the limb and intensity of movement, from electromyographic signals.

KEYWORDS:Artificial Neural Networks, electromyography, Pattern Recognition.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, houve um acréscimo significativo do número de amputados nos últimos anos. Segundo o Ministério da Saúde, no ano de 2016 o Sistema Unificado de Saúde (SUS) realizou 54.766 procedimentos de amputações de membros e, dentre as causas, destacam-se doenças vasculares, acidentes de trânsito e acidentes de trabalho (DATASUS, 2017).

Segundo os dados do “National Limb Loss Information Center”, somente nos Estados Unidos, o número de pessoas com membros amputados é de aproximadamente 1,7 milhão de pessoas (NATIONALLIMBLOSS INFORMATION CENTER, 2017). Sendo assim, diversos estudos focados em próteses inteligentes vêm sendo desenvolvidos na área da medicina para melhorar a acessibilidade e a independência das pessoas afligidas por tais traumas (BAI, et al, 2015), (HUANG, et al, 2005), (HERLE, et al, 2010).

Para próteses de membros superiores, os pesquisadores optam pela abordagem de controle a partir de sinais mioelétricos - eletromiografia (EMG), feito utilizando-se leitura de pulsos elétricos musculares, por se tratar de um método não invasivo e de fácil adaptação (HERLE, et al, 2010)(AL-TIMEMY, et al, 2015).

Dessa forma, para o controle das próteses, é necessária a identificação do movimento pretendido, a qual pode ser realizada por meio de duas abordagens principais: reconhecimento de padrões e não reconhecimento de padrões (OSKOEI e HU, 2007). Para o reconhecimento de padrões, comumente utiliza-se as redes neurais artificiais, pois são ferramentas poderosas em classificar padrões a partir de uma base de treinamento (IWANA, et al, 2016). Entretanto, um problema enfrentado nesse sistema é a determinação da sua topologia, ou seja, estipular o número de camadas, neurônios e a taxa de aprendizado. Para isso, outro sistema inteligente, como um Algoritmo Genéticos (AG), pode ser utilizado. O AG tem seu funcionamento baseado na teoria evolucionista de Darwin, onde indivíduos são cruzados, sofrem mutações e extinções, a fim de obter após diversas gerações uma população desenvolvida (LINDEN,2012).

Deste modo, este trabalho apresenta o uso dessas ferramentas para a classificação de movimentos da mão utilizando sinais mioelétricos. Para esse propósito, a RNA otimizada será alimentada com sinais processados a partir da utilização de transformadas *wavelets*. O processamento de sinais utilizando *wavelets* tem por objetivo a extração de características do sinal, gerando uma análise no domínio do

tempo e da frequência, a partir das diferentes formas de ondas dos sinais (B'CHARRI, et al,2017).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foi cedido por Rami Khushaba, as informações sobre estes estão disponíveis em Al-Timemy, et al (2015). A coleta dos dados foi realizada na “*University of Technology*” em Sydney, Austrália, com 10 voluntários de idade entre 20 e 33 anos, com circunferência de braço média de $26,59 \pm 2,41$ cm, e que não possuíam contato prévio com ferramentas EMG. Os voluntários foram introduzidos ao sistema 20 minutos antes do teste final. Todos os voluntários foram aprovados pelo conselho de ética da universidade onde o experimento foi aplicado, e todos consentiram na participação do estudo. Os dados de 6 eletrodos EMG com ganho de 1000, foram capturados com um sistema Bagnoli *desktop EMG system*, da empresa americana Delsys Inc.

Os eletrodos foram dispostos na circunferência do antebraço, igualmente espaçados, e um eletrodo de referência foi posicionado no pulso dos voluntários. Ainda no pulso dos voluntários, foi disposto um acelerômetro 3D do tipo MPU-6050 do *InvenSense*, como apresenta a Figura 1.



Figura 1: Configuração dos eletrodo.

