

Avaliação de um sistema de monitorização portátil do retorno anestésico baseado em análise de movimento em caninos e felinos**Evaluation of a portable anesthetic return monitoring system based on canine and feline movement analysis**

DOI:10.34117/bjdv6n8-136

Recebimento dos originais: 12/07/2020

Aceitação para publicação: 12/08/2020

Daniel Checchinato

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Santo Amaro, Departamento de Pós Graduação, São Paulo, Brasil.

Endereço: Rua Isabel Schmidt, 349 - Santo Amaro, São Paulo - SP, 04743-030

E-mail: checchinatovet@yahoo.com.br

Luis Marques Antunes

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Ciências Veterinárias, Vila Real, Portugal.

Endereço: Quinta de Prados, Vila Real, Portugal, 5001-801

E-mail: labanimalsgroup@gmail.com

Joaquim Gabriel Mendes

Universidade de Engenharia Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Mecânica e pesquisa de Automação.

Endereço: R. Dr. Roberto Frias, Porto, Portugal, 4200-465

E-mail: jgabriel@fe.up.pt

Hugo Plácido da Silva

Empresa Flux - Wireless Biosignals S.A., Lisboa, Portugal.

Endereço: Avenida 5 de Outubro 70, 1050-059 Lisboa, Portugal

E-mail: hsilva@flux.info

Diana Patricia Duarte

Universidade de Engenharia Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Mecânica e pesquisa de Automação.

Endereço: R. Dr. Roberto Frias, Porto, Portugal, 4200-465

E-mail: dianaduarte7@hotmail.com

Pedro Nuno de Melo Antunes

Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Endereço: Av. Rovisco Pais 1, Lisboa, Portugal, 1049-001

E-mail: pedronmantunes@gmail.com

Cidéli de P. Coelho

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Santo Amaro, Departamento de Pós Graduação, São Paulo, Brasil.

Endereço: Rua Isabel Schmidt, 349 - Santo Amaro, São Paulo - SP, 04743-030

E-mail: cpcoelho@prof.unisa.br

RESUMO

O monitoramento do retorno anestésico em pequenos animais pode ser desafiador. Este trabalho visou validar a monitorização portátil do retorno anestésico por meio de um sistema BITalino R-IoT conectado a um computador via Wi-Fi, baseado na análise de movimento e aquisição digital de sinais vitais em pequenos animais. O movimento foi medido com base na variação da aceleração em intervalos de cinco milissegundos em cada eixo, sendo então somados os três eixos. Foram avaliadas 12 fêmeas, caninas e felinas, sem raças definidas, com idade estimada entre 6 meses a 3 anos e consideradas ASA I. Os animais foram alocados em 2 grupos, sendo todos submetidos a cirurgia de ovário histerectomia sob o mesmo protocolo anestésico. Os indivíduos foram monitorados durante 1 minuto, por meio do acoplamento do aparelho ao pescoço, em 5 momentos diferentes: com o animal livre de fármacos (M1), 15 minutos após a medicação pré anestésica (M2), na extubação (M3), 30 minutos pós extubação (M4) e, por fim, 120 minutos pós extubação (M5). Após o procedimento foram calculadas as médias dos valores coletados. Observou-se que todos animais iniciaram M1 com 662 pontos e retornaram totalmente à normalidade em M5, com diferença entre os grupos de M2 a M4. Os felinos apresentaram maior depressão e excitação do que os caninos. Os valores mais baixos observam-se em M3, aumentado a excitação até M4, com retorno aos valores iniciais em M5. Os estudo deste parâmetros sugere a futura capacidade de utilizar desta tecnologia para identificar ataques convulsivos. Os dados obtidos demonstraram a capacidade do aparelho BITalino em detectar as variações, mesmo que pequenas, na movimentação e sinais vitais dos animais em questão; além de ser de fácil montagem e aplicação na rotina cirúrgica. A ferramenta aqui apresentada permite o acompanhamento seguro dos animais no contexto perioperatório e de internamento, aumentando a eficiência e produtividade dos centros de atendimento veterinários, além de auxiliar na diminuição dos custos envolvidos em certos procedimentos.

