

Desenvolvimento de dispositivos embarcados de detecção de doenças em gatos domésticos

Souza CNV*, Avila AM*, Santos BJ*, Fujita IK*, Araki SY*, Bock EGP*

** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, Brasil.*

Resumo. A bioengenharia estuda os componentes e as interações dos organismos, procurando compreender a sua organização e prever o seu comportamento, utilizando ferramentas eletrônicas embarcadas e computacionais na análise da estrutura, da dinâmica e do controle de atividades complexas. A bioengenharia está em constante evolução, tanto na medicina humana quanto na medicina veterinária, mesmo sendo mais abordada na saúde humana. Tem função extremamente importante na área da medicina veterinária, que utiliza igualmente dispositivos médicos, readequados aos diferentes animais. Estes dispositivos médicos também necessitam de manutenção e cuidados como qualquer outro dispositivo. Considerando que os gatos estão cada vez mais fazendo parte da família, surgiu a necessidade de desenvolver dispositivos de instrumentação, visando facilitar a detecção de doenças em gatos domésticos adultos, utilizando circuitos eletrônicos específicos, que serão projetados e testados no simulink® (Labview, National Instruments, Ithaca). O circuito será utilizado na determinação da frequência cardíaca em gatos. Os avanços na área da eletrônica têm contribuído para uma crescente demanda em aplicações distribuídas que permitam a utilização de dispositivos com poder de processamento embarcado.

Palavras-Chave: Bioengenharia, Medicina Veterinária, Gatos.

Abstract. Bioengineering studies the components and interactions of organisms, seeking to understand their organization and predict their behavior, using embedded and computational electronic tools in the analysis of the structure, dynamics and control of complex activities. Bioengineering is constantly evolving in both human and veterinary medicine, even though it is more addressed in human health. It has an

extremely important function in the area of veterinary medicine, which also uses medical devices, adapted to different animals. These medical devices also need maintenance and care just like any other device. Considering that cats are increasingly part of the family, the need arose to develop instrumentation devices, aiming to facilitate the detection of diseases in adult domestic cats, using specific electronic circuits, which will be designed and tested in simulink® (Labview, National Instruments, Ithaca). The circuit will be used to determine the heart rate in cats. Advances in the field of electronics have contributed to a growing demand in distributed applications that allow the use of devices with embedded processing power.

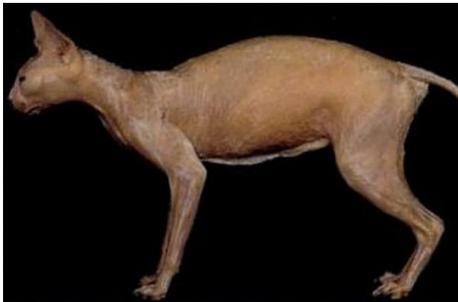
Keywords: Bioengineering, Veterinary Medicine, Cats.

Introdução. A prática habitual na procura de soluções em Ciência e Tecnologia passa por estudar aspectos individuais de problemas maiores, isolando partes cada vez menores de um todo (FERREIRA, 2013). A visão sistêmica permite lidar com a crescente complexidade e incerteza de sistemas complexos em rápida evolução tecnológica. A designação “Bioengenharia” corresponde a uma área emergente e interdisciplinar que lida com sistemas, problemas e processos que se caracterizam por um alto grau de complexidade técnica e social, numa perspectiva de solução holística integrada com ferramentas (estratégias, procedimentos e técnicas) de várias disciplinas de Engenharia, podendo ainda incluir dimensões de outras ciências (exatas, econômicas e sociais) (FERREIRA, 2013).

Os avanços na área da engenharia eletrônica têm contribuído para uma crescente demanda em aplicações distribuídas que permitam a utilização de dispositivos com poder de processamento embarcado (DIETRICH; SAUTER, 2000). Nitzan e Rosen (1976) preconizaram que os conceitos da automação industrial poderiam ser automatizados através de sistemas programáveis, tais como: aquisição de dados para controle de processos, monitoramento e processamento de sinais, promovendo a redução de custos e a otimização de processos. Estes conceitos já estão a algum tempo sendo incorporados na área médica, ou seja, passam também a ser utilizados na automação hospitalar (BROOKS; BROOKS, 1998).

