

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
BIOMÉDICA - PPGEB**

FAUSTO FERNANDO HILÁRIO GOMES

**Desenvolvimento de um Dispositivo de Biomonitoramento
baseado na Tecnologia LoRa**

CURITIBA

2019

FAUSTO FERNANDO HILÁRIO GOMES

**Desenvolvimento de um Dispositivo de Biomonitoramento
baseado na Tecnologia LoRa**

**Development of a Biomonitoring Device based on LoRa
Technology**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Bertoldo Schneider Junior

CURITIBA

2019



Esta é a mais restritiva das nossas seis licenças principais, só permitindo que outros façam download dos seus trabalhos e os compartilhem desde que atribuam crédito a você, mas sem que possam alterá-los de nenhuma forma ou utilizá-los para fins comerciais. Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº138

A Dissertação de Mestrado intitulada “Desenvolvimento de um Dispositivo de Biomonitoramento baseado na Tecnologia LoRa”, defendida em sessão pública pelo candidato Fausto Fernando Hilário Gomes, no dia 13 de dezembro de 2019, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Engenharia Biomédica, linha de pesquisa Engenharia Biomédica e Instrumentação, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Bertoldo Schneider Junior - UTFPR

Prof. Dr. Rubens Alexandre De Faria - UTFPR

Prof. Dr. Gustavo Theodoro Laskoski - IFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 13 de dezembro de 2019.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho àqueles que estiveram presentes, me ensinaram e me ajudaram em alguma etapa da minha vida... e aos que partiram, mas nunca me deixaram.

À minha mãe, Teresinha Fernando Gomes, que em todos os momentos olhou para mim com amor, que agora a honro com esse título.

Ao meu pai, Ozair Hilário Gomes, pelo exemplo de fibra moral e honestidade.

Aos meus tios que sempre estarão comigo, Maria Fernando e Oscarlino Marçal, os quais me acolheram em minha empreitada acadêmica no curso Técnico em Eletrônica Oswaldo Cruz, sem eles não estaria aqui.

Ao professor Bertoldo, que hoje para mim é mais que um orientador e mestre, mas sim um grande amigo.

E por fim a minha família, minhas filhas, Juliana e Viviane, que sigam sempre em frente pois o conhecimento é a luz do mundo e minha esposa, meu eterno amor, Elisangela de Couto Gomes a qual é minha inspiração que me faz superar qualquer dificuldade e resistir a qualquer dor, é para você e por você este. Te amo.

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo constante apoio que recebi durante esta longa e difícil fase da minha vida, onde o apoio destes nunca me deixou esmorecer e mesmo com todas as dificuldades de saúde e procedimentos cirúrgicos me incentivou a concluir o mestrado. À minha esposa Elisangela meu eterno amor e minhas filhas Juliana e Viviane que vivem em meu coração.

A UTFPR e a UFPR pelo uso dos espaços e utilização dos equipamentos, mas principalmente pela compreensão de meu atraso devido a diversas necessidades cirúrgicas, pois sem a empatia e apoio da instituição não poderia concluir este sonho.

Ao meu orientador, Bertoldo Schneider Junior, sem o apoio e a interlocução deste que hoje não somente é um professor, para mim se tornou um amigo e “padrinho”, “sem sua ajuda não estaria aqui, muito obrigado”, a todos os grandes amigos Karin e Eduardo, com quem pude trabalhar e aprender durante esse processo e finalmente a todos os grandes amigos e colegas os quais pude conhecer nesta ilustre fase que o mestrado me proporcionou.

EPÍGRAFE

“Sem esmorecer para não desmerecer”

(Oswaldo Cruz)

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao tamanho original”*

(Albert Einstein)

RESUMO

Diversas espécies de animais estão em constante ameaça de extinção, segundo *Red List*, seja devido a caça predatória, esportiva ou pelo contato com seres humanos, consequência da expansão da atividade humana que causa, direta ou indiretamente, alterações no *habitat* e comportamento dos animais.

A rastreabilidade e coleta de dados destas espécies tornou-se cada vez mais necessária, tanto para estudos comportamentais e possíveis alterações no ecossistema, como para proteção das espécies e consequentemente dos seres humanos, que porventura entrem em contato com estes animais, evitando assim, finais trágicos oriundos destes episódios.