Palavras-chave: monitorização, Wi-Fi, movimento, anestesia, cão e gato.**ABSTRACT**

The monitoring of anesthetic return in small animals can be challenging. This study aims to validate the portable monitoring device of anesthetic return by means of a BITalino R-IoT system connected to a computer via Wi-Fi, based on the analysis of movement and digital acquisition of vital signs in small animals. Twelve females, canine and feline, without defined breeds, were evaluated, aged between 6 months and 3 years and considered ASA I. The animals were allocated in 2 groups, all of which were submitted to hysterectomy ovarian surgery under the same anesthetic protocol. The individuals were monitored for 1 minute, by coupling the device to the neck, at 5 different times: with the drug-free animal (M1), 15 minutes after pre-anesthetic medication (M2), on extubation (M3), 30 minutes after extubation (M4) and, finally, 120 minutes after extubation (M5). After the procedure, the averages of the collected values were calculated. It was observed that all animals started M1 with 662 points and returned completely to normal in M5, with a difference between the groups from M2 to M4. Felines showed greater depression at M3 and excitement at M4 than canines, with a gradual return to initial values after M4. Data from this study suggest the future possibility to use this equipment for identifying convulsive attacks. The data obtained demonstrates the capacity of the BITalino device to detect even small variations in the movement and vital signs of the animals; besides being easy to assemble and apply in a surgical routine. The tool presented here

allows safe monitoring of animals in the perioperative and inpatient context, increasing the efficiency and productivity of veterinary care centers, in addition to helping to reduce the costs involved in certain procedures.

Keywords: monitorization, Wi-Fi, movement, aneesthesia, dog and cat.

1 INTRODUÇÃO

Em clínicas e hospitais veterinários, são vários os procedimentos que necessitam de sedação ou até mesmo anestesia geral dos pacientes. Rotineiramente, a castração é uma das intervenções mais freqüentes na clínica cirúrgica com impactos na saúde individual e social do animal (KUSTRIZ, 2012; ATAIDE et al., 2020). Para este efeito o animal é submetido a anestesia geral que permite a perda de consciência e contenção do indivíduo, além de promover analgesia. Para isso, são utilizadas substâncias que promovem hipnose, relaxamento muscular e analgesia (WHELAN & FLECKNELL, 1992).

O risco de mortalidade durante o período anestésico em pacientes animais é maior do que os relatados em pacientes humanos (GIL & REDONDO, 2013). Calcula-se que 30% dos óbitos acontecem no período pós-anestésico (BRODBELT, 2008) e, as principais complicações que podem ser observadas durante a recuperação anestésica estão correlacionadas com os efeitos dos fármacos, consistindo principalmente em depressão cardiorrespiratória, hipotermia, retardamento da recuperação anestésica e a recuperação precoce acompanhada de disforia e delírio (BEDNARSKI et al., 1986; BEDNARSKI et al., 2011).

Muitas vezes a finalização da monitoração do paciente ocorre após a extubação, quando o animal demonstra os primeiros sinais de recuperação de consciência. Esta forma errônea acontece muitas vezes na rotina de pequenos clínicas veterinárias visando diminuir custos com funcionários. Essa conduta desconsidera o período de metabolização de fármacos e a alta porcentagem de mortes que ocorrem nesse momento (BRODBELT, 2008; BEDNARSKI et al., 2011).

Ao longo dos anos surgiram inúmeros aparelhos voltados para a medição automatizada de sinais fisiológicos no trans e pós-cirúrgico, além de guidelines específicos para estes momentos (GRUBB, 2020). Esses sistemas automáticos, como monitores eletrônicos de multiparâmetros, auxiliam na obtenção e manutenção dos registros em suporte digital (BRUGAROLAS et al., 2015), porém, são economicamente pouco acessíveis. A utilização do aparelho visa diminuir o risco de morte no período pós-anestésico, e a mão de obra para tal tarefa.

O presente trabalho visa investigar um meio viável, robusto e de baixo custo para monitorar o retorno anestésico de pacientes e melhorar o acompanhamento clínico nesta fase. O sistema está

baseado na colheita de sinais vitais e movimentação com um sistema BITalino da variante R-IoT conectado via Wifi. O sistema deverá ser um alarme simples de utilizar na rotina anestésica veterinária.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução do estudo foi realizada uma parceria entre o departamento de ciências veterinárias na UTAD, o departamento de engenharia mecânica e pesquisa de automação, instrumentação e controle da FEUP, na Universidade do Porto e o hospital veterinário ANIMALcare; todos localizados na região Norte, em Portugal. O projeto foi previamente aprovado na ORBEA-UTAD sob o N° 1580-e-DCV-2019.

