

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 28/02/2021.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS DE
ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE E
ACELEROMETRIA EM CÃES**

ROBERTA ROCHA NEGRÃO

**Botucatu – SP
2019**

ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS DE ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE E ACELEROMETRIA EM CÃES

ROBERTA ROCHA NEGRÃO

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.^a Titular Sheila Canevese Rahal

Co-orientador: Prof. Dr. Joel Mesa Hormaza

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Negrão, Roberta Rocha.

Análise de séries temporais de eletromiografia de superfície e acelerometria em cães / Roberta Rocha Negrão.
- Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Sheila Canevese Rahal

Coorientador: Joel Mesa Hormaza

Capes: 50501003

1. Locomoção animal. 2. Músculos. 3. Processamento de sinais. 4. Acelerometria. 5. Eletromiografia. 6. Cães.

Palavras-chave: Locomoção; Músculo; Processamento de Sinais.

Nome do autor: Roberta Rocha Negrão

TÍTULO: ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS DE ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE E ACELEROMETRIA EM CÃES

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Titular Sheila Canevese Rahal
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Profa. Dr. Maria Jaqueline Mamprim
Departamento de Reprodução Animal e Radiologia
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Profa. Dr. Vladimir Eliodoro Costa
Departamento de Física e Biofísica
IBB – UNESP - BOTUCATU

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo equipamento de eletromiografia de superfície (Processo 2014/23755-0).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo fornecimento da bolsa.

À minha orientadora Profa. Sheila Canevese Rahal, ao Prof. Joel Mesa Hormaza, meu co-orientador. Muito obrigada pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.

Aos pacientes caninos e seus tutores, que colaboraram com nosso projeto.

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1	xii
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. Análise da Locomoção.....	15
2.2 Displasia Coxofemoral	16
2.2.1 Análises Cinéticas da Displasia Coxofemoral	17
2.3 Eletromiografia de Superfície (EMGs).....	18
2.4 Acelerômetro.....	22
3. REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO 2	34
TRABALHO CIENTÍFICO: Análise de correlação de séries temporais de eletromiografia e acelerometria em cães para determinação de padrões de normalidade	35
CAPÍTULO 3	44
TRABALHO CIENTÍFICO: Análise de séries temporais de eletromiografia de superfície e acelerometria em cães	45
RESUMO	47
SUMMARY	47
1. Introdução	48
2. Métodos	50
2.1. <i>Animais e ambiente de experimentação</i>	50
2.2. <i>Posicionamento dos eletrodos</i>	51
2.3. <i>Coleta e processamento dos sinais de EMGs e acelerômetro</i>	51
2.4. <i>Funções de correlação e assimetria</i>	57

2.5	<i>Algoritmo de identificação de fase de apoio e balanço</i>	58
2.6.	<i>Cortes temporais no sinal de eletromiografia: identificação dos ciclos de locomoção</i>	60
3.	Resultados	62
4.	Discussão.....	69
5.	Conclusão	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICE.....	77
	ANEXO	80

LISTA DE ABREVIATURAS

ASX	Função de Assimetria
EMGs	Eletromiografia de superfície
Hz	Hertz
mV	Milivolts
s	Segundos
t	Tempo
σ	Raiz da Variância
σ_i^2	Variância

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 Comparação de estruturas anatômicas de membro pélvico de um cão saudável (primeiro quadro) e de um cão com displasia coxofemoral (segundo quadro).16

Figura 2 Fotos do eletrodo não invasivo de EMGs da Deslys, composto: por um sensor denominado eletrodo de registro e um eletrodo de referência.....20

Capítulo 3

Figura 1 Sinal cru de EMGs em um intervalo de 5 s para um cão saudável.52

Figura 2 Sinal cru de EMGs em um intervalo de 5 s para um cão displásico.....52

Figura 3 Sinal eletromiográfico após aplicação de retificação de onda inteira em um cão saudáveis.....53

Figura 4 Sinal eletromiográfico após aplicação de retificação de onda em um cão displásico.53

Figura 5 Sinal de EMGs após aplicação de filtro Butterworth de segunda ordem passa-baixa de 6Hz em um cão saudável.....54

Figura 6 Sinal de EMGs após aplicação de filtro Butterworth de segunda ordem passa-baixa de 6Hz em um cão displásico.54

