

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

LUCAS HIROSHI OHASHI TOKUHARA

ESTUDO PARA DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARA
EVITAR ACIDENTES ENVOLVENDO ANIMAIS EM RODOVIAS

BAURU

2021

LUCAS HIROSHI OHASHI TOKUHARA

ESTUDO PARA DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARA
EVITAR ACIDENTES ENVOLVENDO ANIMAIS EM RODOVIAS

Monografia do projeto de Iniciação Científica do curso de Ciência da Computação apresentado a Pró-reitora de Pesquisa e Pós- Graduação do Centro Universitário Sagrado Coração, sob orientação do Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello.

BAURU
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBD

T627e

Tokuhara, Lucas Hiroshi Ohashi

Estudo para desenvolvimento de dispositivo para evitar
acidentes envolvendo animais em rodovias / Lucas Hiroshi Ohashi
Tokuhara. -- 2021.

34f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello

Monografia (Iniciação Científica em Ciência da Computação) -
Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Animal. 2. Acidente. 3. Rodovia. 4. Tecnologia. 5. Energia
Renovável. I. Gastaldello, Danilo Sinkiti. II. Título.

RESUMO

Acidentes envolvendo animais em rodovias ou estradas se tornou uma situação da qual a grande parte dos motoristas já passaram ou presenciaram durante um determinado trajeto. Porém, o que poderia ser realizado para que situações como essa se tornassem nula ou próxima de nula? Já existem rodovias onde túneis ficam localizados embaixo das mesmas, para que animais passem de um lado da rodovia para outra, porém é necessário que haja mais de um tipo de solução para um determinado problema. E com o rápido avanço tecnológico, uma opção para evitar esses tipos de acidentes é através de desenvolvimento de tecnologias. As tecnologias para esses tipos de soluções devem ser eficazes, custo-baixo e ecológicos (pelo menos utilizem fontes de energias renováveis). A pesquisa de iniciação científica tem como objetivo, estudar como reduzir ao máximo acidentes que envolvem animais em rodovias brasileiras, verificando a possibilidade do desenvolvimento de dispositivos que serão agradáveis ao meio ambiente e aos animais. Foi proposto uma metodologia composta por sons e sensores de identificação local e sonora. Basicamente a metodologia consiste em fazer com que os animais ao se aproximarem de rodovias, sons o afastem deste local. Uma aplicação web foi montada para visualizar esta metodologia e como proposta futura colocar em prática com alguns ajustes e automação do processo devem ser estudadas para viabilizar a metodologia.

Palavras-Chaves: Animal. Acidente. Rodovia. Energia Renovável.

ABSTRACT

Accidents involving animals on highways or roads has become aa situation that most drivers have already experienced or witnessed during a given journey. However, what could be done so that situations like this become nil or close to nil? There are already highways where tunnels are located under them, for animals to pass through from one side of the road to the other, but there needs to be more than one type of solution to a given problem. And with the rapid technological advancement, one option to avoid these types of accidents is through development. Of technologies. The technologies for these types of solutions must be effective, low-cost and ecological (at least use renewable energy sources). THE scientific initiation research aims to study how to reduce to maximum accidents involving animals on Brazilian highways, checking the possibility of developing devices that will be pleasant to the environment and animals. A methodology consisting of sounds and local and audible identification sensors. Basically, the methodology consists of in making animals approach highways, sounds keep them away from this location. A web application was set up to visualize this methodology and as a future proposal to put into practice with some adjustments and automation of the process should be studied to make the methodology viable.

Keywords: Animal. Accident. Highway. Renewable Energy

Sumário

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS.....	8
2.1	OBJETIVO GERAL	8
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3	JUSTIFICATIVA	9
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
5	METODOLOGIA.....	13
6	DADOS PARA CONTEXTUALIZAÇÃO	15
6.1	LEVANTAMENTO DE NÚMEROS DE ACIDENTES.....	15
6.2	ANÁLISE DOS ANIMAIS QUE MAIS SOFREM	17
6.3	TECNOLOGIAS EXISTENTES	18
6.3.1	ECODUTOS OU PONTE VERDE	19
6.3.2	FAUNODUTOS OU PASSAGEM DE FAUNA	20
6.4	AJUSTES NO SISTEMA PROPOSTO.....	23
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
7.1	SIMULAÇÃO DO SAPO	26
7.2	SIMULAÇÃO DA ONÇA PARDA	30
8	CONCLUSÕES	33
9	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Somente o estado de São Paulo possui trinta e cinco mil quilômetros de rodovias, ou seja, 90% da população fica menos de cinco quilômetros da estrada. Dessa forma é possível concluir que o modelo de transporte brasileiro mais predominante e importante, indubitavelmente, são as rodovias.

Os dados vindos das pesquisas realizadas pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), em (2019) no Brasil, as rodovias foram responsáveis por movimentar 65% das cargas e 90% da movimentação dos passageiros (FONSECA, 2014).

A implantação de rodovias causa diversos tipos de problemas ambientais, a primeira parte a ser afetada por essa implantação são os habitats naturais que sofrem mudanças drásticas no ecossistema alterando assim o comportamento e o deslocamento da flora e da fauna daquela área (MAIA, 2013).

Como consequência dessas ações a extinção de plantas se torna uma realidade inconcussa, além da flora, obviamente a fauna receberia um impacto ainda maior devido ao fato de os animais serem prejudicados de diversas formas diferentes, tais como a poluição sonora que causa a redução da conectividade dos animais, que resulta na perda da biodiversidade, porém o seguimento que mais preocupa as autoridades e pesquisadores são os altos índices de atropelamentos ou acidentes envolvendo animais (TSUDA, 2018).

Estudos sobre atropelamentos de animais em rodovias realizadas no Brasil demonstram que o número de incidentes vem aumentando desde que a última pesquisa foi realizada a mais de duas décadas atrás.

No Rio Grande do Sul na BR – 471, um estudo realizado em 1998 demonstrou que 144 aves foram mortas, estas que eram de oito ordens diferentes, treze famílias e quinze espécies diferentes. Em 1996, em Vieira (SC), foram registrados 82 mamíferos de quinze espécies diferentes, resultando em 730 amostras de mamíferos atropelados em um ano, entre as rodovias que ligam Brasília – DF e Belo Horizonte – MG e Brasília – DF e Capinas – SP, nas rodovias BR 040, BR 050 e SP 330.

Em 1997 no Pantanal, mais especificamente, na BR – 262, foram registradas 84 espécies de vertebrados atropelados resultando um total de 1402 exemplares. Já em 2004 nos três parques de conservação de São Paulo, Estação Ecológica de Jataí, Parque Estadual de Vassununga e Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Pé-de-Gigante, foram registradas em um ano, cerca de 596 atropelamentos de vertebrados pertencentes a 81 espécies, dentro elas 45 aves e 23 mamíferos, e adicionando ainda 11 espécies de répteis e 2 espécies de anfíbios.