Protocolo experimental: Foram selecionados 12 fêmeas híginas, sem raça definida, entre 6 meses e 3 anos de idade; separados em 2 grupos iguais, sendo 6 da espécie canina, de 5 a 20 kg (grupo C), e 6 da espécie felina, de 3 a 5 kg (grupo F). Todos os animais foram submetidos a exame físico e laboratorial, sendo classificados como ASA I.

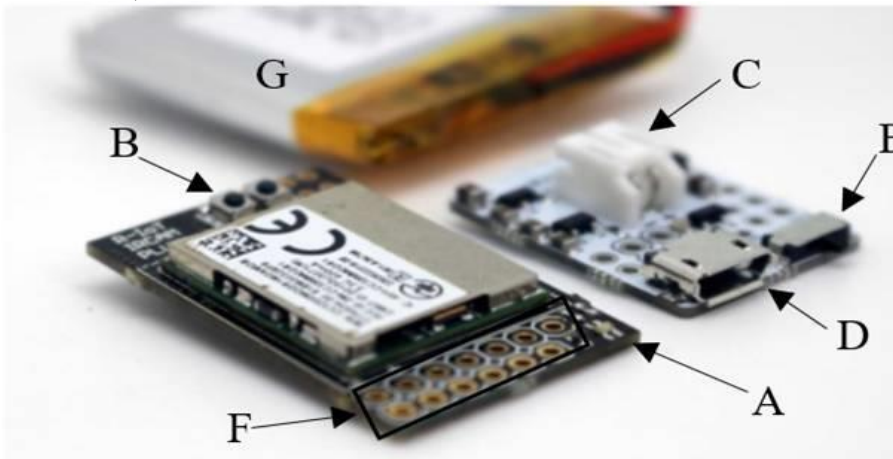
O MPA, bem como o protocolo anestésico, foram padronizados e utilizados em todos os indivíduos, sendo também todas as ovário-histerectomias realizadas pelos mesmos profissionais cirurgião e anestesista. Após o período de jejum dos animais, foi realizado o MPA que consistiu em uma dose intramuscular de buprenorfina (0,02mg/kg) associada ao diazepam (5mg/kg) (CEUA-UNIFESP, 2019); 40 minutos após, foi realizada a tricotomia do campo operatório e a cateterização venosa para indução anestésica, na qual foi utilizado propofol dose-efeito até ser possível fazer a intubação orotraqueal. Em seguida, os animais foram conectados a anestesia inalatória com isofluorano em um vaporizador calibrado, na concentração de 1,5V% e diluído em um fluxo de oxigênio a 100% por um sistema circular semi-fechado. Durante todo procedimento cirúrgico os pacientes receberam uma solução de ringer lactato em taxa de infusão de 10ml/kg/h. Após a indução, todos os pacientes foram colocados em decúbito dorsal e o aparelho para monitorização e os sensores do eletrocardiograma foram posicionados.

Após a cirurgia, todos os animais receberam tramadol na dose de 1,0 mg/kg e carprofeno 4,0 mg/kg visando o controle de dor. Foi mensurado em minutos o tempo necessário para a extubação, considerando sinais de tosse ou deglutição, bem como o tempo em que o paciente se posicionou nos decúbitos esternal e quadrupedal. Por fim, foram mensuradas a temperatura via retal, e as frequências cardíaca e respiratória.

2.1 EQUIPAMENTO TESTADO

O equipamento utilizado para monitoração de movimento e sinais vitais é composto por um sistema BITalino da variante R-IoT, com frequência de amostragem de 200Hz, botão de on/off e uma bateria recarregável. O mesmo possui acoplados três sensores, um para temperatura, um para ECG e outro para movimento, por meio da unidade inercial de medida (acelerômetro, giroscópio e magnetômetro) que recolhe a informação em três eixos (x, y e z) expresso na unidade g. A partir dele, é medida a variação da aceleração em intervalos de cinco milisegundos em cada eixo, sendo então somados os três eixos. Os resultados são representados em um gráfico de variação da aceleração ao longo do tempo, sendo este último expresso em segundos. A pontuação é distribuída de acordo com cada movimentação, sendo diretamente proporcional a quantidade de movimento. O equipamento (Fig. 1) possui tecnologia Wi-Fi, podendo ser ligado por meio desta a qualquer computador ou telefone celular para a contínua coleta de dados e monitoração do paciente.