Figura 7 Exemplos de sinais de acelerometria captados simultaneamente nos membros pélvicos, direito e esquerdo, em cães saudáveis e displásicos.....56

Figura 8 Limiar definido com magnitude 3 m/s^2 (linha azul), na raiz da variância do sinal do acelerômetro. Quadrados indicam início e fim dos ciclos de passada e os triângulos indicam o início da fase de balanço. Os membros direito e esquerdo estão identificados com as cores, preto e vermelho, respectivamente.....56

Figura 9 Exemplos de cortes temporais no sinal de eletromiografia (a, c) e correspondentes valores reamostrados e normalizados (b, d), definidos pelo limiar de magnitude 3 m/s^2 da raiz da variância do sinal do acelerômetro para um cão saudável e um cão displásico. Cada cor representa um ciclo de passada identificado.....59

Figura 10 Função de correlação entre o sinal EMGs do músculo vasto lateral e da aceleração total de cães saudáveis (linhas) e displásicos (símbolos com cores diferentes para cada cão). Os números no eixo horizontal representam o índice do animal (1, 2 e 3) e as letras designam o lado (e – esquerdo, d – direito).61

Figura 11 Função de correlação entre o sinal EMGs do músculo bíceps femoral e da aceleração total de cães saudáveis (linhas) e displásicos (símbolos com cores diferentes para cada cão). Os números no eixo horizontal representam o índice do animal (1, 2 e 3) e as letras designam o lado (e – esquerdo, d – direito).61

Figura 12 Função de assimetria entre os membros direito e esquerdo, para a correlação entre o sinal de EMGs do músculo vasto lateral e o acelerômetro de cães saudáveis (linhas) e displásicos (símbolos).....	65
Figura 13 - Função de assimetria entre os membros, direito e esquerdo, para a correlação entre o sinal de EMGs do músculo bíceps femoral e o acelerômetro de cães saudáveis (linhas) e displásicos (símbolos).....	65
Figura 14 Porcentagem de atividade do músculo vasto lateral, média e desvio padrão para os cães sadios (linha contínua e barras) e para os 3 cães displásicos (linhas tracejadas).	68
Figura 15 Porcentagem de atividade do músculo bíceps femoral para os cães sadios (linha contínua e barras) e para os displásicos (linhas tracejadas).	68

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3

Tabela 1. Identificação dos cães utilizados no estudo	50
Tabela 2. Valores médios do tempo (s) de ciclo de passada e porcentagem média de apoio e balanço no ciclo de locomoção dos cães displásicos, para membros pélvicos direito e esquerdo.	66
Tabela 3. Valores médios do tempo (s) de ciclo de passada e porcentagem média de apoio e balanço no ciclo de locomoção dos cães saudáveis, para membros pélvicos direito e esquerdo.	66
Tabela 4. Comparação de valores médios do tempo de ciclo de passada (s) e porcentagem média de apoio e balanço, no ciclo de locomoção dos cães saudáveis (n=10) e displásicos (n=3), para membros pélvicos direito e esquerdo. O número (n) de indivíduos de cada grupo está indicado na tabela.	67

NEGRAO, R.R. Análise de séries temporais de eletromiografia de superfície e acelerometria em cães. Botucatu, 2018. 82p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

O estudo analisou sinais de eletromiografia de superfície (EMGs), relacionados com sensores inerciais (acelerometria), com o objetivo de realizar uma padronização reproduzível em cães. Estes sinais foram obtidos em dois diferentes músculos, bíceps femoral e vasto lateral, em duas raças de cães (Labrador Retriever e Golden Retriever), durante a locomoção ao caminhar em velocidade padronizada. A partir destes dados foram realizados dois experimentos para os processamentos. No experimento 1, foi realizada filtragem com Butterworth de segunda ordem passa-banda de 0,8 a 5 Hz no sinal de EMGs e também no sinal do acelerômetro, gerando dados para análise em funções de correlação e assimetria. Como resultado foi verificada a eficácia do emprego dessas funções para determinação de padrões nos sinais analisados, sendo possível a identificação de sinais de cães saudáveis e com displasia coxofemoral. No experimento 2, a filtragem foi realizada com filtro Butterworth de segunda ordem passa-baixa de 6Hz, apenas no sinal de EMGs. Aplicou-se algoritmo para identificação das fases da locomoção, por meio da determinação de um limiar, e foram estabelecidas correlações entre os sinais provenientes de ambos transdutores. Como resultado do processamento dos sinais coletados em cães saudáveis, foram gerados dados do ciclo de passada, porcentagem de atividade muscular, funções de correlação e assimetria, bem como definido o tempo de apoio e balanço durante a locomoção. Ao realizar o mesmo tratamento dos sinais em cães com displasia coxofemoral, os resultados obtidos não se enquadravam no determinado para os cães saudáveis. Foi possível concluir que os dois métodos para análise e processamento dos sinais permitiram a identificação de estruturas de atividade muscular durante o ciclo de locomoção em cães, com o consequente estabelecimento de valores de referência. Contudo, o segundo método permitiu melhor qualidade dos dados.