Pesquisas de 2002 e 2006 mostram que na Estação de Ecológica de Águas Emendadas, entre as centenas de animais vertebrados foi possível encontrar o lobo-guará, uma espécie ameaçada de extinção. Através de estudos aéreos realizados nas regiões de Araxá e Franca, foram encontradas 36 mamíferos de 10 espécies diferentes de porte médio e grande, em um ano, dentro desses animais atropelados foi possível encontrar 4 tamanduás- bandeiras, totalizando cerca de 266 mamíferos mortos (FREITAS, 2009).

Através desses estudos é possível compreender que a cada ano o número de acidentes envolvendo animais aumentam, apesar das alternativas já existentes, novas formas para lidar com esse problema são necessárias, a ideia deste projeto é avaliar o desenvolvimento de uma nova alternativa mais eficaz, e propor o uso de avanços nas áreas de computação, diagnóstico de dados, inteligência computacional para auxiliar nas tomadas de decisão do tema.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um dispositivo que capte o som ambiente, compare com um banco de sons de animais e selecione o som que deve ser emitido para atrair ou erradicar o animal identificado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Alertar sobre o alto índice de acidentes envolvendo animais em estradas;
- Estudar uma nova possibilidade para redução os altos índices que pertencem ao atropelamento de animais selvagens;
- Através dos estudos, desenvolver uma ideia de uma nova tecnologia ou ferramenta;
- Avaliar o impacto ambiental que a tecnologia desenvolvida pode causar; e
- Avaliar a possibilidade da produção da tecnologia.

3 JUSTIFICATIVA

Atualmente devido aos altos índices de acidentes envolvendo animais em rodovias, diversas medidas e tecnologias vem sendo desenvolvidas para lidar com esses altos números que a cada ano que passa vem aumentando.

A existência de medidas para reduzir números de acidentes é de extrema importância para segurança na estrada, porém medidas de prevenção são necessárias da mesma forma, ou seja, é importante que haja planejamento nos projetos que envolvem rodovias, pois além da mesma ser extremamente importante, ela vem acompanhada de diversos riscos a vidas animais como foi citada anteriormente, tendo isso como uma realidade as medidas mitigadoras devem conter alternativas para auxiliar a conexão dos animais com seus habitats e dessa forma reduzir os índices de atropelamentos envolvendo animais, porém existem diversos portes e tipos de animais, as alternativas devem ser desenvolvidas para o tipo de animais das na qual as rodovias serão construídas (FONSECA, 2014).

O desenvolvimento para coleta de dados envolvendo acidentes é extremamente importante para que pesquisas e levantamento de dados sejam realizados com precisão, o Sistema URUBU é um aplicativo móvel, ou seja, é possível instalação em smartphones e em tablets. Este aplicativo contém funções de GPS, Máquina fotográfica e banco de dados. Ele reúne informações vindas das mais diversas fontes de seus colaboradores: usuários de rodovias, pesquisadores, concessionárias e órgãos governamentais. Os dados enviados pelos colaboradores podem ser de três tipos diferentes: fotografias, *waypoints* e *tracks*.

O Sistema URUBU funciona como uma rede social, as fotografias dos animais podem ser tiradas pelos usuários, postada na rede, avaliada por especialistas e depois essas fotos podem ser recusadas por ser repetida, borrada ou fora do foco (fotos aleatórias). As *tracks* e *waypoints* funcionam como marcadores de onde e quando as fotografias dos animais em rodovias foram registradas e postadas, assim através de imagens e posições geográficas específicas, o serviço de resgate recebe uma melhoria em relação à velocidade e eficaz na realização do serviço (MAIA, 2013).

Uma outra pesquisa mostra medidas simples, porém que possuem potencial para serem extremamente eficazes. A pesquisa no caso foi realizada no trecho entre Três Rios (RJ) e Juiz de Fora (MG), o conteúdo é composto por medidas mitigadoras como: placas sinalizadoras, nas quais possuem legendas pedindo para reduzir velocidade, contendo imagens de animais e com cores bem notórias, a outra medida foi a implantação de cercas em determinados trechos onde existem pontos críticos, ou seja, locais com mais índices de atropelamentos, as cercas são divididas em dois tipos: uma delas mais aberta para evitar que animais de portes médios passem e a outra mais fechada para evitar a passagem de anfíbios, répteis e anuros (ROUSSOULIÉRES, 2017).

Apesar da pesquisa demonstrar essas medidas, elas dependem muito mais dos motoristas do que do funcionamento das medidas estabelecidas, por exemplo: caso o motorista não reduza a velocidade perto das placas com a sinalização, a medida se torna ineficaz.

As medidas mitigadoras apresentadas demonstram potencial de funcionamento caso haja a colaboração dos usuários de rodovias. A ideia desta pesquisa é estudar a probabilidade de desenvolvimento de uma medida da qual não dependa dessas colaborações para que ocorra um funcionamento idôneo, a ideia é de utilizar tecnologia junto com medidas ecológicas, dessa forma evitando agressões ao meio ambiente e tornando possível a redução dos altos índices de atropelamentos que aumentam com o passar dos anos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

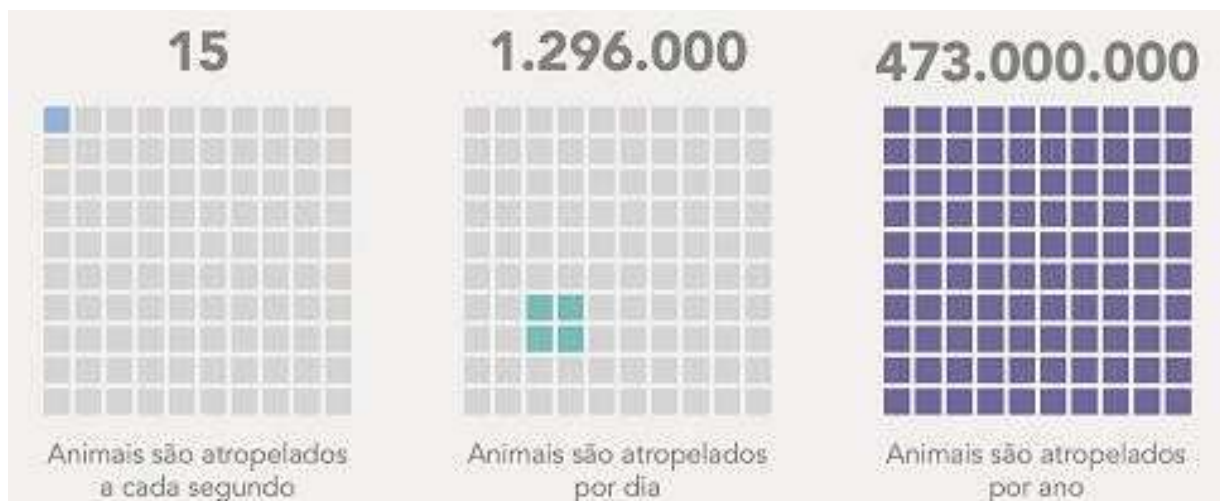
Os altos números de acidentes envolvendo animais em rodovias é realmente uma realidade alarmante no Brasil, porém essa é uma situação da qual não deveria ocorrer devido a existência de leis que obrigam o desenvolvimento e elaboração de medidas para prevenir esse tipo de acidentes logo na construção das rodovias.