Este projeto se enquadra na Bioengenharia, pois traz a união de conhecimentos tanto da área da engenharia, quanto da área da saúde. A Bioengenharia, apesar de ser mais abordada na relação com a saúde humana, tem um papel igualmente importante na área da medicina veterinária. Esta área utiliza igualmente dispositivos médicos, readequados aos diferentes animais, os quais também necessitam de manutenção e cuidados como qualquer outro dispositivo.

Figura 1. Partes da anatomia de um felino doméstico. (a) Aspecto geral do animal. (b) Primeira camada de dissecação. (c) Detalhe da cabeça do felino. (d) Crânio e estrutura óssea do gato.



(a)



(b)



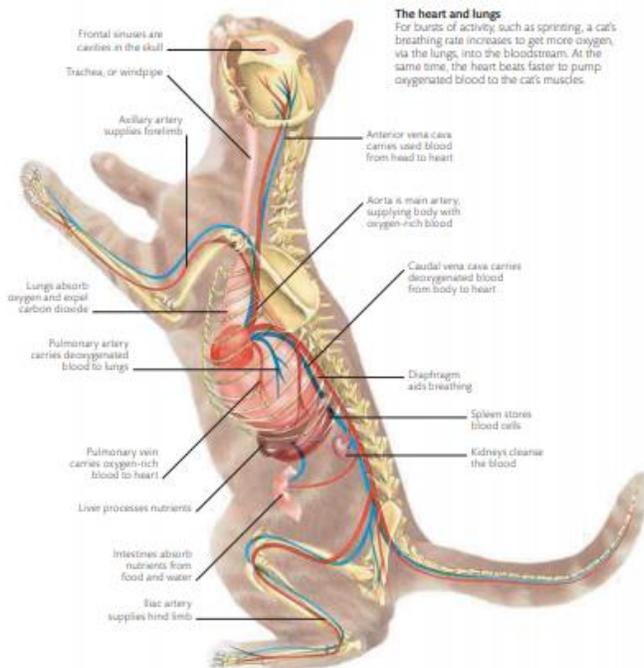
(c)



(d)

Fonte: (DONE *et al.*, 2009).

Figura 2. Sistema cardiovascular felino e detalhes da sua anatomia.



Fonte: (KINDERSLEY, D, 2014).

Em mamíferos adultos, o coração é composto por quatro câmaras: átrios e ventrículos. Átrio esquerdo e ventrículo esquerdo. O átrio direito recebe sangue da veia cava cranial e caudal, entra no ventrículo direito e o injeta na artéria através do lúmen da válvula atrioventricular direita (válvula tricúspide) 15. Nos pulmões, através da válvula pulmonar. O sangue é transportado através dos ramos do pulmão para os pulmões que retornam ao átrio esquerdo pelas veias pulmonares. O ventrículo esquerdo recebe sangue do átrio esquerdo, que passa pela válvula atrioventricular esquerda (Válvula aórtica); ejeção da aorta (válvula mitral) e ejeção da aorta durante a abertura (LARSSON,2015).

O lado direito do coração recebe sangue desoxigenado do corpo e o libera para o tronco dos pulmões e o transporta para os pulmões para oxigenação. Pela veia, nos pulmões, esse sangue retorna ao lado esquerdo do coração e é liberado na aorta e distribuído pelo corpo (REQUIÃO, 2009).

O septo ventricular separa os dois ventrículos, em Circulação sistêmica separada e circulação pulmonar, evita que duas circulações se misturem. É composto por uma parte membranosa e uma parte muscular (LARSSON, 2015).

A parte da membrana é pequena e restrita pela válvula A aorta que está na junção da artéria coronária direita e a válvula não coronária, com a extremidade caudal passando pelo diafragma Músculo. É composto de tecido conjuntivo e conecta a parte muscular ao Fundamentos do Coração (LARSSON, 2015).

O compartimento muscular é composto de miocárdio comum, estendendo-se desde o ápice até perto da parte inferior do coração, quase representa o comprimento de todo o septo ventricular. Sua integridade é essencial para separar a circulação sistêmica da pulmonar. Evita que os dois ciclos se misturem (LARSSON,2015).