Palavras-chave: Locomoção; Músculo; Processamento de Sinais.

NEGRAO, R.R. Analysis of time series of surface electromyography and accelerometry in dogs. Botucatu, 2018. 82p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

This study analyzed Surface Electromyography (sEMG) signals, related to inertial sensors (accelerometry), aiming to perform a reproducible standard in dogs. These signs were obtained from two different muscles, biceps femoris and vastus lateralis muscles, from two breeds of dogs (Labrador Retriever and Golden Retriever), during walking gait in a controlled velocity. Two methodologies were applied for EMGs signal processing. The first one used a second-order band-pass Butterworth filter with a cut-off frequency between 0.8 and 5 Hz in both EMG signal and accelerometer signal. Data generated were analyzed in correlation and asymmetry functions, which were effective in identifying sign patterns in healthy dogs as well as in dogs with hip dysplasia. The second methodology used a second-order low-pass Butterworth filter with a cut-off frequency of 6 Hz. An algorithm was applied to determine a threshold value of the gait cycle phases. Then, correlations between signals from both transducers were determined. Data related to percentage of muscle activity, correlation function and asymmetry function, as well as stance time and swing during gait cycle were generated after processing of the signs collected from healthy dogs. The signs collected from dogs with hip dysplasia were not within of the interval patterns established in healthy dogs. In conclusion, both methods applied signal analysis and processing allowed the identification of structures of muscular activity during the gait cycle in dogs as well as the establishment of reference values. However, the second method improved data quality.

Key words: Gait; Muscle; Signal processing.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A eletromiografia de superfície (EMGs) é um recurso ainda pouco utilizado em cães (BOCKSTAHLER et al., 2009; LAUER et al.; 2009; LISTER et al., 2009; BOCKSTAHLER et al., 2012; FISCHER et al., 2013; BREITFUSS et al., 2015) e consiste na detecção e registro da atividade elétrica de músculos com o emprego de eletrodos de superfície não invasivos (GRATIELA-FLAVIA et al., 2009). Em biomecânica, o sinal de EMGs é empregado principalmente para identificar o início da ativação muscular, como indicador da força produzida pelo músculo contraído e como parâmetro do índice de fadiga do músculo (De LUCA, 1997; GRATIELA-FLAVIA et al., 2009). Contudo, pela EMGs somente podem ser avaliados os músculos mais superficiais (GRATIELA-FLAVIA et al., 2009; MEDVED e CIFREK, 2011).

Em pacientes humanos, em geral, os registros da EMGs são realizados de forma simultânea com análises cinemáticas, na qual é montado um modelo espacial a partir de pontos anatômicos, e plataformas de força que consistem de duas superfícies rígidas com sensores de força que possibilitam obter grandezas mecânicas para análise do movimento (FRIGO e CRENNNA, 2009). De forma similar, os estudos com cães têm utilizado a análise cinética com a plataforma de força, cinemática ou a combinação de ambas, para distinguir entre as fases de apoio e balanço, e promover correlação com o padrão de atividade muscular analisado com a EMGs (BOCKSTAHLER et al., 2009; BOCKSTAHLER et al., 2012; FISCHER et al., 2013; BREITFUSS et al., 2015). Contudo, tratam-se de equipamentos de acessibilidade ainda limitada ao clínico, uma vez que requerem maior investimento e locais apropriados para a instalação.