A elaboração de medidas para garantir que animais circulem de forma segura em rodovias é uma obrigação seguindo o Art. 1º do Projeto de Lei N.º 466-B, de 2015. E segundo o Art. 2º da mesma, as medidas desenvolvidas devem aderir medidas mitigadoras de número de acidentes envolvendo animais.

As medidas desenvolvidas devem ser aplicadas e as rodovias e ferrovias devem se adequar a essas medidas, que são resultados de estudos e pesquisas de acordo com a Art. 4º da lei citada acima. E a falta de cumprimento dessas medidas resultará em punições de pagamento de multas, sequente do Art. 5º.

Apesar da existência dessas diversas leis que deveriam auxiliar na redução dos índices de animais, a realidade é divergente, os números somente aumentam anos pós ano, números recentes são extremamente assustadores:

Figura 1 – Números Mortos em Rodovias



Fonte: UFLA - URUBU – 2019

Como pode ser visto nos dados apresentados, os números são extremamente alarmantes e chamam muita a atenção devido ao número

impressionantemente alto dos animais mortos por ano, porém por segundo também são extremamente altos.

Os dados apresentados são baseados em mais de 14 artigos científicos, estes foram realizados nos mais diversos biomas presentes no Brasil, de forma eficiente e detalhada (UFLA - URUBU, 2019).

Visando os altos índices de animais mortos em rodovias e visto que as leis e medidas produzidas até o momento não vêm surtindo efeito muito significante, novas medidas devem ser elaboradas e postas em funcionalidade para que as rodovias se tornem mais seguras para os usuários e para os animais, pois a segurança de um serve para o outro.

O avanço tecnológico é um fator extremamente importante para o desenvolvimento de medidas que possam ser utilizadas em rodovias. Através de mecânicas tecnológicas medidas mais eficazes e com capacidade de adaptação e de atualização tornariam a medidas ainda mais satisfatória no requisito segurança nas estradas e peremptório no requisito de preservar a fauna brasileira.

O projeto da SAFEROAD se baseia nas rodovias de países europeus como Áustria, Dinamarca, Alemanha, Irlanda, Noruega, Suécia, Países Baixos e Reino Unido, apresentam estudos que apresentam quais animais mais sofrem com as rodovias e demonstram medidas mitigadoras que foram adotadas para redução desses índices baseados nos animais utilizados como estudo (SAFEROAD, 2016).

A pesquisa serve como exemplo de que o protótipo deve seguir uma linha de desenvolvimento baseada nos animais que habitam a fauna que será utilizada como terreno de instalação do dispositivo protótipo, ou seja, a parte do sistema de reconhecimento e reprodução do som repelente, seja variável de acordo com a região, resumindo, o sistema se adapta de acordo com a região.

5 METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto teve o andamento baseado em análise de dados reais e foi realizado o desenvolvimento de uma medida visando a redução dos índices apresentados. Para isso, inicialmente foi feito um estudo bibliográfico com análise estatística do número de acidentes no Brasil, uma análise sobre as espécies de animais que mais sofrem, um estudo geográfico que apresente resumidamente o cenário nacional.

Além disso, a revisão trouxe informações sobre as leis vigentes, e como andam as fiscalizações destas leis, a pesquisa também apresentou um resumo de exemplos aplicados no mundo sobre soluções aplicadas e seus resultados no que diz respeito a cuidado de animais em rodovias.

Por fim, o foco deste projeto continua sendo desenvolvimento de uma medida que utilize de tecnologia e que ao mesmo tempo seja agradável biologicamente, pois não é visto como benefício nesse projeto caso a tecnologia proposta afete a geografia local da utilização de forma negativa.

O desenvolvimento de um dispositivo do qual este utilizaria em sua construção parte de tecnologias recicladas, para evitar desperdício de tecnologias que são descartadas de forma equivocada, pois possuem possibilidade de ter um aproveitamento melhor. A mesma tecnologia também utilizaria de energias renováveis, mais especificamente da energia solar, ou seja, o dispositivo será alimentado através das placas fotovoltaicas, porém o dispositivo deve conter uma rede provida da distribuidora de energia, pois deve funcionar independentemente do clima, porém a fonte principal é ser movida à energia solar.

O dispositivo tem como função emitir ondas sonoras em uma frequência na qual não seria prejudicial para os animais, porém que o som fosse fastidioso o suficiente para afastar os animais a distância que fosse o mais seguro possível para evitar avanços para as estradas das rodovias e ao mesmo tempo tentar direcioná-los para uma passagem segura, com sons mais agradáveis.

Importante destacar que o desenvolvimento do dispositivo, tanto na parte do sistema quanto na parte que se refere ao físico do projeto, não será realizado

nenhum teste em animais, o desenvolvimento deve ser totalmente baseado em dados e informações já existente com acréscimos das realizações dos ensaios. Como continuidade de pesquisa, propor parcerias com agentes ambientais para realizar ajustes e iniciar testes em campo, vislumbrando melhorias contínuas na composição do sistema desenvolvido.

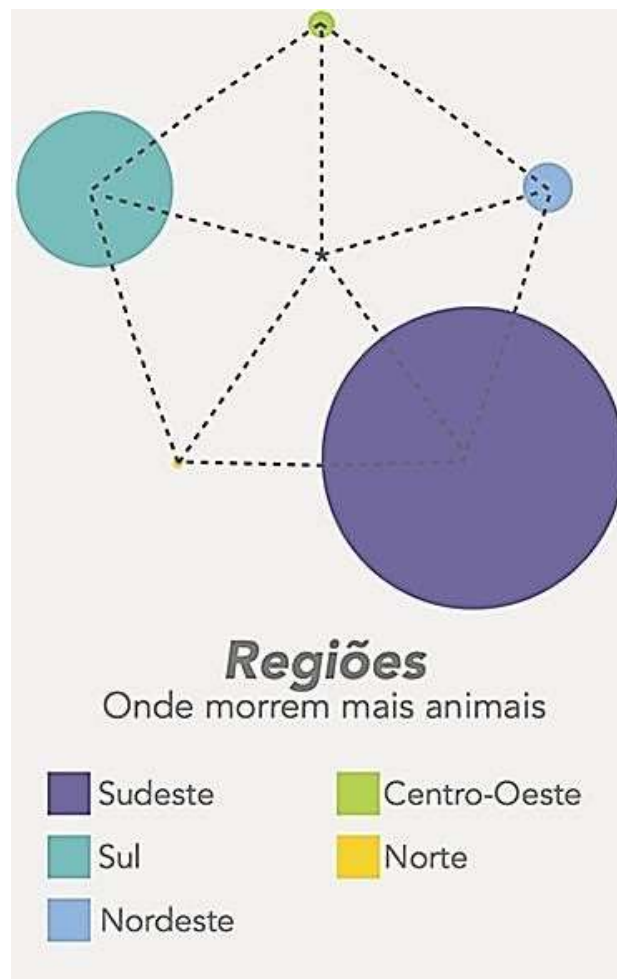
6 DADOS PARA CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta etapa terá como função verificar os autores que mais publicam sobre o assunto, fazendo levantamento de dados de acidentes, bem como avaliar de maneira geral a estatística deste problema.