Figura 1. BITalinoR-IoT. A) RGB LED; B) Reset Switch; C) Conector de Bateria; D) Conector USB; E) Botão on-off; F) Conectores de sensores; G) Bateria.



O aparelho em questão foi acoplado ao pescoço dos animais por meio de atadura elástica aderente (Fig. 2) e foram realizadas medições em 5 momentos diferentes: com o animal livre de fármacos (M1), 15 minutos após a medicação pré anestésica (M2), na extubação (M3), 30 minutos pós extubação (M4) e, por fim, 120 minutos pós extubação (M5). Após as medições, os dados obtidos foram transferidos para o software OpenSignals (r)evolution, que grava as informações no formato.txt. Esses dados foram transformados em um gráfico de movimentos, através de um programa desenvolvido em Python (disponível em <https://github.com/PedroAntunes178/AMov/>), para melhor visualização dos resultados. O gráfico com 1 minutos de gravação foi dividido em seis partes iguais com 10 segundos cada, recebendo cada parte uma pontuação respectiva.

Figura 2. Animal anestesiado com o aparelho posicionado no pescoço coberto pela atadura elástica aderente.

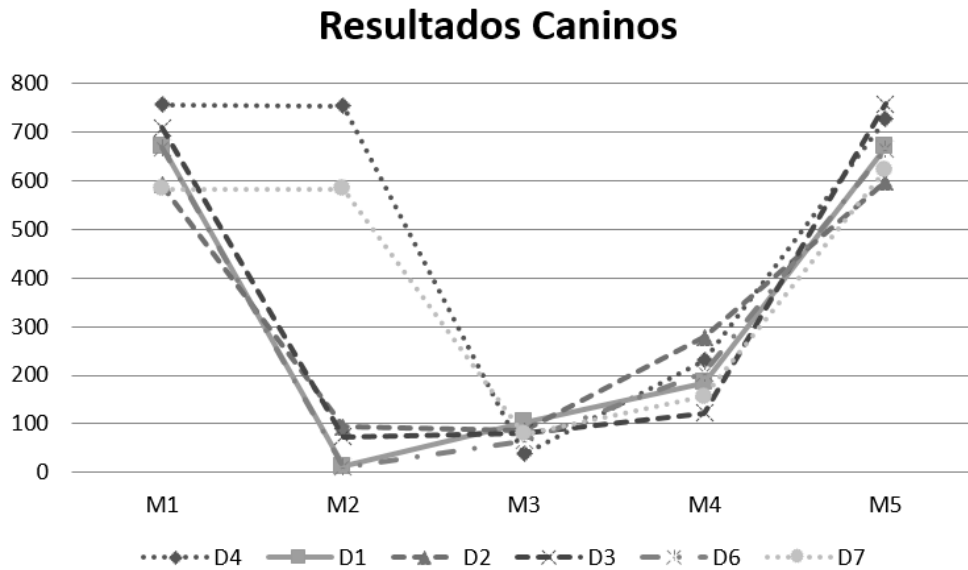


A partir dos resultados coletados, foram realizadas as médias entre os animais da mesma espécie, e, de acordo com os valores totais de cada faz, e construímos os gráficos de cada grupo. Os resultados são apresentados com estatística descritiva através de médias e diferenças percentuais em cada momentos.

3 RESULTADOS

No grupo C, a média da pontuação em M1 foi 663 pontos (67,44), caindo para 255 em M2 (322,75) (queda de 61,5% de pontos de 663), chegando em 11,04 no trans-operatório (queda de 98,2% de 663), retornando a subir em M3 com 75 pontos (22,04), continuando gradativamente em M4 com 196 pontos (55,01), e atingindo a mesma pontuação de 663 em M5 (60,63) (Gráf. 1). Ainda no grupo C, os animais levaram em média 5 minutos após o término da anestesia para serem extubados; e demoraram 28 à 45 minutos entre a extubação e os posicionamentos de decúbito esternal e quadrupedal, respectivamente. Todos mantiveram suas temperaturas na média dos 36,7°C no pós-cirúrgico. Apenas dois animais apresentaram certa resistência ao MPA, demorando mais tempo para ficarem sedados do que os outros participantes.

