

Alouatta: Sistema de Monitoramento de Populações Animais na Amazônia Brasileira

Rubem J. N. Bezerra Jr., Renata E. A. Moraes, Leticia F. Gomes, Sandiego de M. Pereira (Orientador), Marcelo R. Santos (Coorientador)

Fundação Matias Machline – Manaus, AM

portanto, melhorar as condições das instituições de estudar os movimentos da FA no Brasil.

RESUMO

A análise populacional dos animais do gênero *Alouatta*, conhecidos como *Guaribas* ou *Bugios* através do método mais comum atualmente é muito complexa, apresentando dificuldades para as instituições responsáveis pela vacinação contra a Febre Amarela, pois, como estes são os hospedeiros do vírus4 no meio silvestre, o monitoramento desses animais é essencial para o entendimento do deslocamento da doença através dos corredores ecológicos do Brasil.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema baseado em análise acústica populacional que permita a automação do processo de aferimento das populações dos animais desse gênero. É esperado também que a base tecnológica seja versátil e possibilite o estudo de populações de outros animais. Palavras-Chave: animais, populações, automação.

I. INTRODUÇÃO

A febre amarela (FA) é uma doença presente a muito tempo no Brasil, e mesmo com os avanços tecnológicos e científicos ocorridos, não se encontrou uma maneira de eliminar essa enfermidade. São relatados diversos casos em diferentes regiões do país, e em algumas delas, o número de afetados aumenta rapidamente e passam a ser registrados como surtos. Dentre as formas de prevenção da doença, tem-se o combate ao mosquito transmissor - *Aedes aegypti* - e as campanhas de vacinação, porém a tecnologia, mesmo com pesquisas científicas, tem recebido pouca atenção, evidenciando a necessidade serem trabalhadas novas soluções para auxiliar no combate a esses surtos.

Conforme (COSTA et al., 2011), nos últimos anos, iniciativas de gestão têm buscado aproximar o processo de vigilância do fluxo da FA com o meio científico, relacionando a tecnologia e as pesquisas de modo a gerar informações indispensáveis sobre a constante mudança do comportamento da febre amarela no país, através do monitoramento dos animais do gênero *Alouatta*. Todavia, ainda não há um mecanismo que trabalhe essa teoria. Além disso, as formas de monitoramento das quais se tem conhecimento utilizam métodos que exigem que os pesquisadores façam uma elaborada e dispendiosa pesquisa de campo, detalhada por (BUCKLAND et al., 1994).

Logo, baseado na complexidade da análise e em uma melhora nas condições de controle e monitoramento em relação ao que foi relatado, este projeto busca o desenvolvimento de um método de vigilância, com o qual seja possível coletar dados de população de primatas baseado no proposto por (MARQUES et al., 2012), com objetivo de tornar mais eficiente o processo de monitoramento das variações de populações dos animais do gênero *Alouatta* e,

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho é propor um método de vigilância para identificação dos surtos de febre amarela no Brasil. Isso será feito por meio do desenvolvimento de uma solução eletrônica que uma software e hardware e seja capaz de aferir continuamente uma população de macacos.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Desenvolver uma rede de microfones com capacidade de armazenar e tratar os dados coletados.
- 2) Calcular todos os parâmetros para a análise estatística;
- 3) Comprovar a hipótese levantada no contexto da proposta, com as pesquisas e testes.

C. QUESTÃO PROBLEMA

É possível melhorar o sistema de monitoramento do fluxo silvestre da FA através da automação de sistemas de análise populacional?

III. METODOLOGIA

A metodologia escolhida para a automatização do processo de medição da densidade populacional é a detalhada por (MARQUES et al., 2012): a acústica passiva. Neste trabalho, é detalhado um *framework* estatístico e as diferentes técnicas de coleta e análise de dados.

A acústica passiva é uma boa opção pois, além de permitir uma automatização relativamente simples do processo de coleta de dados, os animais do gênero *Alouatta* possuem uma vocalização de longo alcance muito característica que pode ser detectada a vários quilômetros de distância (OLIVEIRA, D., 2002).

A. Sistema de Coleta de Dados

O sistema escolhido para a coleta de dados consiste em um dispositivo fixo que faz uma coleta periódica de uma amostra de som de 128 milissegundos, com resolução de 10 *bits* e taxa de leitura de 4kHz através de um microfone amplificado e a transmite através de um rádio digital de longo alcance da tecnologia *LoRa*, que opera na frequência de 433MHz e taxa de dados de 300 *bits por segundo*.

Um protótipo do dispositivo descrito já foi desenvolvido. O design elétrico pode ser encontrado no Figura 1 e a lista de materiais a seguir:

Componente	Especificação	Qtd.
Micro controlador	ATMega328P-Pu	1

Amplificador Operacional	LM358	1
Rádio Digital de Longo Alcance	LoRa TTL-100-433	1
Capacitores de Bypass e Acoplamento	Variados	3
Resistores	Variados	5
Porta-Pilhas 6 und.	-	1
Pilha AA	Alcalina 1,5V	6
Placa de Prototipagem Universal	Ilhada 5x7cm	1