6.1 LEVANTAMENTO DE NÚMEROS DE ACIDENTES

A Figura 2 apresenta o número de acidentes por região do país, dando uma dimensão da proporcionalidade com que eles acontecem em cada ponto do Brasil.

Figura 2 – Representação das Regiões onde ocorrem mais acidentes



Fonte: UFLA – 2019

Através da representação acima é notório que o Sudeste está isoladamente à frente das outras regiões no requisito de acidentes envolvendo

animais. Isso se deve ao fato de que a região Sudeste possui o maior fluxo de pessoas no Brasil e conseqüentemente maior fluxo de carros. O Sudeste possui a maior metrópole brasileira que é São Paulo logo justifica o grande fluxo de pessoas.

Já a figura 3 apresenta a densidade de acidentes fatais, onde quanto mais vermelho, mais ocorrem acidentes que ocasionam a morte dos animais.

Figura 3 – Representação da densidade de mortalidade



Fonte: UFLA – 2019

A figura 3 fortalece as informações sobre o Sudeste ser a região brasileira com maior índice de acidentes fatais envolvendo animais em rodovias. Através dessa representação é nítida que o Estado de São Paulo se destaca muito mais em relação aos Estados vizinhos e até mesmo em relação aos que pertencem à região Sudeste.

Ao juntar as duas representações é possível afirmar que o Estado de São Paulo é o líder envolvendo estatísticas que correspondem à acidentes/atropelamentos fatais envolvendo animais em rodovias. Assim, o Sudeste e principalmente o Estado de São Paulo devem ser alvos prioritários de medidas mitigadoras.

6.2 ANÁLISE DOS ANIMAIS QUE MAIS SOFREM

Para direcionar o dispositivo a ser desenvolvido é necessário identificar os animais que mais sofrem acidentes nas estradas brasileiras, assim, uma pesquisa rápida foi realizada em artigos científicos e a figura 4 a seguir mostra este cenário.

Figura 4 – Representação em porcentagem dos animais que mais morrem



Fonte: UFLA – 2019

Os animais que encaixam no requisito de pequeno porte são espécies como sapos, cobras, pequenas aves e até mesmo pequenos mamíferos, porém o foco se localiza nos três primeiros exemplos citados. O médio porte se baseia em animais como gambás, lebres e macacos. Já os de grande porte são aqueles da qual temos conhecimento padrão de que estão ameaçados de extinção como onças e lobos-guarás, porém também se encaixam como principais vítimas e de grande porte animais como antas e capivaras.

Estima-se que cerca o número de animais atropelados em estradas esteja entre 473 milhões e 475 milhões de animais, por ano. Analisando esses números, cerca de 430 milhões de animais de pequeno porte morrem por ano, uma estatística extremamente assustadora, pois também são animais que fazem parte de importantes ecossistemas ao redor do Brasil, os altos índices valem para os animais de médio porte e grande porte, os de médio porte ficam com cerca de 40 milhões do total, um número muito expressivo também, porém os 5 milhões que são os restantes que pertencem aos animais de grande porte representam estatísticas bem aterrorizadoras, visto que geralmente são espécies em extinção.

No geral, todos dados demonstram altos índices e que devem se desenvolver medidas mitigadoras em emergência, pois dentro desses altos índices existem animais ameaçados de extinção em todos os portes.

O desenvolvimento de medidas principalmente utilizando de tecnologias que a modernidade pode oferecer, deve ser uma área onde deve haver maior conscientização para melhoria da vida destes animais, pois com a redução de animais mortos, a fauna brasileira aos poucos pode ir se restaurando e acima de tudo se torna seguro para os motoristas em rodovias.

6.3 TECNOLOGIAS EXISTENTES

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa das tecnologias existentes no mundo em relação à mitigação de acidentes em rodovias através da aplicação de ferramentas e construções que auxiliem no tráfego de animais aos redores das estradas.

6.3.1 ECODUTOS OU PONTE VERDE

Existem duas medidas muito utilizadas para auxiliar o tráfego dos animais em rodovias umas delas é a “ponte verde”. A “ponte verde” é uma ponte construída sobre as rodovias para que os animais passem de um lado para o outro, essas também são conhecidas como ecodutos.

As pontes são montadas com vegetação e terra, de forma a imitar ao máximo possível o ambiente em que os animais estão acostumados. Diversos países adotaram essas medidas, como: Alemanha, Suíça, Bélgica, Estados Unidos, Canadá e outros países, para prevenção de atropelamentos.

Figura 5 – Ponte de caranguejos na Christmas Island, Austrália



Fonte: Wondrous World Images

Ponte de caranguejos situado na Austrália faz exatamente o que a imagem consegue descrever: possui a função de passar os caranguejos vermelhos de um lado para outro dentro da reserva ambiental da Christmas Island.

Figura 6 – Parque Nacional de Banff. Alberta, Canadá



Fonte: Joel Sartore

As duas imagens citadas anteriormente (figura 5 e figura 6) são alguns exemplos de “Pontes Verdes” que existem ao redor do mundo, que possuem como função realizar a travessia dos animais de um lado para o outro com segurança.

Analisando as figuras e pensando nos tamanhos das rodovias, um primeiro problema seria como mostrar aos animais que existe esta passagem segura. Outro problema que poderia surgir é que a passagem fosse dominada por um predador que aprendesse que a rota é de animais que ele se alimenta, assim, estruturas direcionadas para diferentes espécies poderiam ser idealizadas.

6.3.2 FAUNODUTOS OU PASSAGEM DE FAUNA

Uma alternativa para transportar animais com segurança são os túneis subterrâneos instalados em diversas rodovias ao redor do mundo inclusive no Brasil.

As três imagens (figura 7, 8 e 9), demonstram exemplos reais e funcionais de faunodutos ao redor do mundo e no Brasil. A figura 7 que representa um exemplo no Brasil, demonstrando de que aos poucos o governo brasileiro vem dando mais atenção para a segurança dos motoristas e dos animais nas estradas. A figura 9 um exemplo registrado no Canadá, mais especificamente no Banff National Park, o parque nacional contém cerca de 38 faunodutos e 6 ecodutos, um exemplo a ser seguido.

Figura 7 – Passagem de Fauna sob a Rodovia Do Sol ES-060, ES, Brasil



Fonte: IBAMA - 2013

Figura 8 – Túneis exclusivo para tartarugas, Linha JR WEST Wakayama, Japão



Fonte: Sousuke Shiki - 2015

Figura 9 – Urso Pardo saindo da Passagem Subterrânea, Banff National Park, Canadá



Fonte: CBC-2014

A figura 8, localizada na província de Nara no Japão, é um outro exemplo que os mais diversos métodos devem ser tomados para evitar acidentes e mortalidades de animais que podem ser evitados.