Com o desenvolvimento de acelerômetros eletrônicos, pequenos e acessíveis, têm sido otimizados múltiplos algoritmos com o intuito da utilização deste equipamento para análises de locomoção em pacientes humanos (YING et al., 2007; MARSCHOLLEK et al., 2008; GODFREY et al., 2015). Em cães, os acelerômetros têm sido empregados mais frequentemente para monitorar objetivamente a atividade e o comportamento (GORDON-EVANS, 2012;

MARTIN et al., 2017; WERNIMONT et al., 2018), havendo algumas propostas como um possível método para análise de parâmetros cinéticos e/ou têmporo-espaciais (PILLARD et al., 2012; CLARK et al., 2014).

Desta forma, o presente estudo visou estabelecer um método de processamento de sinais eletromiográficos de superfície e de acelerômetros, correlacionando-os, durante a locomoção em velocidade padronizada, para identificação de estruturas de atividade muscular durante o ciclo de passada e identificação de valores de referência em cães.

(Verghese et al., 2002; Yamada et al., 2012; Lord et al., 2013). Assim, um sistema que pode medir objetivamente com precisão os tempos de ciclo de passada provavelmente são de interesse tanto para a estudos em cães quanto para outros animais.

5. Conclusão

O presente estudo mostrou que o método para análise e processamento dos sinais de EMGs combinado a dispositivos inerciais (acelerometria), baseada na interseção de um valor limiar por parte da função temporal da variância da aceleração, foi adaptado de forma bem-sucedida para identificação de estruturas de atividade muscular dos músculos bíceps femoral e vasto lateral, durante o ciclo de locomoção em cães ao caminhar, com o consequente estabelecimento de valores de referência que possibilitou a identificação de alterações nos sinais de EMGs em cães com displasia coxofemoral.

REFERÊNCIAS

BOCKSTAHLER, B.B.; GESKY, R.; MUELLER, M.; THALHAMMER, J.G.; PEHAM, C., PODBREGAR, I. Correlation of surface electromyography of the vastus lateralis muscle in dogs at a walk with joint kinematics and ground reaction forces. *Vet. Surg.*, v.38, p.754–761, 2009.

BOCKSTAHLER, B.; KRAUTLER, C.; HOLLER, P.; KOTSCHWAR, A.; VOBORNIK, A; PEHAM, C. Pelvic limb kinematics and surface electromyography of the vastus lateralis, biceps femoris, and gluteus medius muscle in dogs with hip osteoarthritis. *Vet. Surg.*, v.41, p.54–62, 2012.

BREITFUSS, K.; FRANZ, M.; PEHAM, C.; BOCKSTAHLER, B. Surface electromyography of the vastus lateralis, biceps femoris, and gluteus medius muscle in sound dogs during walking and specific physiotherapeutic exercises. *Vet. Surg.*, v.44, p.588–595, 2015.

BURDEN A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *J Electromyogr. Kines.*, v.20, n.6, p.1023–1035, 2010.

CATALFAMO, P.; GHOUSSAYNI, S.; EWINS, D. Gait event detection on level ground and incline walking using a rate gyroscope. *Sensors*, v.10, p.5683–5702, 2010.

DE LUCA, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J. Appl. Biomech.*, v.13, n.2, p.135-163, 1997.

DE LUCA, C.J.; GILMORE, L.D.; KUZNETSOV, M.; ROY, S.H. Filtering the surface EMG signal: movement artifact and baseline noise contamination. *J. Biomech.*, v.43, n.8, p.1573-1579, 2010.

EVANS, H.E; DE LAHUNTA, A. *Miller's anatomy of the dog*. St. Louis: Elsevier Saunders, 2013. 849p.

FARINA, D. Interpretation of the surface electromyogram in dynamic contractions. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, v. 34, n. 3, p121-127, 2006.

FISCHER, S.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Adaptations in muscle activity to induced, short-term hindlimb lameness in trotting dogs. *Plos One*, v.8, n.11, p.1-10, 2013.

FRIGO, C.; CRENNNA, P. Multichannel SEMG in clinical gait analysis: A review and state-of-the-art. *Clin. Biomech.*, v.24, p.236-245, 2009.

GILLETTE, R.L.; ANGLE, T.C. Recent developments in canine locomotor analysis: a review. *Vet. J.*, n.178, p.165-176, 2008.

GODFREY, A., DEL DIN, S., BARRY, G., MATHERS, J., ROCHESTER, L. Instrumenting gait with an accelerometer: A system and algorithm examination. *Med. Eng. Phys.*, v.37, n.4, p.400-407, 2015.