Fonte:AL-TIMEMY, et al, 2015.

Um conversor de 12 bits Analógico/ Digital da *National Instruments*, BNC-2090 foi utilizado para amostrar o sinal em uma frequência de 4.000Hz.

Os voluntários, já com eletrodos e acelerômetro predispostos como citado anteriormente, passaram por uma série de movimentos. Estes movimentos foram divididos em 6 classes: (C1) - Mão fechada, (C2) - Mão aberta, (C3) -Extensão do Pulso (C4) - Flexão do Pulso, (C5) – Desvio Ulnar do Pulso, (C6) – Desvio Radial do Pulso (AL-TIMEMY, et al, 2015).

Cada uma destas classes foi subdividida em 9 subclasses que definiam 3 orientações diferentes do pulso, como apresentado na Figura 2, em 3 diferentes intensidades: fraca, média e forte. Para cada uma destas subclasses intrínsecas, foram realizados 3 testes para minimizar possíveis erros, gerando assim $3 \times 3 \times 3 \times 6 = 162$ dados amostrados com taxa de 4.000 Hz por 5 segundos.



Figura 2: Orientações do pulso.

Fonte:AL-TIMEMY, et al, 2015.

Para este trabalho serão utilizados somente os dados referentes à classe (C1) - Mão fechada, sendo esta subdividida em 9 subclasses. Para melhor classificação, subdividiu-se as subclasses em 3 grupos, onde, no grupo 1, estão as subclasses 1, 5 e 9. No grupo 2, estão as subclasses 2, 6 e 7 e no grupo 3, as subclasses 3, 4 e 8, como apresentado nos Quadros 1, 2 e 3, respectivamente.

	Grupo 1		
Subclasses	1	5	9
Orientação	1	2	3
Intensidade	Fraca	Média	Forte

Quadro 1: Configuração das subclasses no grupo 1.

	Grupo 2		
Subclasses	2	6	7
Orientação	1	2	3
Intensidade	Médio	Forte	Fraco

Quadro 2: Configuração das subclasses no grupo 2.

	Grupo 3		
Subclasses	3	4	8
Orientação	1	2	3
Intensidade	Forte	Fraco	Médio

Quadro 3: Configuração das subclasses no grupo 3.

A escolha do tratamento dos dados foi realizada a partir de testes empíricos utilizando 4 diferentes famílias de *wavelets*, sendo elas Daubechies, Coiflets, Symlets, e Haar, todas com nível de decomposição 3. As *wavelets* foram aplicadas aos dados no tempo e inseridas em uma *Multilayer Perceptron* (MLP), com 2 camadas escondidas, de 9 e 7 neurônios respectivamente. A taxa de aprendizagem foi de 0,05, com 70% dos dados para treinamento e 30 % para testes a a família Haar apresentou os melhores resultados e foi escolhida para as etapas de pré-processamento, com nível de decomposição 3, e com janela de sobreposição de informações de 50%.

Para a classificação, foi utilizado um sistema inteligente híbrido, composto por RNA e AG, no qual o Algoritmo Genético ficou responsável por determinar os

parâmetros topológicos para a melhor RNA capaz de resolver o problema, e a RNA por classificar as subclasses de movimentos. Foi utilizada uma RNA por grupo. A RNA utilizada foi uma MLP, com 70% (6.149) dos dados para treinamento e 30% (2.635 dados) para testes, com confiabilidade de 98%.

O AG possui 4 saídas, 3 delas são camadas escondidas para a RNA, contendo o número de neurônios em cada camada de 0 a 31, e quarta saída é a taxa de aprendizagem correspondente, de 0,0025 a 0,5. Para o AG utilizou-se uma taxa de mutação de 0,005, uma taxa de cruzamento de 0,7, população de 20 indivíduos, e 10 gerações. Para comparar a acurácia e tempo de processamento foi realizado um teste, aumentando para 25 a quantidade de gerações do AG.