O septo muscular é dividido em três áreas, o canal de acesso, a parte trabecular e saída ou diafragma em forma de funil. A via de acesso é sob o septo sob a válvula do septo atrial, e o limite caudal é o implante da válvula mitral e do cordão umbilical tricúspide. A área trabecular é a maior, da membrana ao ápice. Um septo em forma de funil ou de saída foi encontrado acima do septo trabecular e abaixo da aorta basilar (ABDUCH, 2009).

Uma das principais doenças cardíacas que acometem os felinos é a cardiomiopatia hipertrófica que se evidencia pela hipertrofia do ventrículo esquerdo, sendo de maior incidência em felinos de raça pura. Os sinais clínicos podem ser sopros sistólicos compatíveis com regurgitação mitral ou por obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo, arritmias cardíacas diversas e pulso femoral forte, com exceção nos casos de tromboembolismo aórtico distal (NELSON & COUTO, 2009).

A hipertrofia ventricular esquerda forma um ventrículo altamente rígido e não complacente. Isso pode levar à disfunção diastólica com hipertensão. O ventrículo esquerdo se enche, o que, por sua vez, faz com que o átrio esquerdo se dilate.

Conforme a doença progride, a pressão venosa aumenta causando edema pulmonar e insuficiência cardíaca congestiva (STRICKLAND, 2007).

Para saber o nível de saturação sanguínea e a frequência cardíaca é utilizado um oxímetro, e por meio dele é possível saber se o animal precisa de oxigenação e se o felino está taquicárdico ou bradicárdico.

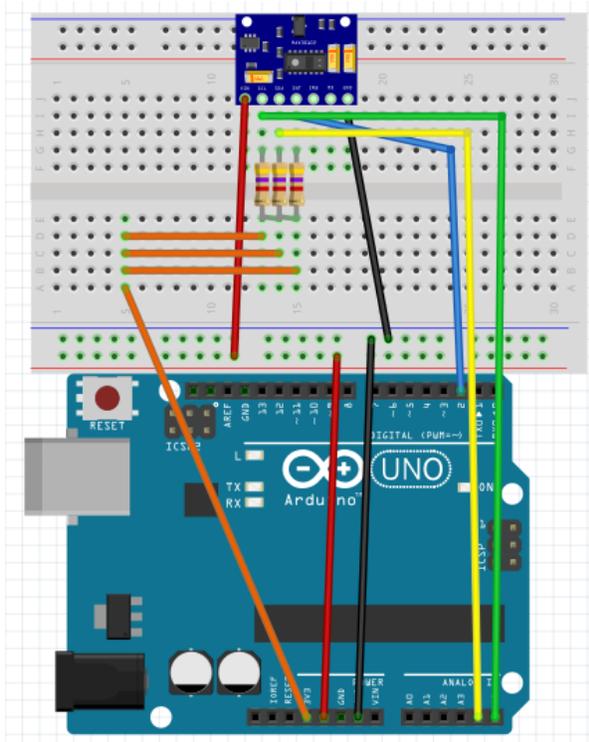
Oximetria: método não invasivo que permite avaliar a saturação de oxigênio arterial, com o objetivo de identificar hipoxemia. A oximetria de pulso é um método não invasivo de medição da saturação arterial de oxigênio (SaO₂). A saturação de oxigênio é a porcentagem de hemoglobina ligada ao oxigênio. A SaO₂ e o pulso são determinados por dois comprimentos de onda de luz (um é infravermelho e o outro é vermelho) que passa pelo tecido até o transdutor. A intensidade final de cada fonte de luz determina a SaO₂. A oximetria de pulso pode sofrer interferência de muitos fatores, incluindo pigmentação e espessura da pele e / ou tecido (Portal Educação, 2020).

Materiais e Métodos

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para dispositivos embarcados de detecção de doenças em gatos domésticos. Para determinar a frequência cardíaca e a oxigenação, foi construído um oxímetro utilizando arduino, sensor MAX30100 e dois resistores de 4,7Kohm. O sensor MAX30100 dispõe de dois leds, um fotoacoplador otimizado, que são conectados a um processador analógico de sinais.

A utilização deste método para a obtenção da frequência cardíaca é importante pois, quando um felino precisa fazer um Eletrocardiograma ou um Ecocardiograma, ele precisa ficar parado e para isso as pessoas seguram o felino, o que causa um stress e conseqüentemente pode alterar o resultado de exame.

Figura 2. Circuito para análise da frequência cardíaca e oxigenação.