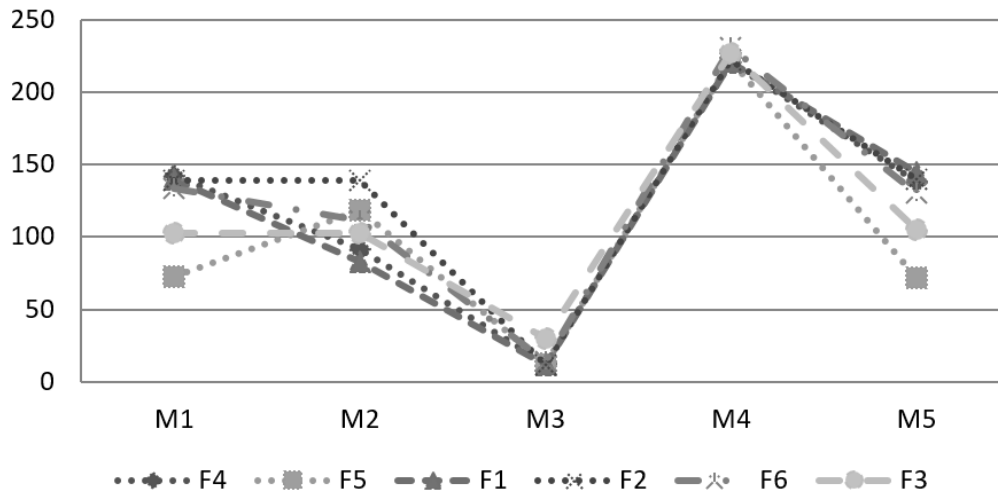
Gráfico 1. O gráfico demonstra a quantidade de movimento obtido no grupo canino ©, contendo os pontos obtidos, o momento coletado, e as diferentes linhas demonstram cada animal em particular. Animal livre de fármacos (M1), 15 minutos após a medicação pré anestésica (M2), extubação (M3), 30 minutos pós extubação (M4) e 120 minutos pós extubação (M5).



No grupo F, a média dos animais em M1 foi de 121 pontos (28,28), sendo esta mantida em M2 (19,79). Em M3 a pontuação entrou em queda, sendo de apenas 13 pontos (7,29) (queda de 89,2% de 121 pontos); subindo acima da inicial em M4, com 224 pontos (4,17) (Aumento de 85,1%) e retornando a inicial em M5, nos 121 pontos (28,15) (Gráf. 2). Todos os animais demoraram, em média, cerca de 5 minutos para serem extubados após o desligamento da anestesia, 15 minutos para se posicionarem em decúbito esternal e 25 minutos para o decúbito quadrupedal. As temperaturas variaram entre 36,5° no pós-cirúrgico imediato a 37,8°C em M4.

Gráfico 2. O gráfico demonstra os movimentos obtidos no grupo Felino(F), contendo os pontos obtidos, o momento coletado, e as diferentes linhas demonstram cada animal em particular. Animal livre de fármacos (M1), 15 minutos após a medicação pré anestésica (M2), extubação (M3), 30 minutos pós extubação (M4) e 120 minutos pós extubação (M5).