3 | RESULTADOS

A partir dos procedimentos descritos no tópico anterior, obteve-se os resultados para cada uma das três RNAs criadas. Estes estão apresentados nos Quadros 4, 5 e 6.

		Classificação(%)			
		1	5	9	Incerteza
Desejado	1	100	0	0	0
	5	0	99,88	0	0,11
	9	0	0	100	0
Total de Acertos		99,96			

Quadro 4: Matriz de confusão para grupo 1.

		Classificação(%)			
		2	6	7	Incerteza
Desejado	2	99,88	0	0	0,11
	6	0	99,88	0	0,11
	7	0	0	100	0
Total de Acertos		99,92			

Quadro 5: Matriz de confusão para grupo 2.

		Classificação(%)			
		3	4	8	Incerteza
Desejado	3	99,89	0	0	0,11
	4	0	99,20	0	0,80
	8	0	0,12	98,96	0,92
Total de Acertos		99,35			

Quadro 6: Matriz de confusão para grupo 3.

O Quadro 4 apresenta os resultados para a RNA do grupo 1, contendo as subclasses 1, 5 e 9. O Quadro 5 apresenta os resultados para o grupo 2, contendo as subclasses 2, 6 e 7. Por último, o Quadro 6, apresenta os resultados para o grupo 3,

contendo as subclasses 3, 4 e 8.

O Quadro 7, apresenta a topologia ótima para a RNA encontrada pelo AG com 10 gerações, junto ao tempo utilizado para determinação desta.

	Topologia ótima encontrada				Tempo(h)
G1	25	31	4	0,45	31:15:36
G2	24	30	4	0,25	31:45:36
G3	30	17	5	0,07	34:55:48

Quadro 7: Topologia encontrada e tempo para determinação da topologia da RNA pelo AG.

O Quadro 8, apresenta a taxa de acertos para cada um dos grupos, testados com a melhor topologia RNA encontrada pelo AG durante 25 gerações.

25 Gerações		
Grupo	Total de Acertos (%)	Tempo(h)
G1	99,96	75:48:00
G2	99,96	80:25:48
G3	99,73	81:28:48

Quadro 8: Total de acertos e tempo para determinação da topologia da RNA pelo AG com aumento de gerações.

4 | DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos, apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6, pode-se observar, que a taxa de acertos, para o grupo 1, dos 2.635 dados utilizados para teste da rede treinada, há apenas 1 erro na subclasse 5, enquanto as outras classificaram 100%. Já para o grupo 2, dos 2.635 dados utilizados no teste, houveram 2 erros, nas subclasses 2 e 6, com 100% de acertos na subclasse 7. Finalmente, para o grupo 3, dos 2.635 dados utilizados no teste, houveram cerca de 16 erros, com maior taxa de erro na subclasse 8.

É possível observar também que, quase todos os erros são provenientes da alta taxa de confiabilidade, já que a RNA somente classifica um dado, se este atingir confiabilidade de 98%. Por tal motivo, boa parte dos erros estão na incerteza da RNA e não em uma classes distinta da qual deveria estar.

O aumento de 10 para 25 gerações do AG, dobrou o tempo de processamento da melhor topologia, porém não demonstrou uma melhora significativa no resultado. No entanto, o teste com 10 gerações se mostrou mais eficiente.

5 | CONCLUSÃO

O estudo realizado buscou aplicar sistemas inteligentes na solução de desafios enfrentados na área de classificação de movimentos através de sinais eletromiográficos.

A partir de um banco de dados de leituras EMG em diversos pacientes, foi possível estudar o comportamento eletromiográfico presente no antebraço durante o movimento de cerramento de mãos em diferentes rotações e níveis de força. Tal estudo foi feito através do tratamento de sinais utilizando a transformada *wavelet*, gerando assim uma base de dados focada em extração de características.