Apesar de somente a figura 7 se localizar e ser efetiva nas rodovias as outras figuras servem de exemplos dos quais podem ser úteis para futuro desenvolvimento de projetos, pois ambos são projetos concretos e de credibilidade, apesar de não estarem situados em rodovias todos foram desenvolvidos em prol da segurança de animais e humanos e para um funcionamento com mais serenidade da sociedade.

Observando todos os estudos baseados em pesquisas envolvendo animais e rodovias, se torna notório que animais como o lobo-guará, além da caça como motivo para esta espécie estar ameaçada de extinção, o alto índice de atropelos também é uma das causas recorrentes. Além de animais de destaque como o lobo-guará, a quantidade imensa de aves e pequenos mamíferos, os números impressionam e impactam de forma extremamente negativa.

Analisando os fatos associados a estatísticas, fica claro que as medidas implantadas no Brasil beiram a ineficácia, demonstrando que medidas tradicionais como placas de sinalizações ou cercados simples em volta das

rodovias, são medidas ultrapassadas e pouco eficazes, necessitando assim de opções mais modernas e que baseadas em pesquisa alcancem o objetivo de redução dos altos índices.

6.4 AJUSTES NO SISTEMA PROPOSTO

Com a apresentação geral de quais são os principais animais da fauna brasileira que sofrem acidentes nas estradas, e pensando em novas tecnologias, esta pesquisa havia proposto na segunda fase da iniciação científica, o desenvolvimento de um sistema que é composto por hardware e software.

A parte de hardware basicamente terá um microfone para captar o som dos animais acoplado a um microcontrolador que enviará os sons a um sistema. Outro item será um autofalante que reproduzirá sons específicos de animais, de acordo com o animal, e de acordo com a localização da instalação do dispositivo. Essas variáveis descritas (animal, localização) influenciam na tomada de decisão, se deve ser um som para afastar o animal, ou um som para direcionar o animal para a travessia no local correto.

O sistema descrito anteriormente será composto de um banco de dados de sons de animais. Estes sons serão baixados do site <https://www.findsounds.com/types.html>. Além disso, o sistema terá um sistema de inteligência artificial para identificar os sons que chegam do microfone, assim, com o animal identificado, um novo som será enviado aos autofalantes, que pode ser de animais caçadores do animal identificado, com intuito de afastá-lo daquela região, e/ou sons da mesma espécie ou de presas deste animal, se o mesmo se encontra em um local próximo da travessia segura da estrada.

Porém, esta proposta não pôde ser finalizada, pois devido a pandemia, encontrar componentes de hardware no Brasil não foi possível, e os prazos de importação inviabilizariam o prazo do projeto. Além disso, encontrar os sinais dos sons de animais, ou mesmo converter os sons .mp3 encontrados é uma tarefa complexa, então, diante do exposto, uma alteração foi proposta para finalização deste projeto.

Os resultados apresentados no capítulo seguinte são para demonstrar a metodologia da ideia inicial, além da descrição desta metodologia, serão

apresentados os resultados de simulações realizadas em um aplicativo desenvolvido, bem como diagramas e esquemas de códigos feitos para realizar a simulação desta metodologia.

Com estes resultados, e com os apontamentos feitos, é possível dar continuidade na pesquisa, otimizando partes da proposta e posteriormente colocando em prática para verificar a eficiência da metodologia proposta.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme apresentado no capítulo anterior, algumas das soluções já existentes, como as pontes e os dutos podem ser melhorados com a utilização de tecnologia e uso de sons. Neste contexto, a ideia desta iniciação científica, após ajustes devido a falta de componentes e algumas dificuldades de encontrar dados de sinais de sons de animais, é demonstrar uma proposta metodológica de uma nova ferramenta que auxilie e complemente a solução das pontes e afaste animais de grande porte de partes de rodovia mais movimentadas, com intuito de diminuir o alto índice de atropelamentos.

Basicamente a ideia é criar um ambiente que identifique os animais em regiões próximas as rodovias, identifique-os através dos sons e de acordo com a sua posição dispositivos de áudio emitem sons para orientar da melhor maneira possível os animais. Para o desenvolvimento da ideia, inicialmente imaginou-se trabalhar com redes neurais para fazer a classificação dos animais pelas características do som emitido por cada animal, no entanto, durante as pesquisas não foi possível encontrar um *dataset* condizendo para esta aplicação, ficando como proposta de continuação da pesquisa, uma frente que trate desta parte do projeto.

Como dito anteriormente, a parte de hardware teve que ser considerada como trabalhos futuros, como uma nova pesquisa a ser realizada.

Portanto neste projeto, apenas duas simulações serão apresentadas como forma de mostrar a ideia de como seria a solução proposta para auxiliar na diminuição de acidentes de animais.

As simulações foram desenvolvidas em Java mostrando como o dispositivo deveria funcionar nas rodovias tendo os animais sapo (um dos que mais são atropelados) e a onça-parda (um animal silvestre bastante atropelado no interior de São Paulo, e também considerado animal em extinção) usada para esse modelo de simulação.

7.1 SIMULAÇÃO DO SAPO

O processo de desenvolvimento desta simulação necessita de algumas etapas preliminares, como por exemplo, o armazenamento de um banco de sons de animais “amigos” e animais “inimigos”, além do animal estudado. No caso, os sons escolhidos foram o som do sapo (animal estudado e “amigo”), e o som da garça (“inimigo”), considerada como possível predadora do sapo.

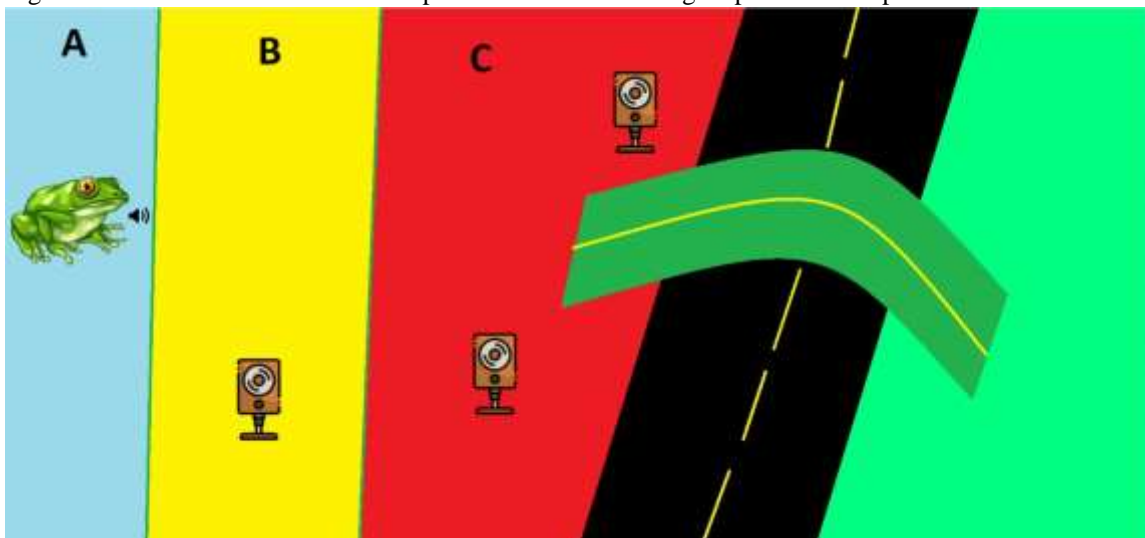
As imagens a seguir representam o funcionamento da simulação, a lógica da ferramenta proposta e partes dos códigos desenvolvidos. A Figura 10 apresenta o código de inserção dos sons no aplicativo.