GRATIELA-FLAVIA, D.; FLAVIA, R.; EMILIA, G. Surface electromyography in biomechanics: applications and signal analysis aspects. *J. Phys. Educ. Sport.*, v.25. n.4, p.1-10, 2009.

GORDON-EVANS, W.J. Gait analysis. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. *Veterinary surgery small animal*. Elsevier Saunders: Canada, 2012. chap.74, p.1190-1196.

KENNEDY, S.; LEE, D.V.; BERTRAM, J.E.A.; LUST, G.; WILLIAMS, A.J.; SODERHOLM, L.V.; HAMILTON, S., BLISS, S.P.; DYKES, N.L.; TODHUNTER, R.J. Gait evaluation in hip osteoarthritic and normal dogs using a serial force plate system. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.16, p.170–7, 2003.

LAUER, S.K.; HILLMAN, R.B.; HOSGOOD, G.L. Effects of treadmill inclination on electromyographic activity and hind limb kinematics in healthy hounds at a walk. *Am. J. Vet. Res.*, v.70, p.658–664, 2009.

LISTER, S.A.; RENBERG, W.C.; ROUSH, J.K. Efficacy of immobilization of the tarsal joint to alleviate strain on the common calcaneal tendon in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.70, n.1, p.134–140, 2009.

LORD, S.; GALNA, B.; ROCHESTER, L. Moving forward on gait measurement: Toward a more refined approach. *Mov. Disord.*, v.28, p.1534–1543, 2013.

MARSCHOLLEK, M.; GOEVERCIN, M.; WOLF, K.H.; SONG, B.; GIETZELT, M.; HAUX, R.; STEINHAGEN-THIESSEN, E. A performance comparison of accelerometry-based step detection algorithms on a large, non-laboratory sample of healthy and mobility-impaired persons. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, p.1319-22, 2008.

MARTIN, K.W.; OLSEN, A.M.; DUNCAN, C.G.; DUERR, F.M. The method of attachment influences accelerometer-based activity data in dogs. *BMC Vet. Res.*, v.13, n.48, p.1-6, 2017.

MCCRORY, J.L.; WHITE, S.C.; LIFESO, R.M. Vertical ground reaction forces: objective measures of gait following hip arthroplasty. *Gait Posture*, v.14, p.104–109, 2001.

MEDVED, V.; CIFREK, M. Kinesiological electromyography. In: KLIKA, V. *Biomechanics in applications*. IntechOpen, 2011. p.349-366.

MERLO, A.; CAMPANINI, I. Technical aspects of surface electromyography for clinicians. *Open Rehabil. J.*, v.3, p.98-109, 2010.

NEGRÃO, R.R.; MESA, J.; RAHAL, S.C. Análise de correlação entre séries temporais de eletromiografia e acelerometria em cães para determinação de padrões de normalidade. In: COSMOSKI, L.D.; CERUTTI, F.L.S. *Bases da Saúde e Engenharia Biomédica*. Ed. Atena. v.2, p.21-28, 2018.

PASTELL, M.; TIUSANEN, J.; HAKOJÄRVI, M.; HÄNNINEN, L. A wireless accelerometer system with wavelet analysis for assessing lameness in cattle. *Biosyst. Eng.*, 104, 545–551, 2009.

PILLARD, P.; GIBERT, S.; VIGUIER, E. 3D accelerometric assessment of the gait of dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.*, v.15, n.Suppl 1, p.129-131, 2012.

SYRCLE, J. Hip dysplasia clinical signs and physical examination findings. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, v.47, p.769-775, 2017.

VALENTIN, S.; ZSOLDOS, R.R. Surface electromyography in animal biomechanics: A systematic review. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, v.28, p.167-83, 2015.

VERGHESE, J.; LIPTON, R.B.; HALL, C.B.; KUSLANSKY, G.; KATZ, M.J.; BUSCHKE, H. Abnormality of gait as a predictor of non-Alzheimer's dementia. *N. Engl. J. Med.*, v.347, p.1761–1768, 2002.

WERNIMONT, S.M.; THOMPSON, R.J.; MICKELSEN, S.L.; SMITH, S.C.; ALVARENGA, I.C.; GROSS, K.L. Use of accelerometer activity monitors to detect changes in pruritic behaviors: interim clinical data on 6 dogs. *Sensors (Basel)*, v.18, p.1-15, 2018.