Fonte: elaborada pela autora.

```
Código inserido no software arduino
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#define REPORTING_PERIOD_MS
1000
PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;
void onBeatDetected()
{
Serial.println("Beat!");
}
void setup()
{
Serial.begin(115200);
Serial.print("Initializing pulse
oximeter..");
if (!pox.begin()) {
Serial.println("FAILED");
for(;;);
} else {
Serial.println("SUCCESS");
}
pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_
CURR_7_6MA);
pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeat
Detected);
}
void loop()
{
pox.update();
if (millis() - tsLastReport >
REPORTING_PERIOD_MS) {
Serial.print("Heart rate:");
Serial.print(pox.getHeartRate());
Serial.print("bpm / SpO2:");
Serial.print(pox.getSpO2());
Serial.println("%");
tsLastReport = millis();
}
}
```

Resultados

Neste item, são apresentados os resultados gráficos obtidos com o sistema montado conforme a metodologia proposta.

De acordo com o método proposto, na tela do sistema construído, foram apresentados os resultados que podem ser vistos na Figura 3.

Figura 3. Resultado da frequência cardíaca e oxigenação

```
Beat!  
Heart rate:73.16bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Heart rate:76.41bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Heart rate:76.72bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Beat!  
Heart rate:77.62bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Heart rate:79.03bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Heart rate:77.03bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Beat!  
Heart rate:79.45bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Heart rate:78.46bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Heart rate:80.01bpm / SpO2:99%  
Beat!  
Beat!  
Heart rate:81.65bpm / SpO2:99%
```

Conclusões

Os resultados de frequência cardíaca e de oxigenação foram satisfatórios contribuindo na frequência cardíaca e oxigenação como visto na tabela acima. Isso foi possível devido à definição de corrente no código inserido no software do Arduino.

Em projetos futuros, planeja-se criar uma placa de circuito impresso, com um microcontrolador e criando uma biblioteca própria.

Referências

- ABDUCH, M. C. D. Ecocardiografia. In: CARVALHO, C. F. Ultrassonografia Doppler em pequenos animais. 1. ed. Roca. São Paulo. 2009. p. 201-261.
- BACKSCHAT, P. S; GOLDFEDER, Guilherme Teixeira; AMPUERO, F; LACERDA, A. M. D; LARSSON, Maria Helena Matiko Akao. Cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito em felino: relato de caso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, UFMG/Escola de Veterinária, v. 68, n. 5, p. 1112-1116, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8616> > DOI: 10.1590/1678-4162-8616.
- BROOKS, J.; BROOKS, L. Automation in the medical field. *Engineering in medicine and biology magazine*, IEEE Volume 17, Issue 4, July-Aug. 1998 Page(s):76, 81.
- DIETRICH, D., SAUTER, T. Evolution potentials for fieldbus systems. WFCSS 2000, IEEE Workshop on Factory Communication Systems. Porto, Portugal, Setembro, 2000.
- KINDERSLEY, D. *The Cat Encyclopedia: The Definitive Visual Guide*. Junho, 2014.
- DONE, S. H., GOODY, P. C., EVANS, S. A., & STICKLAND, N. C. (2009). *Color Atlas of Veterinary Anatomy*, Volume 3, The Dog and Cat E-Book (Vol. 3). Elsevier Health Sciences.
- FERREIRA, Eugenio. Sistemas de bioengenharia. *INGENIUM*. 134, p.36, 37, março/abril, 2013.
- LARSSON, M. H. M. A. Doenças cardiovasculares. In: JERICÓ, M.M., NETO J. P. A., KOGIKA M. M. *Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Roca. v.1. 2015. p.1054-1229.
- NELSON, R. W.; COUTO, C. G. *Medicina Interna de Pequenos Animais*. 4ª edição. Editora Mosby. 2009. 1468p.
- PORTAL EDUCACAO. **Portal Educação - Artigo**. [Portaleducacao.com.br](https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/veterinaria/monitorizacao-em-anestesia-de-pequenos-animais/73207#). Disponível em:<<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/veterinaria/monitorizacao-em-anestesia-de-pequenos-animais/73207#>>. Acesso em: 2 Jun. 2021.
- STRICKLAND, K. N. Feline Cardiomyopathy. In: *Proceedings of the North American Veterinary Conference*, Orlando, Florida, 13-27 January, pp 176-177. 2007