Figura 10 – Código de inserção de sons da aplicação

```
URL somAve = Sound.class.getResource("somGarca.wav");  
AudioClip SomAve = Applet.newAudioClip(somAve);  
  
URL somSapo = Sound.class.getResource("somSapo.wav");  
AudioClip SomSapo = Applet.newAudioClip(somSapo);
```

Com a inserção dos sons agora uma interface gráfica foi feita para simular a proposta metodológica criada neste trabalho. Esta interface é mostrada na Figura 11 a seguir.

Figura 11 – Interface criada em JAVA para estudo da metodologia aplicada aos sapos



Para esta simulação, o cenário criado é uma rodovia que já possui uma ponte verde que auxilia a passagem dos animais. A ideia base da metodologia seria guiar o animal, no caso o sapo, até a ponte verde. Para um melhor entendimento do processo, um dos lados da rodovia foi subdividida em regiões (A, B, C).

Observa-se na Figura 11, que no início do processo o sistema já capta o som do sapo na região A, ainda longe da rodovia, com intuito de buscar identificar o animal que está se aproximando, pois todas as decisões posteriores dependem desta identificação. Lembrando que o processo de classificação fica sugerido para um trabalho posterior.

Com a classificação feita e com o sapo caminhando em direção da rodovia, no sentido da região B, uma segunda ação é tomada, que é a emissão de um som “amigo”, o som de outro sapo, com intuito de atrair o sapo para a direção da ponte verde. Conforme pode ser visto na Figura 12 e a Figura 13 é a linha de código desta ação.

Figura 12 – Sapo caminhando em direção da rodovia e tentando direcionar para ponte

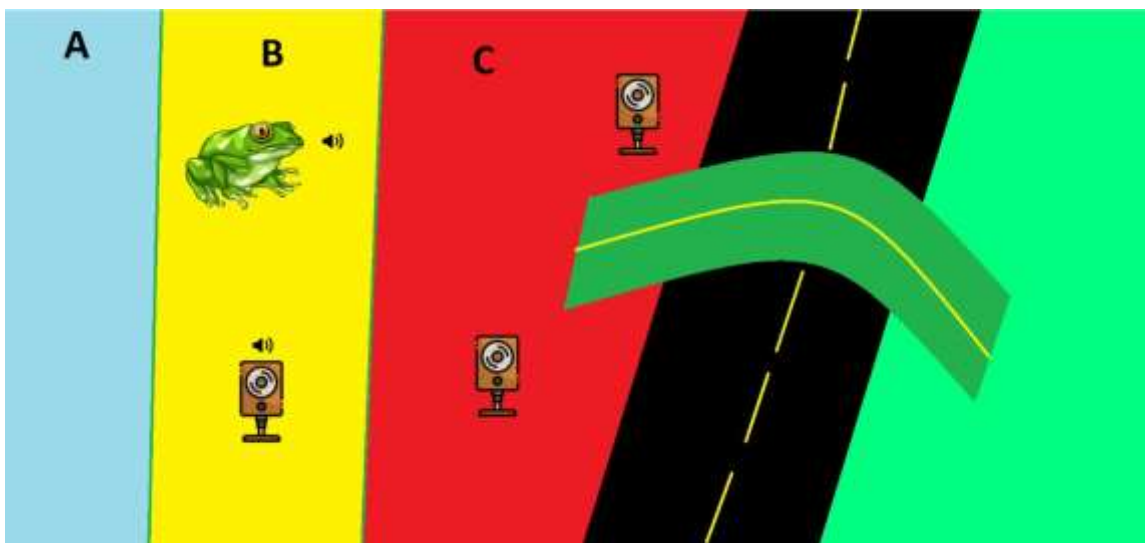


Figura 13 – Linha de código do sapo na região B e o som tentando atrair ele

```
private void SapoBMouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
    Sound tocar = new Sound();  
    tocar.SomSapo.play();  
    SomSapo2.setVisible(true);  
    Sound1.setVisible(true);  
}  
  
private void Device1MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
    Sound tocar = new Sound();  
    tocar.SomSapo.play();  
    SapoB.setVisible(false);  
    SapoC.setVisible(true);  
    SomSapo2.setVisible(false);  
}
```

Agora o sapo pode continuar avançando sem se aproximar da ponte, ou então já se aproximar da ponte. Se o sapo chegar na região C, próximo

a ponte ele atingiu o objetivo, no entanto, como tentativa e garantia de que ele vai passar pela ponte e não pela rodovia, um novo som é emitido, o som de um animal “inimigo”, que aqui na simulação seria da garça. O intuito é fazer com que ele seja direcionado mais próximo da ponte, onde existirá sons de seus “amigos” sapos. As imagens a seguir mostram as possibilidades citadas e os códigos feitos até o sapo conseguir ultrapassar para o outro lado da rodovia pela ponte verde.

Figura 14 – Sapo se aproximou da ponte na região C, somente som de amigos.