Resultados Felinos



4 DISCUSSÃO

BITalino é um hardware, produzido pela empresa PLUX – Wireless Biosignals, S.A. (<https://www.plux.info/index.php/en/>). Possui dois sensores incorporados, um de temperatura e uma unidade de medida inercial (acelerômetro, giroscópio e magnetômetro). Contém ainda duas entradas analógicas, onde podem ser ligadas em outros sensores. O BITalino R-IoT é ligado a qualquer sistema, computador ou telefone celular, por Wi-Fi, permitindo continuamente a captura de dados e o seu processamento. A frequência de amostragem é de 200 Hz e o sensor de temperatura interno tem resolução de 12-bit. Possui um botão on-off e uma bateria recarregável (TRINDADE, 2019). O aparelho em questão é compacto, leve e de fácil manuseio que consiste em mensurar a movimentação do usuário. Ele se adéqua e é útil para humanos e animais, pois consegue gravar os movimentos e a temperatura corporal por até 48 horas seguidas, possibilitando a monitoração por wi-fi. Adicionalmente, o equipamento pode acoplar-se a sensores de electrocardiograma e monitorar diversas variáveis cardíacas. O dispositivo é de fácil utilização pois pode ser colocado em cintos, pulseiras, colares ou coleiras. A eficiência dessa classe de equipamentos foi demonstrada em trabalhos científicos com humanos e animais, na detecção precoce de fibrilação atrial, na oximetria para a detecção da apneia do sono e até mesmo na avaliação de atividade física (AHMED & ZHU, 2020; MENDONÇA, 2020; PRESTON et al., 2014). A aplicação de acelerômetros é ampla, e tem crescido dentro da medicina veterinária. Um estudo realizado em cães de abrigo utilizou essa tecnologia para monitorar o estresse que estes animais estavam sendo submetidos, a partir de um

acelerômetro preso em suas coleiras. Os resultados do aparelho foram coletados e comparados com a mensuração de cortisol salivar e urinário, tendo sido encontradas correlações entre o aumento de cortisol e o nível de atividade dos animais, exemplificando a eficiência e aplicabilidade da tecnologia (JONES et al., 2014). Adicionalmente, em outros estudos foi percebido durante a coleta de dados que acelerômetros mostram-se promissores no ramo neurológico, como um tipo de alerta para convulsões. Observou-se que o aparelho é capaz de detectar padrões observados na fase pré e inter ictal (LOOKMAN et al., 2011; NIJSEN et al., 2010).

No presente trabalho, houve uma diferença da resposta entre os grupos. Devido a divergência comportamental das espécies, os valores iniciais observados em M1 já se apresentaram discrepantes entre os grupos. Enquanto os felinos não demonstraram alteração em M2 após o MPA, o grupo C (canino) obteve uma queda de 408 pontos em relação a M1, evidenciando a maior sensibilidade da espécie canina do que a felina aos fármacos do MPA preconizado, bem como as diferentes respostas comportamentais (SANTANA et al., 2010; PYPENDOP & VERSTEGEN, 1994; KO et al., 2006). Ainda demonstrando a disparidade entre os grupos, enquanto em M3 e M4 houve um aumento gradativo da pontuação até retornar a normalidade em M5 no grupo canino; o grupo F (felino) apresentou queda na pontuação em M3, com uma subida brusca em M4 - acima da média inicial - retornando aos valores basais em M5, assim como o grupo C (canino), destacando novamente e reforçando a diferença comportamental e fisiológica dos felinos em relação aos cães (TAYLOR & ROBERTSON, 2004).

Um estudo prévio do nosso grupo, utilizando o mesmo sistema realizou a monitorização da temperatura de animais no período pós-cirúrgico. Os resultados demonstraram que os resultados registrados pelo Bitalino refletem os padrões normais esperados. O sistema registrou dados confiáveis após as transições de estados induzidas por medicamentos e foi capaz de captar mudanças de atividades que se assemelham com os efeitos conhecidos. Como no presente estudo, o trabalho concluiu que este é um sistema de monitorização eficaz, podendo ser utilizado antes, durante e após os procedimentos cirúrgicos (DUARTE, 2018).

As principais dificuldades na utilização do BITalino, foram relacionadas com interferência de utilização do colchão térmico no sinal do WI-FI. Constatou-se que o impulso eletromagnético produzido pelo colchão térmico interfere na captação dos impulsos eletromagnéticos captados pelo ECG, tal como ocorre nos aparelhos de marca-passos (GAUCH et al., 1997).

Ainda que necessite de ajustes, a utilização do equipamento poderá ser de grande valia na rotina das clínicas veterinárias, auxiliando na diminuição da taxa de mortalidade no pós-cirúrgico por descuido humano e também nos custos com mão de obra. A análise das oscilações de movimento

pode ainda permitir desenvolvimento de um modelo preditivo do despertar dos animais. A ferramenta aqui apresentada permite o acompanhamento seguro dos animais no contexto perioperatório e de internamento, aumentando a eficiência e produtividade dos centros de atendimento veterinários, além de auxiliar na diminuição dos custos envolvidos em certos procedimentos, que podem ser empecilhos tanto para o profissional quanto para o proprietário do animal (KIPPERMAN et al., 2017).

5 CONCLUSÃO

Os dados obtidos demonstraram a capacidade do aparelho BITalino em detectar as variações, mesmo que pequenas, na movimentação e sinais vitais dos animais em questão; além de ser de fácil montagem e aplicação na rotina cirúrgica. O estudo deste parâmetros sugere a capacidade futura de utilizar esta tecnologia para identificar ataques convulsivos ou outras situações em que a análise de movimento seja importante.

CONFLITO DE INTERESSES

Os demais autores declaram que a pesquisa foi realizada na ausência de quaisquer relações comerciais ou financeiras que pudessem ser interpretadas como um potencial conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Ahmed N, Zhu Y. Early Detection of Atrial Fibrillation Based on ECG Signals. *Bioengineering*[Internet]. 2020 Feb [cited 2020 apr 15];13;7(1). Available from: doi:10.3390/bioengineering7010016. English.
- Ataide WF, Amaral AVC, Bartoli RBM, Bruno Filho FF, Romani AF, Regalin D, Saturnino KC. Estudo retrospectivo dos procedimentos cirúrgicos realizados em cães e gatos em um hospital veterinário universitário na região centro oeste do Brasil. *Braz. J. of Develop. Curitiba*, v6, n 6p. 35413-35422 – Jun.2020. Available from: DOI:10.34117/bjdv6n6-179
- Bednarski RM, Majors LJ. Ketamine and the arrhythmogenic dose of epinephrine in cats anesthetized with halothane and isoflurane. *Am J Vet Res.* 1986 Oct;47(10):2122-5.
- Bednarski R, Grimm K, Harvey R, Lukasik VM, Penn WS, Sargent B, et al. AAHA Anesthesia Guidelines for Dogs and Cats*. *Journal of the American Animal Hospital Association* [Internet]. 2011 Nov-Dec [cited 2020 apr 02]; 47(6), 377–385. Available from: doi:10.5326/jaaha-ms-5846. English.
- Brodbelt DC. Perioperative mortality in small animal anaesthesia. *Vet J* [Internet]. 2008 Jul [cited 2020 apr 02];182(2):152-61. Available from: doi: 10.1016/j.tvjl.2008.06.011. English.
- Brugarolas R, Latif T, Dieffenderfer J, Walker K, Yuschak S, Sherman BL, et al. Wearable Heart Rate Sensor Systems for Wireless Canine Health Monitoring. *IEEE Sens J* [Internet]. 2015 Jan [cited 2020 apr 15];16(10):1-1. Available from: doi:10.1109/JSEN.2015.2485210. English.
- Ceua – Unifesp. Guia Anestesia e Analgesia em Animais de Laboratório. São Paulo (BR): Universidade Federal de São Paulo – Comissão de Etica no Uso de Animais – CEUA. 2017. Disponível em: https://www.unifesp.br/reitoria/ceua/images/C/Guia_anestesia_analgesia_CEUA_UNIFESP_v1_2017.pdf. 21/06/2020.
- Duarte DPG. Wireless system for monitoring and alerting vital signs in small animals. Vila Real (PT): Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2018. Monografia para Licenciatura em Engenharia Biomédica.
- Gauch PRA, Halperin C, Galvao Filho SS, Paola AAV, Mateos JCP, Martinelli Filho M, et al. Orientações a Respeito das Interferências sobre Marcapassos Cardíacos. *Journal of Cardiac Arrhythmias.* 1997;10(1):4-12.
- Gil L, Redondo JI. Canine anaesthetic death in Spain: a multicentre prospective cohort study of 2012 cases. *Vet Anaesth Analg* [Internet]. 2013 Nov [cited 2020 apr 02]. 40(6):557-67. Available from: doi:10.1111/vaa.12059. English.
- Grubb T, Sager J, Gaynor JS, Montgomery E, Parker JA, Shafford H, et al. 2020 AAHA Anesthesia and Monitoring Guidelines for Dogs and Cats*. *J Am Anim Hosp Assoc* [Internet]. 2020 Mar-Apr [cited 2020 apr 15];56. Available from: <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>. English.
- Jones S, Dowling-Guyer S, Patronek GJ, Marder AR, Segurson D'Arpino S, McCobb E. Use of Accelerometers to Measure Stress Levels in Shelter Dogs. *Journal of Applied Animal Welfare*

Science [Internet]. 2014[cited 2020 apr 15]. 17(1):18–28. Available from: doi:10.1080/10888705.2014.856241. English.

Kipperman BS, Kass PH, Rishniw M. Factors that influence small animal veterinarians' opinions and actions regarding cost of care and effects of economic limitations on patient care and outcome and professional career satisfaction and burnout. *Journal of the American Veterinary Medical Association* [Internet]. 2017 Apr [cited 2020 apr 15];250(7):785–794. Available from: <https://doi.org/10.2460/javma.250.7.785>. English.

Ko JC, Payton ME, White AG, Galloway DS, Inoue T. Effects of intravenous diazepam or microdose medetomidine on propofol-induced sedation in dogs. *Journal of American Animal Hospital Association* [Internet]. 2006 Jan-Feb [cited 2020 apr 15]; 42(1):18-27. Available from: doi:10.5326/0420018. English.

Kustritz R. Effects of Surgical Sterilization on Canine and Feline Health and on Society. *Reprod Domest Anim* [Internet]. 2012 Aug [cited 2020 apr 02]; 4:214-22. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02078.x>. English.

Lockman J, Fisher RS, Olson DM. Detection of seizure-like movements using a wrist accelerometer. *Epilepsy and Behavior* [Internet]. 2011 Apr [cited 2020 apr 15];20(4):638–641. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.01.019>. English.

Mendonça F, Mostafa SS, Morgado-Dias F, Ravelo-García AG. An oximetry based wireless device for sleep apnea detection. *Sensors (Switzerland)* [Internet]. 2020 Feb [cited 2020 apr 15]; 7;20(3). Available from: <https://doi.org/10.3390/s20030888>. English.

Nijssen TME, Aarts RM, Cluitmans PJM, Griep PAM. Time-frequency analysis of accelerometry data for detection of myoclonic seizures. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* [Internet]. 2010 Sep [cited 2020 apr 15];14(5):1197–1203. Available from: <https://doi.org/10.1109/TITB.2010.2058123>. English.

Preston T, Baltzer W, Trost S. Accelerometer validity and placement for detection of changes in physical activity in dogs under controlled conditions on a treadmill. *Research in Veterinary Science* [Internet]. 2011 Sept [cited 2020 apr 15]. 93(1):412–416. Available from: doi:10.1016/j.rvsc.2011.08.005. English.

Pypendop B, Verstegen J. A comparison of the sedative and analgesic effects of buprenorphine in combination with acepromazine, midazolam or medetomidine in dogs. *Vet Anaesth Analg*. 1994 Jul [cited 2020 apr 15]. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.1994.tb00476.x>. English.
Santana LA, Luna SPL, Steagall PVM, Ferreira TH, Taylor P, Dixon M. Efeitos antinociceptivos e sedativos da buprenorfina, da acepromazina ou da associação buprenorfina e acepromazina em gatos. *Cienc Rural* [Internet]. 2010 Oct [cited 2020 apr 15]; 40(10):2122-2128. Available from: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782010005000172>. English.

Taylor PM, Robertson SA. Pain management in cats: past, present and future. Part 1. The cat is unique. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2004 Nov [cited 2020 apr 15]; 6(5):313-20. Available from: doi:10.1016/j.jfms.2003.10.003. English.

Trindade R. Fiabilidade Teste-reteste, Erro Padrão de Medida e Diferença Mínima Detetável da Plataforma BITalino R-IoT na Avaliação das Amplitudes de Movimento Ativas da Coluna Cervical em Indivíduos Assintomáticos. Setúbal (PT): Instituto Politécnico de Setúbal - Escola Superior de Saúde, 2019. Dissertação de Mestrado em fisioterapia. Available from: <http://hdl.handle.net/10400.26/30864>. Portuguese.

Whelan G, Flecknell PA. The assessment of depth of anaesthesia in animals and man. *Laboratory Animals* [Internet]. 1992 Jul [cited 2020 apr 02]; 26(3), 153–162. Available from: [doi:10.1258/002367792780740602](https://doi.org/10.1258/002367792780740602). English