Tabela 1 – Lista de Materiais do Protótipo

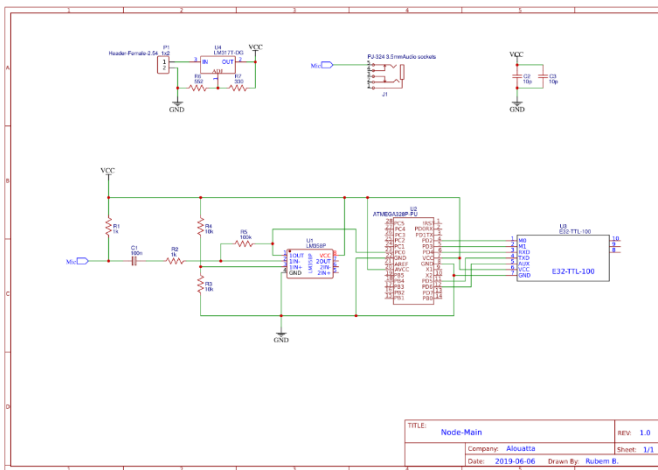


Figura 1 - Design eletrônico do protótipo



Figura 2 - Imagem do protótipo construído

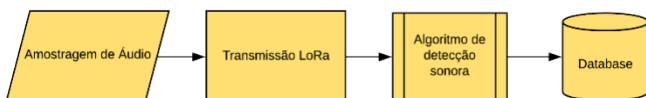
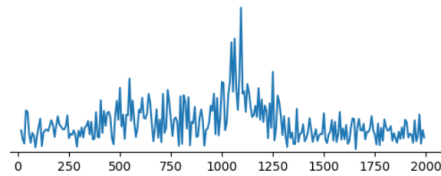


Figura 3 - Fluxograma de coleta dos dados

O receptor de rádio *LoRa* estará conectado a um computador remoto e passará, através de um conversor UART/USB a amostra de áudio para um software em *Python 3*, que fará a

Fast Fourier Transform (FFT) através da biblioteca *NumPy*, o que permite uma análise espectral do som. A partir do espectro sonoro, esperamos desenvolver um algoritmo que automatize o processo de detecção da vocalização dos animais.

Figura 4 – Gráfico Frequência (Hz) x Amplitude resultado da FFT de uma amostra de vocalização de um animal da espécie *Alouatta belzebul*

A partir dos dados de horário, intensidade e localização das vocalizações, será desenvolvido um banco de dados, sobre o qual ocorrerá uma análise estatística para a estimação da densidade populacional e posterior alerta aos pesquisadores e autoridades responsáveis.

B. Procedimentos para análise estatística

O mecanismo básico de cálculo de densidade populacional proposto por (MARQUES et al., 2012) é representado pela seguinte equação:

$$\hat{D} = \frac{(1 - \hat{f}) \times n}{\hat{p} \times a \times \hat{r}} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde n é o número de vocalizações detectadas, a é a área de alcance do sensor, \hat{r} é um fator que serve para converter o número de vocalizações em um determinado período de tempo em número de indivíduos, \hat{p} é uma estimativa da probabilidade de detectar uma vocalização dentro da área limitada e \hat{f} é uma estimativa para a taxa de falsos-positivos do software de detecção.

Essas estimativas serão definidas a partir de testes em campo e revisão de literatura.

IV. RESULTADOS

A. Resultados parciais

As etapas já concluídas da elaboração do projeto são as seguintes:

- 1) Planejamento do fluxo de funcionamento do projeto elétrico;
- 2) Planejamento do fluxo de funcionamento do sistema de software responsável pela captação, transmissão, análise sonora e análise estatística da população;
- 3) Desenvolvimento do protótipo elétrico, que pode ser visto na Figura 1;
- 4) Desenvolvimento do software embarcado que faz a captação e transmissão das amostras sonoras, além de softwares auxiliares com objetivo de ajudar nos desenvolvimentos futuros;
- 5) Pesquisa de campo na Reserva Florestal Adolpho Ducke, no dia 11 de outubro de 2019, com objetivo de planejar os testes e conhecer melhor o ambiente em que os animais vivem, além de sua distribuição pelo ambiente da reserva.

O projeto apresenta desenvolvimento parcial, com planejamento para resultados futuros.



Figura 5 - A equipe deste projeto durante a visita à Reserva Florestal Adolpho Ducke. Da esquerda para a direita: Rubem B., Renata M. e Leticia G.

B. Resultados esperados

As etapas pendentes para a conclusão do projeto são:

- 1) Desenvolvimento de um algoritmo capaz de detectar uma vocalização a partir do espectro sonoro captado;
- 2) Determinação das estimativas estatísticas de falsos positivos, probabilidade de detecção e fator de relação vocalização – população;
- 3) Testes do protótipo em campo, com objetivo de ter uma melhor compreensão das características operacionais do rádio, alcance dos microfones e características sonoras dos animais em situações reais de operação.

Nos meses de novembro e dezembro de 2019, pretendemos terminar de desenvolver o algoritmo de detecção dos sons a partir da FFT e iniciar os testes em campo, a fim de coletar todos os dados necessários à análise populacional.

V. CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento deste projeto, ficou claro que a análise acústica populacional é uma ferramenta poderosa e tecnologicamente acessível. Além disso, é clara a escassez de sistemas de monitoramento automatizados, tanto para os animais do gênero *Alouatta*, quanto para animais de outros gêneros. A tecnologia desenvolvida até o momento pode ser aplicada para outros tipos de animais e no futuro, o projeto pode ser expandido para um sistema universal de análise populacional

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUCKLAND, S. T. et al. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. *Biometrics*, [s.l.], v. 50, n. 3, p.891-1331, set. 1994. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2532812>.
- COSTA, Zouraide Guerra Antunes et al. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. *Revista Pan-amazônica de Saúde*, [s.l.], v. 2, n. 1, p.11-26, mar. 2011. Instituto Evandro Chagas. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232011000100002>.
- MARQUES, Tiago A. et al. Estimating animal population density using passive acoustics. *Biological Reviews*, [s.l.], v. 88, n. 2, p.287-309, 29 nov. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12001>.
- OLIVEIRA, Dilmar Alberto Gonçalves de; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Instituto de Psicologia. *Vocalizações de*

longo alcance de *Alouatta fusca clamitans* e *Alouatta belzebul* belzebul: estrutura e contextos, 2002. 155p, il. Tese (Doutorado).