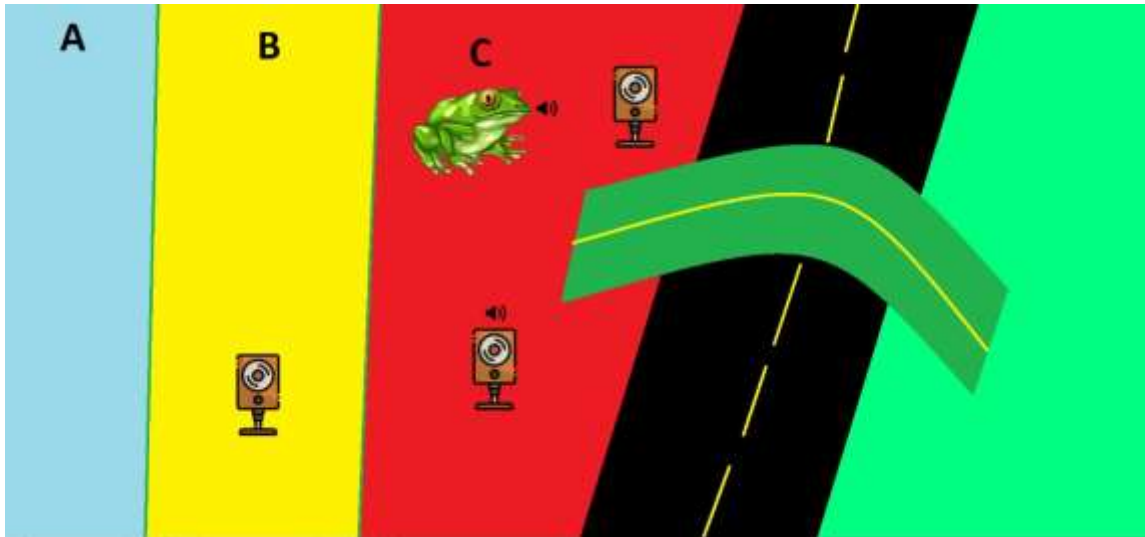


Figura 15 – Código para região C, próximo da ponte somente som de amigos

```
private void SapoCMouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
    Sound tocar = new Sound();  
    tocar.SomSapo.play();  
    SomSapo3.setVisible(true);  
}  
  
private void Device2MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
    Sound tocar = new Sound();  
    tocar.SomSapo.play();  
    Sound2.setVisible(true);  
    Sound1.setVisible(false);  
}
```

Figura 16 – Sapo região C longe da ponte, som de predador

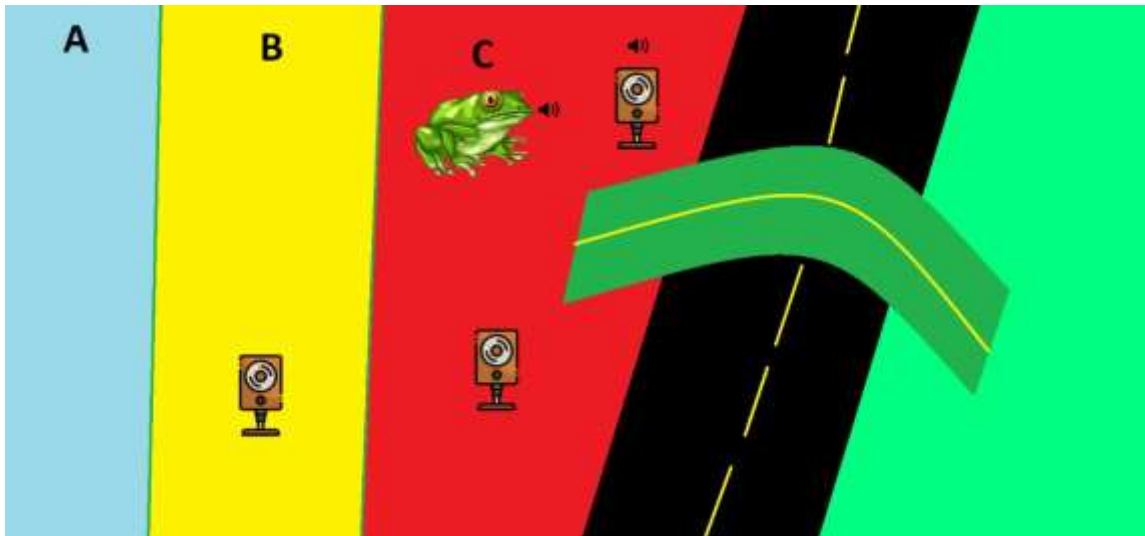


Figura 17 – Código de som de inimigo, pois sapo distanciou da ponte

```
private void Device3MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
    Sound tocar = new Sound();  
    tocar.SomAve.loop();  
    Sound3.setVisible(true);  
    Sound2.setVisible(false);  
}
```

Figura 18 – Sapo consegue atravessar a rodovia pela ponte verde

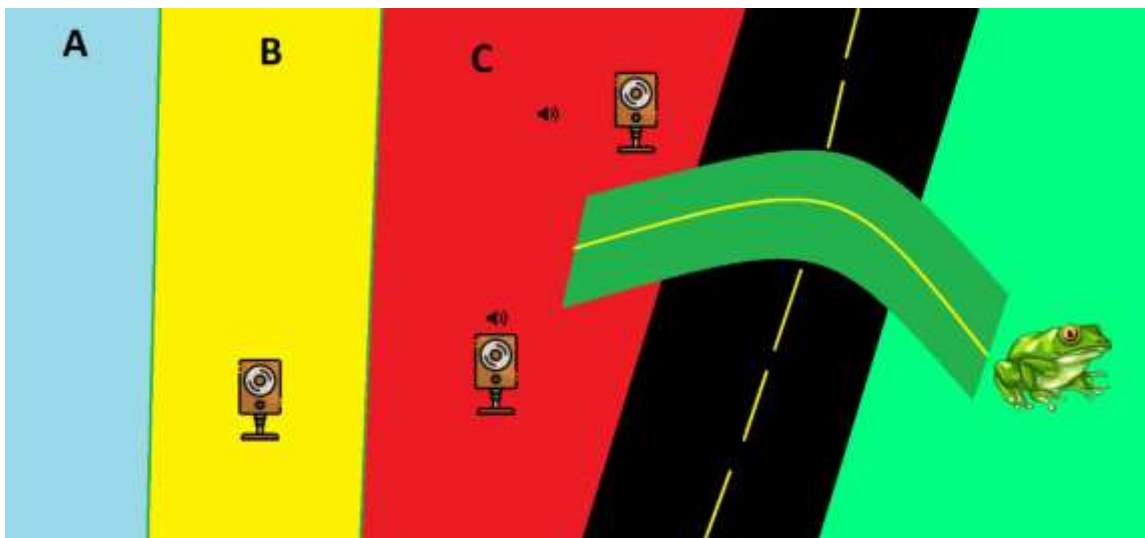


Figura 19 – Código do sapo cumprindo o objetivo

```
private void Device2MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {  
    Sound tocar = new Sound();  
    tocar.SomSapo.play();  
    Sound2.setVisible(true);  
    Sound1.setVisible(false);  
    SapoC.setVisible(false);  
    SapoD.setVisible(true);  
}
```

7.2 SIMULAÇÃO DA ONÇA PARDA

A simulação foi baseada em uma rodovia típica brasileira, e a onça-parda foi selecionada como o animal silvestre, a representação do dispositivo de áudio situado na esquerda seria a responsável por captar o áudio do animal e identificar para reproduzir o mesmo som, fazendo com que a onça-parda (no caso da simulação) entenda que o lado esquerdo é seguro, já o da representação do dispositivo de áudio da direita, seria o dispositivo que ficaria com a função de reproduzir os áudios que assustariam os animais das estradas.

Nesta proposta, diferente da anterior, seria para locais que não possuem passagens auxiliares, ou mesmo, pontos com pouca visibilidade dos motoristas, ou seja, locais propícios para os acidentes. O objetivo é que nenhum animal que se aproxime desta região, queira atravessar a pista.

A lógica é bastante semelhante com a simulação do sapo, deve existir um identificador do animal, um som “amigo” e um som “inimigo”. O som amigo busca fazer com que o animal se mantenha no mesmo lado que ele está, e o som “inimigo” quer evitar que ele atravesse para o outro lado da pista. Assim, a proposta seria ter sons amigos no mesmo lado da pista e sons inimigos do outro lado da pista, conforme mostra a figura a seguir.

Figura 20 – Onça próxima da rodovia, dispositivos de som dos dois lados da pista.



Importante observar que a onça na imagem gostaria de atravessar, pois está com a visão para este sentido. A figura a seguir mostra ela mudando o sentido após ouvir o som “inimigo”, que neste caso foi usado um som de tiro e rojão, mas poderia ser outro som que não assustasse tanto a onça.

Figura 21 – Onça se mantém no lado da pista ao ouvir som inimigo do outro lado



Por fim, os códigos as figuras a seguir representam o código do Forms utilizado na representação dos elementos do simulador.

Figura 22 – Código Forms usado para imagens usadas no simulador

```
 JPanel1 = new javax.swing.JPanel();
 lblSound = new javax.swing.JLabel();
 lblSound2 = new javax.swing.JLabel();
 lblSoundOnce = new javax.swing.JLabel();
 SounDevice = new javax.swing.JLabel();
 SounDeviceAmigo = new javax.swing.JLabel();
 lblOncaIndo = new javax.swing.JLabel();
 lblOncaVoltando = new javax.swing.JLabel();
 lblFundo = new javax.swing.JLabel();

 setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
 setResizable(false);
 setSize(new java.awt.Dimension(800, 600));

 JPanel1.setLayout(new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteLayout());

 lblSound.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/soundOn.png"))); // NOI18N
 JPanel1.add(lblSound, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(910, 300, 140, 100));

 lblSound2.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/SoundOn2.png"))); // NOI18N
 JPanel1.add(lblSound2, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(30, 420, -1, -1));

 lblSoundOnce.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/SoundOn3.png"))); // NOI18N
 JPanel1.add(lblSoundOnce, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(210, 310, -1, -1));

 SounDevice.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/iconspeaker.png"))); // NOI18N
 SounDevice.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
     public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
         SounDeviceMouseClicked(evt);
     }
 });
 JPanel1.add(SounDevice, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(910, 440, 130, 130));

 SounDeviceAmigo.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/iconspeaker.png"))); // NOI18N
 SounDeviceAmigo.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
     public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
         SounDeviceAmigoMouseClicked(evt);
     }
 });
 JPanel1.add(SounDeviceAmigo, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(40, 560, -1, -1));

 lblOncaIndo.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/oncasparna_indo.png"))); // NOI18N
 lblOncaIndo.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
     public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
         lblOncaIndoMouseClicked(evt);
     }
 });
 JPanel1.add(lblOncaIndo, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(180, 360, -1, -1));

 lblOncaVoltando.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/oncasparna_voltando.png"))); // NOI18N
 JPanel1.add(lblOncaVoltando, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(100, 360, -1, -1));

 lblFundo.setIcon(new javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Imagens/rodovia.png"))); // NOI18N
 JPanel1.add(lblFundo, new org.netbeans.lib.awtextra.AbsoluteConstraints(0, 0, -1, -1));

 javax.swing.GroupLayout layout = new javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
 getContentPane().setLayout(layout);
 layout.setHorizontalGroup(
     layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
     .addComponent(JPanel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
 );
 layout.setVerticalGroup(
     layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
     .addComponent(JPanel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
 );

 pack();
 setLocationRelativeTo(null);
```

Através das simulações é possível entender uma nova metodologia proposta para auxiliar no problema de atropelamentos e que precisam ser testadas e ajustadas conforme citado como continuidade da pesquisa.

8 CONCLUSÕES

Foram levantados documentos para nortear os principais temas envolvidos na problemática proposta neste projeto de iniciação científica, que são: número de acidentes e acidentes com vítimas de animais em estradas brasileiras, mapeamento das regiões com mais acidentes, e identificação dos animais que mais sofrem acidentes. Além disso, a busca de sons de animais para ser utilizado como base de dados no sistema que será desenvolvido na segunda parte da proposta.

Um aspecto importante apresentado neste relatório parcial são os exemplos de soluções apresentadas no mundo todo, com a preocupação em entender cada região de aplicação da solução de travessia de animais pelas rodovias e estradas.

Este estudo de entender a região e as reais necessidades dos animais é de extrema importância, para se alcançar êxito na proposta e com o menor custo possível.

Infelizmente, dados mostram que as soluções apresentadas no Brasil são extremamente ineficientes, pois o animal fica sempre em um segundo plano, e como não há uma fiscalização, geralmente é escolhido a solução mais fácil, que no Brasil é a sinalização.

O estudo proposto neste trabalho parte do pressuposto de sons “amigos” atraem os animais e sons “inimigos” os afastem, assim, através de um banco de dados de sons encontrado em <https://www.findsounds.com/types.html> foi utilizado para montagem de simulações em JAVA e apresentação da metodologia. É importante ressaltar, que essa metodologia deve ser avaliada em conjunto com biólogos em futuros trabalhos, verificando se os sons escolhidos não afetam os animais.

Tanto a simulação do sapo quanto a simulação da onça podem ser aplicadas para diferentes animais, considerando que estudos devem ser realizados para escolha dos melhores sons, além de toda melhoria citada no trabalho em relação aos classificadores de reconhecimento de animais, a escolha dos dispositivos de hardware que devem impactar minimamente o ambiente, entre outras melhorias que podem surgir com o desenvolvimento do projeto.

9 REFERÊNCIAS

Confederação Nacional do Transporte, **Acidentes Rodoviários - Painel CNT de Consultas Dinâmicas dos Acidentes Rodoviários 2019**, Brasília, 2019.

Fonseca, V. S. C. **Análise dos pontos críticos de atropelamento de animais em rodovias operadas por uma concessionária na região nordeste do Estado de São Paulo e recomendação de medidas mitigadoras**, MBA em Gestão de Tecnologias Ambientais, São Paulo, USP, 2014.

Freitas, C. H. **ATROPELAMENTOS DE VERTEBRADOS NAS RODOVIAS MG-428 E SP-334 COM ANÁLISE DOS FATORES CONDICIONANTES E VALORAÇÃO ECONÔMICA DA FAUNA**, Tese em Ciências Biológicas, Rico Claro, São Paulo, 2009.

MAIA, A. C. R., Bager, A. Projeto Malha – Manual para equipe de campo, **Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas**, Lavras, MG, 2013.

Roussoulières, E. G. **Medidas mitigadoras de atropelamento de fauna na prevenção do dano ambiental e humano: importante ferramenta de gestão ambiental na rodovia BR-040**. TCC em Gestão Ambiental, Três Rios, RJ, 2014.

Tsuda, L. S. **Análise dos atropelamentos de mamíferos em uma rodovia no estado de São Paulo utilizando Self-Organizing Maps**. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2018.