YAMADA, M.; AOYAMA, T.; MORI, S.; NISHIGUCHI, S.; OKAMOTO, K.; ITO, T.; MUTO, S.; ISHIHARA, T.; YOSHITOMI, H.; ITO, H. Objective assessment of abnormal gait in patients with rheumatoid arthritis using a smartphone. *Rheumatol. Int.*, v.32, p.3869–3874, 2012.

YING, H.; SILEX, C.; SCHNITZER, A.; LEONHARDT, S.; SCHIEK, M. Automatic step detection in the accelerometer signal. In: *4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN 2007)*. v.13, Springer: Berlin, p.80–85, 2007.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Cortes temporais dos ciclos de passada, no sinal de eletromiografia, definidos pelo limiar no sinal do acelerômetro, normalização e cálculo da média e desvio padrão.

	(5.45224E-5)	(3.82874E-5)	(5.54535E-5)
	5.34252E-5	3.45337E-5	5.87708E-5
	4.95333E-5	3.09159E-5	5.93553E-5
	4.298E-5	2.73282E-5	5.61934E-5
	3.45846E-5	2.37622E-5	4.9185E-5
	2.56465E-5	2.03378E-5	3.91959E-5
	1.76091E-5	1.72856E-5	2.78466E-5
	1.16972E-5	1.48818E-5	1.70947E-5
	8.62113E-6	1.33558E-5	8.72829E-6
	8.43051E-6	1.27974E-5	3.91104E-6
	1.05432E-5	1.30936E-5	2.90734E-6
	1.39316E-5	1.39208E-5	5.05837E-6
	1.74079E-5	1.48001E-5	9.01164E-6
	1.99214E-5	1.52097E-5	1.31326E-5
	2.07946E-5	1.47251E-5	1.59767E-5
	1.98394E-5	1.31515E-5	1.66855E-5
	1.7343E-5	1.06083E-5	1.5194E-5
	1.39385E-5	7.53757E-6	1.21958E-5
	1.04103E-5	4.62307E-6	8.8843E-6
	7.49191E-6	2.63615E-6	6.554E-6
	5.70616E-6	2.24156E-6	6.1843E-6
	5.28097E-6	3.8122E-6	8.13253E-6
	6.14496E-6	7.3035E-6	1.20277E-5
	7.9929E-6	1.22277E-5	1.6893E-5
	1.03901E-5	1.77407E-5	2.14566E-5
	1.28861E-5	2.2829E-5	2.45549E-5
	1.51134E-5	2.6554E-5	2.55041E-5
	1.68542E-5	2.8296E-5	2.43283E-5
	1.80724E-5	2.79309E-5	2.1774E-5
	1.89101E-5	2.58915E-5	1.91082E-5
	1.96573E-5	2.30909E-5	1.776E-5
	2.06974E-5	2.07176E-5	1.89108E-5
	2.24372E-5	1.99489E-5	2.31532E-5
	2.5226E-5	2.1651E-5	3.03145E-5
	2.92738E-5	2.61429E-5	3.94964E-5
	3.45853E-5	3.30865E-5	4.93119E-5
	4.09211E-5	4.15339E-5	5.82495E-5
	4.78049E-5	5.01324E-5	6.50593E-5
	5.45814E-5	5.74345E-5	6.90518E-5
	6.05205E-5	6.22429E-5	7.02325E-5
	6.49498E-5	6.39001E-5	6.92401E-5
	6.73841E-5	6.24546E-5	6.71186E-5
	6.76229E-5	5.86495E-5	6.49965E-5
	6.57843E-5	5.37389E-5	6.37678E-5
	6.22662E-5	4.91725E-5	6.38623E-5
	5.76438E-5	4.62271E-5	6.51634E-5
	5.25282E-5	4.56744E-5	6.70837E-5
	4.74279E-5	4.75756E-5	6.87635E-5
	4.2653E-5	5.12534E-5	6.93266E-5
	(3.82874E-5)	(5.54535E-5)	(6.81166E-5)