Com isso, foi possível elaborar um sistema inteligente híbrido utilizando conceitos biológicos e computacionais, como as Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos, resultando em um sistema eficaz em classificação de padrões.

Sendo assim, o resultado obtido foi uma classificação com taxa de acertos na ordem de 99%. Estes resultados indicam uma classificação eficiente, na qual praticamente todas as amostras foram classificadas corretamente, de acordo com a rotação e nível de força do movimento.

Diante desses resultados, abre-se então espaços para estudos na aplicação de sistemas inteligentes em prótese onde será possível a interpretação e atuação fiel à movimentação do paciente. Futuramente, espera-se aplicar esse sistema para a classificação de outros tipos de movimentos, expandindo então a aplicação prática do sistema desenvolvido. e, dessa forma, buscar a melhora da qualidade de vida de pessoas que não possuem em sua totalidade os membros superiores.

6 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela disponibilização de equipamentos para a realização dos testes e a Rami Khushaba pela disponibilização do banco de dados EMG e contribuição no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

Al-Timemy AH, Khushaba RN, Bugmann G, Escudero J, **Improving the Performance against Force Variation of EMG Controlled Multifunctional Upper-Limb Prostheses for Transradial Amputees**, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Accepted for Publication, 2015.

Bai O, Kelly G, Fei DY, Murphy D, Fox J, Burkhardt B, Lovegreen W, Soars J. **A wireless, smart EEG system for volitional control of lower-limb prosthesis**. TENCON 2015 – 2015 IEE Region 10 Conference. Nov. 2015.

B'charri OE, Latif R, Abenaou A, Jenkal W. **An efficient wavelet-based feature extraction scheme for electrocardiogram signals**. International Conference of Wireless Technologies. Abril 2017.

Herle S, Man S, Lazea G, Marcu C, Raica P, Robotin R, **Hierarchical myoelectric control of a human upper limb prosthesis**. Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD), Jun. 2010.

Huang Y, Englehart KB, Hudjins B, A. D. C. Chan ADC, **A Gaussian mixture model based classification scheme for myoelectric control of powered upper limb prostheses**, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, vol. 52, no. 11, pp. 1801–1811, November 2005.

Iwana BK, Frinken V, Uchida S . **A Robust Dissimilarity-based Neural Network for Temporal Pattern Recognition**. 15th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition. Out. 2016.

Linden R. **Algoritmos Genéticos**. Ciencia Moderna, vol 1, 2012.

Ministério da Saúde, DATASUS, 2017. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih%2Fcvn%2Fqiuf.def>

National Limb Loss Information Center. “Amputation statistics by cause limb loss in the united states”. disponível em: http://www.amputee-coalition.org/fact_sheets/amp_stats_cause.html. Acesso em 28 mai. 2017.

Oskoei M, Hu H, **Myoelectric control systems – A survey**, Biomedical Signal Processing and Control, vol. 2, no. 4, October 2007, pp. 275-294.

SOBRE OS ORGANIZADORES

LAIS DAIENE COSMOSKI Professora adjunta do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), nos cursos de Tecnologia em Radiologia e Bacharelado em Farmácia. Analista clínica no Laboratório do Hospital Geral da Unimed (HGU). Bacharel em Biomedicina pelas Universidades Integradas do Brasil (UniBrasil). Especialista em Circulação Extracorpórea pelo Centro Brasileiro de Ensinos Médicos (Cebamed) Mestre em Ciências Farmacêuticas pelo programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas da UEPG. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de avaliação clínico/laboratorial de processos fisiopatológicos.

FABRÍCIO LORENI DA SILVA CERUTTI Coordenador de Curso do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Professor adjunto do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO). Tecnólogo em Radiologia pela Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR). Mestre e doutorando em Engenharia Biomédica pelo programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) da UTFPR. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de diagnóstico por imagem, física nuclear, controle de qualidade e simulação computacional.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-68-0