O estudo realizado tem como objetivo verificar a viabilidade do uso de aplicação da tecnologia LoRa® (Low Power Long Range), como sistema de aquisição de dados, comunicação e disponibilidade de informações em tempo real, com o intuito de ser mais uma ferramenta para minimizar os riscos a espécies ameaçadas, bem como, gerar dados para estudos diversos. Sendo assim, foi projetado um dispositivo para realização dos testes conceituais e análises subsequentes de detecção, transmissão, coleta e disposição das informações para tal.

A tecnologia se apresentou promissora e proporcionará um possível avanço tecnológico no segmento, em relação aos sistemas atuais, tanto no monitoramento, quanto na qualidade das informações.

O sistema é voltado para a conservação e proteção da vida selvagem, além disso, pode ser usado para monitorar e prevenir o risco de contato da vida selvagem com seres humanos, fruto da consequente expansão das áreas rurais e urbanas.

Os dados coletados, através dos experimentos executados nesse estudo, demonstraram a viabilidade real da aplicação desta tecnologia ao objetivo proposto. Contudo, serão necessários maiores investimentos para miniaturização do dispositivo e criação de um protótipo para ensaio em condições reais, com acréscimo de outros transdutores biométricos para coleta de maiores dados. Neste caso, também será necessária a concessão de autorizações, dos órgãos competentes e validação segundo normas de compatibilidade eletromagnética.

O estudo culminou em duas publicações que seguem adjuntas a este. Também permitiu vislumbrar uma ampla gama de aplicações benéficas à humanidade e ao meio ambiente, dado o potencial da tecnologia e sua possível aplicação a diversas áreas.

Palavras chaves: LoRa®; IoT; rastreamento; biométricos; vida selvagem, *Red List*.

ABSTRACT

Several species of animals are in constant threat of extinction, according to the Red List, due to predatory hunting, sport or contact with human beings, a consequence of the expansion of human activity that causes, directly or indirectly, changes the habitat and behavior of animals.

The traceability and data collection of these species become increasingly necessary, both for behavioral studies and changes in the ecosystem, as well as for the protection of species and, consequently, of human beings, who may come into contact with these animals, therefore, tragic from them. tests.

The study carried out aims to verify the feasibility of using LoRa® technology (Low Power Long Range), as a system of data capture, communication and availability of information in real time, in order to be another way of using the tool the risks in threatened species, as well as generating data for different studies. Therefore, a device was designed to carry out conceptual tests and subsequent analysis of detection, transmission, collection and availability of information for this purpose.

The technology is promising and offers a possible technological advance in the segment, in relation to the current systems, both in monitoring and presentation.

The system is aimed at the conservation and protection of wildlife, in addition, it can be used to monitor and prevent the risk of wildlife contact with humans, as a result of the consequent expansion of rural and urban areas.

The data collected, through experiments carried out in this study, demonstrated the real feasibility of applying this technology to the proposed objective. However, greater investments will be needed to miniaturize the device and create a model for testing in real conditions, with the addition of other biometric transducers for larger data collection. In this case, it will also be necessary to grant authorizations, the competent bodies and validation according to electromagnetic compatibility standards.

The study culminated in two publications that follow these guidelines. It was also allowed to view a wide range of applications beneficial to humanity and the environment, given the potential of technology and its possible application in several areas.

Keywords: LoRa®; IoT; tracking; biometric; wildlife, Red List.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Aumento do número de espécies avaliadas para a Lista Vermelha	16
Figura 2	– Comunicado de aprovação de cadastro no Red List	18
Figura 3	– Imagem do módulo receptor USB	24
Figura 4	– Imagem do primeiro protótipo transmissor	26
Figura 5a	– Primeiro ensaio imagem em 2D coletada através do Google Maps	27
Figura 5b	– Primeiro ensaio imagem em satélite coletada pelo MyMaps	27
Figura 6a	– Imagem 2D de ensaio executado no parque Barigui (publicado em artigo)	28
Figura 6b	– Imagem de Satélite Google Maps, de ensaio executado no parque Barigui (publicado em artigo)	29
Figura 7	– Teste do dispositivo com transmissão autônoma	30
Figura 8	– Circuito eletrônico do dispositivo final	31
Figura 9	– PCI protótipo final, após maturação do projeto	31
Figura 10	– Trajeto executado com o dispositivo final - Parque Tanguá - Google Maps	34
Figura 11	- Comparativo trecho trajeto LoRa versus monitorado Google Earth	35