$$D11n := \frac{D11}{\max(D11)}$$

$$D12n := \frac{D12}{\max(D12)}$$

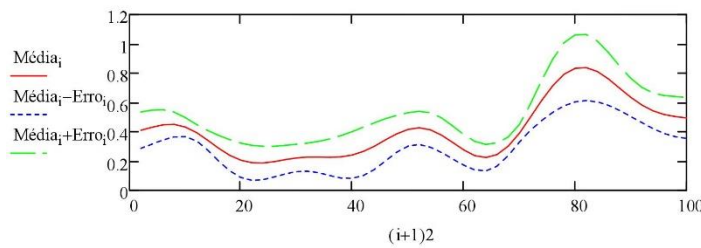
$$D13n := \frac{D13}{\max(D13)}$$

$$i := 0, 1.. 49$$

$$\max(D11) - \min(D11) = 6.234 \times 10^{-5}$$

$$\text{Erro}_i := \sqrt{\frac{(D11n_i - \text{mean}(D11n))^2 + (D12n_i - \text{mean}(D12n))^2 + (D13n_i - \text{mean}(D13n))^2 + (E11n_i - \text{mean}(E11n))^2 + (E12n_i - \text{mean}(E12n))^2 + (E13n_i - \text{mean}(E13n))^2}{6.5}}$$

$$\text{Média}_i := \frac{D11n_i + D12n_i + D13n_i + (E11n_i + E12n_i + E13n_i)}{6}$$



Média _i =	Erro _i =	Média _i - Erro _i =	Média _i + Erro _i =
0.409	0.124	0.285	0.533
0.429	0.116	0.313	0.546
0.446	0.103	0.343	0.55
0.449	0.086	0.363	0.534
0.43	0.066	0.364	0.497
0.392	0.056	0.337	0.448
0.341	0.066	0.275	0.407
0.286	0.088	0.198	0.374
0.238	0.107	0.131	0.345
0.204	0.118	0.086	0.322
0.187	0.119	0.067	0.306
0.186	0.114	0.072	0.299
0.195	0.105	0.091	0.3
0.209	0.097	0.112	0.306
0.22	0.093	0.127	0.313
...

ANEXO

Anexo 1 - Artigo apresentado no V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica, realizado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, de 23 a 26 de outubro de 2017, publicado pela Editora Atena, no e-book denominado “Bases da Saúde e Engenharia Biomédica”, em novembro de 2018.




Ponta Grossa, 20 de novembro de 2018.

DECLARAÇÃO DE PUBLICAÇÃO

Declaro que o artigo intitulado "ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE SÉRIES TEMPORAIS DE ELETROMIOGRAFIA E ACELEROMETRIA EM CÃES PARA DETERMINAÇÃO DE PADRÕES DE NORMALIDADE" de autoria de "ROBERTA ROCHA NEGRÃO", foi aprovado e publicado no livro eletrônico "Bases da Saúde e Engenharia Biomédica", ISBN 978-85-85107-68-0 e DOI 10.22533/at.ed.680183110.

Agradeço a escolha pela Atena Editora como meio de transmitir ao público científico e acadêmico o trabalho e parabenizo os autores pela publicação.

Reitero protestos de mais elevada estima e consideração.


Prof.ª Dr.ª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Chefe
ATENA EDITORA
PREFIXO EDITORIAL ISBN 93243
PREFIXO DOI 10.22533

Atena Editora - CNPJ: 26.080.637/0001-29
Rua Júlia Lopes, 556, Órtas
Ponta Grossa - PR - CEP: 84.070-202
E-mail: contato@atenaeditora.com.br
Site: www.atenaeditora.com.br

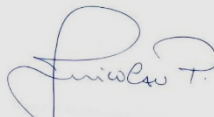
Anexo 2 - Atestado de aprovação do projeto pelo Concelho Nacional de Controle de Experimentação Animal.

ATESTADO

Atesto que o Projeto "Análise de séries temporais de eletromiografia em cães para determinação de padrões de normalidade." **Protocolo CEUA 0121/2017**, a ser conduzido por Roberta Rocha Negrão, responsável/orientador Sheila Canevese Rahal, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	15/06/2017 a 02/03/2018
Nome Comum / Espécie / Linhagem	//
Raça	
Nº de animais machos	0
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	0
Peso médio de animais machos	0
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	0
Idade	ano(s) e 0 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	Centro Veterinário de Análise do Movimento

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 08/06/2017



JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu