

Sistema de Monitoramento para Auxílio de Captura de Morcego na Região Amazônica

Weverson Lima¹, Erlant Gurjão¹, Lucas Santos¹, Suze Lima¹, Tiago Lima¹,
Ma. Nailde Silva², José Jailton¹

1 Faculdade de Computação – Universidade Federal do Pará – Castanhal – PA – Brasil

2 Instituto de Medicina Veterinária – Universidade Federal do Pará
Castanhal – PA – Brasil

{weversoncelio25, eng.erlant, lucassanttos2121, dpaulalima.s,
tiagodavilima27}@gmail.com, naildevet@hotmail.com, jjj@ufpa.br

Abstract. *The work aims to develop a data capture support system in the Epidemiology and Geoprocessing Laboratory (EpiGeo) of the Federal University of Pará (UFPA), with the objective of verifying the presence of viruses in the Amazon region. For the construction of the system the Arduino UNO microcontroller with some ultrasonic sensors makes the model HC-SR04 and the GSM / GPRS SIM900 Protector for sending text message to the laboratory researchers. In addition, in hardware, a software was developed in Java, with a MySQL database to control the information generated in the field activities and data storage through the microcontroller.*

Keywords: *embedded epidemiological surveillance system; surveillance of chiroptera fauna; hematophagous bats; Diphylla ecaudata*

Resumo. *Este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de um sistema de apoio a captura de morcegos para laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento (EpiGeo) da Universidade Federal do Pará (UFPA), cujo objetivo é a verificação da circulação do vírus rábico na região amazônica. Para construção do sistema foi utilizado o microcontrolador Arduino UNO com alguns sensores ultrassônicos do modelo HC-SR04 e o Shield GSM/GPRS SIM900 para envio de mensagem de texto aos pesquisadores do laboratório. Além das especificações em hardware, foi desenvolvido um Software em Java atrelado a um banco de dados MySQL para o controle das informações geradas nas atividades em campo e armazenamento dos dados coletados através do microcontrolador.*

Palavras-chaves: *sistema embarcado de vigilância epidemiológica; vigilância da fauna de quirópteros; morcegos hematófagos; Diphylla ecaudata*

1. Introdução

No Brasil, o morcego da espécie *Desmodus rotundus* é um vetor de doença responsável por surtos em humanos, a maioria das mortes concentradas em áreas rurais do norte e nordeste do país. Esse grupo de mamíferos são potencializadores na transmissão do vírus rábico, pois se alimentam de uma ampla gama de hospedeiros. Estudos recentes

demonstraram que *Diphylla ecaudata*, pode se alimentar em humanos e essa mudança de hábito repentina pode ser crucial na transmissão da raiva humana (ITO et al.,2016).

Estudos de Silva et al. (2015), apontam a microrregião do Salgado/PA - que abrange os municípios de Colares, Curuçá, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Salinópolis, São Caetano de Odivelas, São João da Ponta, São João de Pirabas, Terra Alta e Vigia - como área de alta incidência para espoliação de morcegos em humanos, demonstrando que a agressão por morcegos foi a segunda causa (13,1%) de procura pelo atendimento antirrábico humano na microrregião do Salgado, Nordeste paraense, nos últimos 14 anos.

Os relatos também indicam que em toda a área de mangue do município de Curuçá e adjacências é comum surtos de ataque de hematófagos em humanos, onde grupos de pessoas se concentram por dia para a catação de caranguejo, sendo, porém, a ocorrência de raiva humana (Rocha et. al., 2015), em herbívoros e animais silvestres nessa área inexistente, nos últimos 10 anos.

Pesquisadores brasileiros descobriram um comportamento estranho em uma colônia de setenta morcegos-vampiros da espécie *Diphylla ecaudata*, que se alimentam basicamente do sangue de aves, como pássaros e galinhas domésticas. Esses pesquisadores encontraram DNA (ácido desoxirribonucleico) humano em três das quinze amostras analisadas de fezes desses animais. A caça de pássaros e os danos ambientais causados pela exploração humana pode ser responsável por essa mudança de hábito. Com a diminuição na população das aves da região, a espécie *Diphylla ecaudata* está sendo obrigada a encontrar novas presas, incluindo humanos (ITO et al., 2016).

Nesse sentido, o Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento (EpiGeo), vinculado a Universidade Federal do Pará (UFPA), executa um trabalho para conhecer os fatores relacionados a possível circulação do vírus rábico e a espoliação humana por morcegos hematófagos em população vulnerável da região da Amazônia Oriental, estado do Pará, Brasil. Para isso, os morcegos são capturados com a ajuda de redes de neblina 12 m × 3 m em período chuvoso e meses secos. As redes são colocadas ao nível do solo, nas noites de pouca iluminação e em áreas onde a população indicar ter agressão em animais e humanos para selecionar uma maior quantidade de morcegos hematófagos.

Como não é possível selecionar apenas as espécies hematófagas, as redes utilizadas podem prender outras espécies de morcegos de hábitos alimentares diferentes, tais como insetívoros e frugívoros, que pelo seu tipo de alimentação possuem arcada dentaria adaptada, possuindo dentes mais afiados e fortes. Quando estes animais são capturados acidentalmente na rede de neblina, danificam a mesma na tentativa de se libertar, o que causa prejuízo ao projeto de pesquisa pela perda desse material. Ademais, para evitar machucados e mortes destes animais, é necessária sua rápida remoção. Com isso, a equipe de pesquisadores precisa fazer constante vistoria nos locais de coletas.

Nesta temática, este projeto visa desenvolver soluções para que auxiliem os pesquisadores do EpiGeo na otimização e praticidade de capturas dos morcegos. Para isso, foi desenvolvido, um sistema de sensores para alertar quando acontecem as eventuais capturas. Aliados aos sensores foi desenvolvido o Software BatCaptura para a controle das rotinas de capturas de morcegos do EpiGeo.

2. Trabalhos Relacionados

Trabalho sobre vigilância e automatização utilizando microcontrolador e sensores são extensos na literatura.

Santos (2016) em seu trabalho “horta hidropônica automatizada por microcontrolador” apresentar uma solução, utilizando Arduino, que dispensa a vigilância constante da horta hidropônica para monitoramento de seus nutrientes, temperatura e acidez da água. Com isso, torna-se mais simples e eficiente o manuseio do cultivo através da hidroponia. Ortiz (2018) através de seu projeto “Sistema de automação residencial com ênfase em segurança e economia energética” visa à melhoria da eficiência energética e a vigilância residencial. Para isso foi usado um aplicativo mobile para gerenciamento remoto, Raspberry Pi e sensor de presença PIR para detecção de movimentos humanos. Por sua vez, Silva (2018) elaborou o trabalho intitulado de “Aquisição de dados e atuação em um sistema aquapônico utilizando microcontrolador PIC, módulo WIFI ESP8266 e protocolo MQTT”. Proposta que pretende, através dos componentes citados no título, fazer o acionamento de atuadores como o filtro UV e a bomba de água para criação de peixes.

Nota-se a variedade de projetos desde gênero, entretanto relacionados a temática de vigilância epidemiológica são escassos.

3. Metodologia

Este projeto se dividiu em quatro etapas de desenvolvimento: sendo a **Etapa I** o Planejamento e o levantamento de requisitos. Para isso foi elaborada uma entrevista com um pesquisador do EpiGeo, indagando as características do local de trabalho em campo; de que forma acontecem as excursões em campo; A forma que são feitas as capturas dos morcegos; Como é feito o trabalho dos pesquisadores do EpiGeo; Qual forma que é feita as análises das informações coletadas em campo. Com base nisso, foi elaborada a lista de requisitos necessários para o funcionamento do sistema. Nesta etapa destaca-se: O sistema dever alertar aos pesquisadores caso os sensores detectem uma captura; O Sistema dever armazenar as informações de campo; o sistema dever permitir acesso apenas de usuários autorizados; o sistema dever permitir buscar das informações de capturas; O sistema dever ter baterias para garantir autonomia em viagem em campo. Com base nisso a **Etapa II** constitui da modelagem do banco usando o MySQL. Em paralelo foi executada a **Etapa III**, a elaboração a versão inicial dos sensores do BatCaptura usando plataforma de prototipagem Arduino. Entre os componentes utilizados estão o Arduino Uno, protoboard, Shield GSM/GPRS SIM900, sensores ultrassônicos HC-SR04, Módulo de leitor MicroSD, jumpers e as bibliotecas GSM.h (para a Shield GSM SIM900), *NewPing.h* (para controle de múltiplos sensores ultrassônicos) , a *SD.h* e *SPI.h* (usada para controle do módulo sd). Na **Etapa IV** foi elaborado Programa BatCaptura. Para isso foi usado a linguagem de programação Java aliada ao ambiente de desenvolvimento integrando NetBeans.

4. Campo de Captura

O Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento faz as capturas dos morcegos na Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande de Curuçá. Essa região possui uma área de

37.062 hectares. O bioma é formado por habitats de mangue, praia de água salgada e pântanos. O clima é quente e úmido durante todo o ano, com estação chuvosa e seca bem definida. A população dentro da reserva é predominantemente ribeirinha, ou seja, povos que residem nas proximidades dos rios e têm a pesca artesanal como principal atividade de subsistência, além de cultivarem pequenos roçados para consumo próprio e praticarem, em alguns casos, atividades extrativistas, como a coleta de caranguejo. (IBGE, 2010)

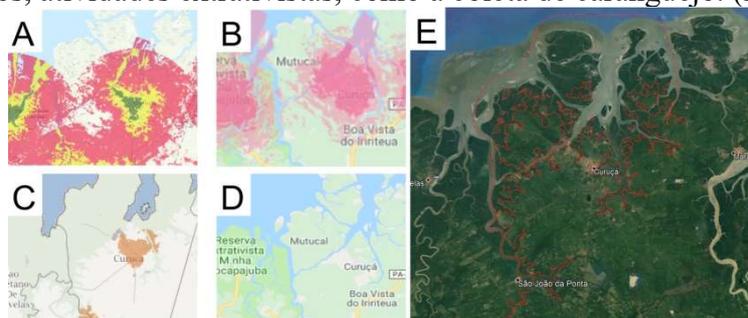


Figura 1: Mapa de Cobertura das Operadoras (A) Claro, (B) Vivo, (C) Oi e (D) TIM na região da (E) Reserva extrativista Mãe Grande de Curuçá. Adaptado de Claro Brasil (2019), Vivo (2019), Oi (2019), TIM Brasil (2019) e ICMBio (2019).

Em relação a infraestrutura, segundo os pesquisadores do EpiGeo, as áreas de estudo não possuem fornecimento de energia elétrica e qualidade de cobertura da telefonia celular é precária com acesso à internet de forma limitada ou nula. Tais afirmações são comprovadas com o levantamento de cobertura 3G apresentado na figura 1. Nesta consulta, a maior cobertura da região é da operadora Claro (figura 1(A)), mas sua cobertura é focalizada principalmente no centro da cidade de Curuçá-PA. Em relação a cobertura 2G, realizada na mesma área, é possível notar que as operadora A, B e C possuem cobertura maior, o que permite o envio de mensagem de texto dentro da reserva extrativista (figura 1(E)).

5. BatCaptura

O funcionamento do sistema pode ser descrito na figura 2:

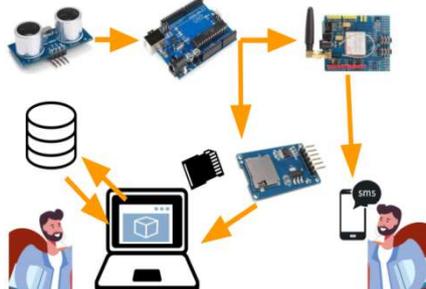


Figura 2: Esquema de Funcionamento do Projeto

Quando os sensores ultrassônicos forem acionados, será acionada a rotina “alerta de captura”. Esta função, presente no Arduino irá fazer dois procedimentos: (i) enviar uma mensagem de texto para o pesquisador plantonista. Ademais, (ii) gravar as informações sobre a notificação em uma mídia externa. No laboratório, com as

informações de captura no cartão de memória, o pesquisador irá adicioná-la ao programa BatCaptura. A partir disto, essas informações serão salvas no banco de dados do projeto.

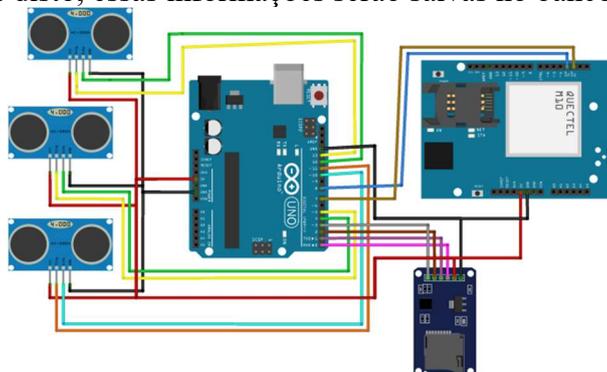


Figura 3: Esquemática do Projeto de Hardware.

Para controle dos componentes em hardware foi utilizado o Arduino Uno. Na parte de sensoriamento será usado HC-SR04 (sensor ultrassônico) na lateral das redes de neblinas. Esse componente funciona baseado na emissão de uma onda sonora de alta frequência, e na medição do tempo levado para a recepção do eco produzido quando esta onda se choca com um objeto capaz de refletir o som. Com isso, segundo Arduino (2019), é possível medir a distância de entre 2cm até 4m (com uma margem de erro de 3mm). Para desenvolvimento do projeto é necessário de 3 a 4 sensores para cobrir os 12m da rede de neblina. Sendo múltiplos sensores, foi usada a biblioteca *newping.h* para garantir sincronismo dos componentes.

Na possibilidade de captura na rede de neblina, o plantonista receberá uma mensagem de texto enviada pelo Shield GSM/GPRS SIM900. Este chip possibilita o acesso às redes móveis GSM/GPRS (*Global System for Mobile Communications/General Packet Radio Servic*). Para isso foi usado a biblioteca *GSM.h* para configurar as informações do chip da operadora e o(s) número(s) do(s) telefone(s) celular(es) para envio da mensagem.

Na parte lógica, foi modelado um banco de dados apresentado no Diagrama de Classes da figura 4.

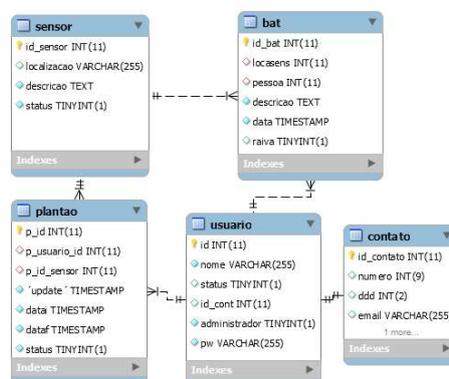


Figura 4: Modelagem do Banco de Dados do BatCaptura

A entidade usuário armazena informações básicas pesquisadores do EpiGeo, possuindo uma relação um para um com a entidade contato. A tabela sensor, por sua vez, guarda as informações dos sensores. A entidade plantão tem como atributos o relacionamento entre usuário e sensor. Por fim, a tabela bat armazena os resultados de teste com os morcegos.

A aplicação BatCaptura possui os seguintes módulos: login, cadastro, listagem e pesquisa.

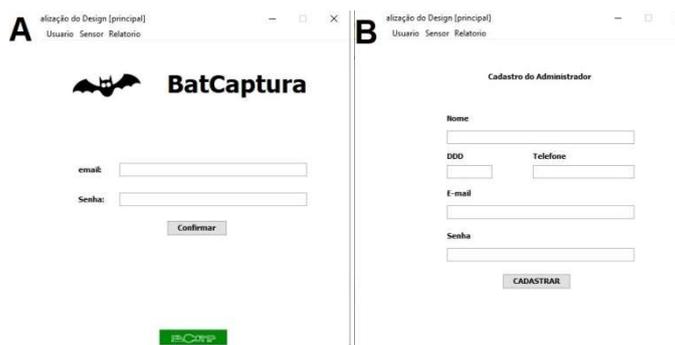


Figura 5: Inicialização do Programa: (A) Tela de Login e (B) Tela de Cadastro de Perfil Administrador.

Existem duas possibilidades de inicialização da aplicação: (A) se houve perfil administrador/coordenador cadastrado e ativo no banco de dados da aplicação, o sistema irá iniciar normalmente, solicitando o login ao coordenador/usuário, (B) Na ausência do perfil administrador/coordenador, será necessário o cadastro deste perfil. Feito isso, será solicitado executado a rotina do item (A). O login é obrigatório para a utilização do BatCaptura.

O “cadastro de usuário” permiti a adição dos demais pesquisadores a aplicação. Esta funcionalidade é restrita ao perfil administrador. Nesta etapa, é solicitado o nome, telefone, e-mail e senha usuário. Por sua vez, o módulo “cadastrar sensor” solicita as informações do local onde foi instalada a rede de captura de morcegos.



Figura 6: (A) Módulo de Cadastro Plantão (B) Módulo Adicionar (C) Módulo de Buscar de Captura.

Para cadastrar um plantão (figura 06(A)), é necessário informar o usuário que será o plantonista e qual o sensor ele ficará responsável. O BatCaptura permite uma relação de muitos plantonista para um sensor. Já a rotina de “adicionar notificação” objetiva

incrementar no banco de dados com as informações de capturas disponibilizadas na mídia externa removida do módulo microSD. Para cadastro de notificação é necessário cadastrar previamente os sensores, plantonista e o plantão.

As funções de listagem são úteis para mostrar as informações cadastradas no sistema. Este projeto. O BatCaptura permite listar os sensores e os plantões ativos (e inativos). Apesar de serem modos diferentes, eles possuem a mesma característica de funcionamento. Eles são apresentados em uma tabela. Em caso de uma finalização antecipada do plantão é possível alterar para estado inativo, em caso de retomada, o inverso é possível.

O sistema também conta com o módulo de pesquisa, demonstrado na figura 6 (C). Essa função permite localizar os dados armazenados no banco de dados do projeto através da filtragem divididas em quatro categoria: Local da captura, plantonista responsável pela captura, data da captura e resultado de teste de raiva. Com essa implementação, os pesquisadores ganham agilidade nas consultas dos históricos de notificações.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo de sistema de monitoramento para auxílio de captura de morcegos no nordeste paraense. A coleta destes animais é realizada pelo Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento, vinculado à Universidade Federal do Pará, na Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá. O projeto de vigilância do EpiGeo é de suma importância, visto que o morcego é um potencial vetor da raiva humana e existem casos de ataque deles a moradores da região. Em se tratando ao desenvolvimento do BatCaptura, o projeto consistiu em duas soluções, uma em hardware para monitoramento das redes de captura e outro em software, para acompanhamento e apoio ao trabalho em campo do laboratório. Através da exposição apresentada neste artigo, pode-se obter resultados satisfatórios até o momento.

Dando continuidade ao desenvolvimento, em trabalhos futuros, pretende-se tratar as limitações apresentadas no projeto até o momento. Na solução em software, pretende-se fazer a introdução do BatCaptura na rotina do laboratório. Em relação ao hardware, pretende-se adequações necessárias, que por questões orçamentárias ainda não foram executadas, para dá autonomia do sistema e robustez para viagem em campo. Assim o projeto permitirá uma melhor eficiência e conforto nas pesquisas em campo, evitando a perdas redes e mortes de animais que não são o foco de pesquisa do projeto.

Referências

ARDUINO. Arduino - GSM. Disponível: <https://www.arduino.cc/en/Reference/GSM>. [Acesso: 02 de fevereiro de 2019].

_____. Arduino - NewPing. Disponível: <https://playground.arduino.cc/Code/NewPing>. [Acesso: 02 de fevereiro de 2019].

_____. Arduino - SD. Disponível: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SD>. [Acesso: 02 de fevereiro de 2019].

- _____. Arduino - SPI. Disponível: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>. [Acesso: 02 de fevereiro de 2019].
- CLARO BRASIL. MAPA DE COBERTURA CLARO. Disponível em: <https://www.claro.com.br/mapa-de-cobertura>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- ICMbio. Resex Mãe Grande de Curuçá. Disponível: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2279-resex-mae-grande-de-curuca>. [Acesso em: 30 abr. 2019].
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/populacao_por_municipio_zip.htm. [Acesso: 20 de janeiro de 2019].
- Ito, Fernanda, Bernard, Enrico, Torres, and Rodrigo A.2016. What is for dinner? First report of human blood in the diet of the hairy-legged vampire bat *Diphylla ecaudata*. (December 2016). Retrieved May 9, 2019 from <https://www.ingentaconnect.com/content/miiz/actac/2016/00000018/00000002/art00017>
- OI. Cobertura 4G. Disponível em: <https://www.oi.com.br/oi/oi-para-voce/planos-servicos/cobertura>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- ORTIZ, Luiz Henrique Oliveira. Sistema de automação residencial com ênfase em segurança e economia energética. 2018.
- Santos, Marcos Galdino et al. "horta hidropônica automatizada por microcontrolador." (2016).
- Silva Mendes et al. 2009. An outbreak of bat-transmitted human rabies in a village in the Brazilian Amazon. January 2009. Retrieved 09 de May, 2019 from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67240180021>
- Silva, Leonardo Guimarães. "Aquisição de dados e atuação em um sistema aquapônico utilizando microcontrolador PIC, módulo WIFI ESP8266 e protocolo MTTP." (2018).
- SM Rocha, SVde Oliveira, MB Heinemann e VSP Gonçalves. 2015. Perfil Epidemiológico da Raiva Silvestre no Brasil (2002–2012). (Outubro de 2015). Retirado 20 de janeiro de 2019 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tbed.12428>
- TIM BRASIL. MAPA DE COBERTURA. Disponível em: <https://www.tim.com.br/para-voce/cobertura-e-roaming/mapa-de-cobertura>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- VIVO. Consulte a área de cobertura da Vivo. Disponível em: https://www.vivo.com.br/portalweb/appmanager/env/web?_nfls=false&_nfpb=true&_pageLabel=P66200142851374181318616&. Acesso em: 30 abr. 2019.