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BR	Brasil
C	Linguagem de programação
CBEE	Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas
CPU	Central Processing Unit (Unidade Central de Processamento)
ERP	Enterprise Resource Planning (Sistema Integrado de Gestão Empresarial)
GPRS	General Packet Radio Services (Serviços Gerais de Pacote por Rádio)
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IEC	International Electrotechnical Commission (Organização Internacional de padronização de Tecnologias Elétricas, Eletrônicas)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos)
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
IUCN	International Union for Conservation of Nature (União Internacional para Conservação da Natureza)
LoRa	Tecnologia Low Power Long Range
M2M	Machine-to-Machine (Máquina a Máquina)
MU	Modelo de utilidade
NBR	Denominação para a Norma Brasileira
P2P	Peer to peer (Ponto-a-Ponto)
PCT	Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes
PPP	Point to Point protocol (Protocolo Ponto a Ponto)
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
PCB	Printed Circuit Board (Placa de Circuito Impresso)
USB	Universal Serial Bus (Porta Universal)
PI	Patente de Invenção
PIC	Modelo de Microcontrolador fabricado pela Microchip
RED LIST	Lista Vermelha
S	South (Sul)

UHF	Ultra High Frequency (Frequência Ultraelevada)
VHF	Very High Frequency (Frequência Muito Alta)
W	West (Oeste)
Wi-Fi	Wireless Fidelity (Fidelidade sem fio)
WWF	World Wildlife Fund (Fundação Mundial para a Natureza)
WWL	World Wildlife (Vida Selvagem do Mundo)

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado	Unidade
MHz	Frequência	Hertz (Hz)
km	Quilômetro	metro (m)
kbps	Quilobit por segundo	bit/seg (b)
Rx	Recepção de dados	bit/seg (b)
Tx	Transmissão de dados	bit/seg (b)
W	Unidade de potência	Watts (W)
dB	Unidade logarítmica muito usada em telecomunicações	
bit	Menor unidade de informação armazenada ou transmitida	
s	Unidade de tempo	Segundo(s)
USB	Universal Serial Bus (Porta Universal)	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.2. ESTADO DA ARTE	18
1.3. ESTADO DA TÉCNICA	20
2. OBJETIVO	22
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
3. METODOLOGIA	23
3.1 MONTAGEM	23
3.2 MONTAGEM DO PROTÓTIPO FINAL	33
4. RESULTADOS	35
5. CONCLUSÕES	39
6. CONTINUIDADE DA PESQUISA	40
7. PUBLICAÇÕES	41
7.1. TRABALHOS COMPLETOS EM ANAIS DE EVENTOS DA ÁREA	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICES	46
APÊNDICE A – TABELA 1 – TESTE PARQUE TANGUÁ	46
APÊNDICE B – TABELA 2 – TESTE DA FIGURA 7	51
APÊNDICE C - DESCRITIVO DE PATENTE (PI).	52
APÊNDICE D - PUBLICAÇÃO INTERNACIONAL	71
APÊNDICE E - PUBLICAÇÃO EM ANAIS	79
ANEXO 1 - PAINEL FLEXÍVEL	84
ANEXO 2 – DURACELL MN1300 TIPO D	86
ANEXO 3 – CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO ANATEL DO MÓDULO RN2903	88

1. INTRODUÇÃO

O risco de extinção de diversas espécies de animais, atualmente vem preocupando os pesquisadores e entidades de proteção ambiental, pelo crescimento descontrolado de áreas urbanas e rurais, que cada vez mais causam impactos de grande relevância no ecossistema, podendo ocasionar danos irreversíveis a vida selvagem, como também pela caça predatória ou esportiva que vem causando redução significativa de diversas espécies, expondo-as a risco de extinção.

Outro fator relevante é o contato acidental da civilização com a vida selvagem, um exemplo são os diversos atropelamentos de animais em rodovias ocasionados acidentalmente, ou até mesmo propositalmente, por mera diversão. Um agravante é o contato acidental entre espécies, que cada vez se torna mais comum, devido a invasão de animais em áreas urbanas, na busca por alimento pela redução de seu *habitat*.

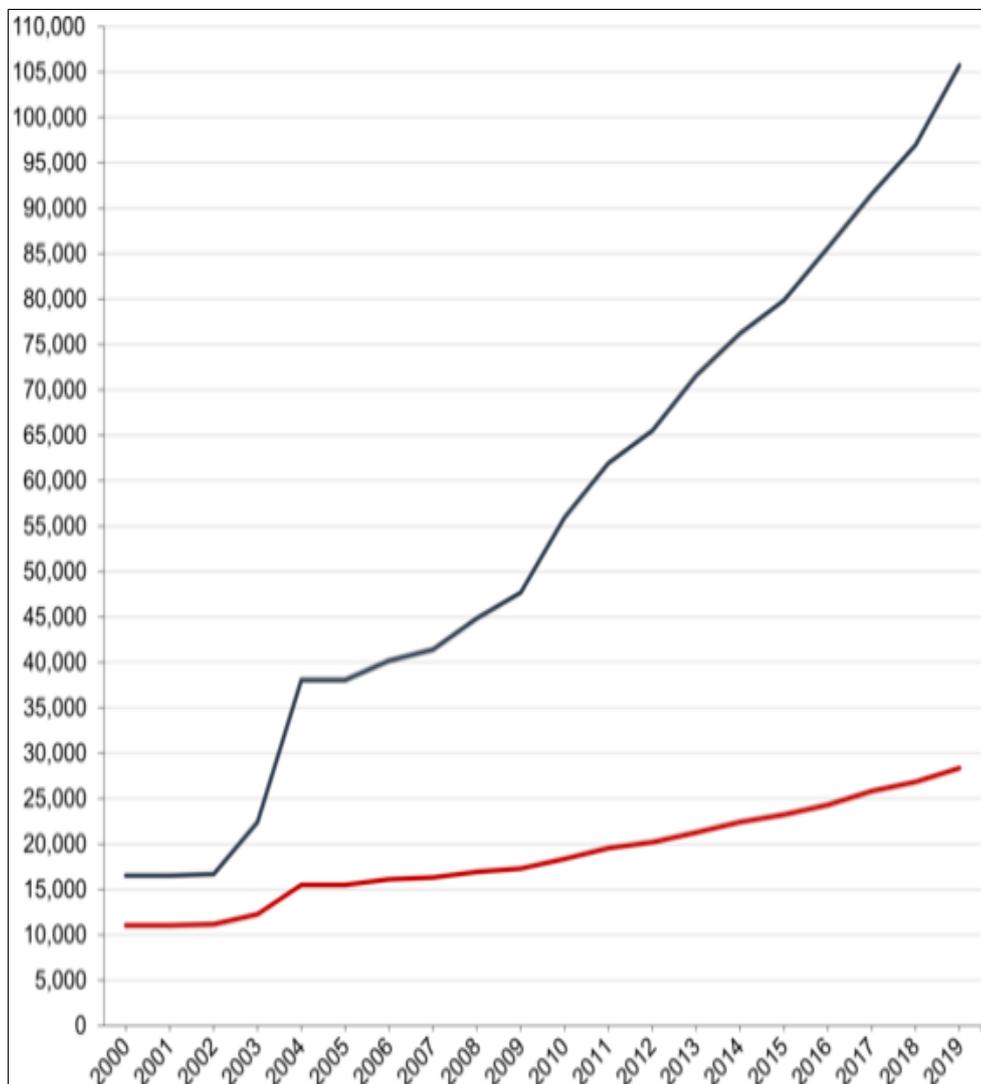
As migrações sazonais também podem levar os animais a terem contato direto com os seres humanos, este contato geralmente culmina em eventos trágicos, tanto para os seres humanos, quanto para os animais, que muitas vezes acabam sendo mortos pela comunidade ou por autoridades locais, que não estão preparadas para lidar com a situação e tomam ação extrema. Outro evento recorrente ocorre, por exemplo, em áreas rurais, principalmente na pecuária, onde o animal encontra caça abundante e se torna um alvo fácil para os criadores de gado, que o consideram uma ameaça e não se preocupam com o impacto de seu negócio no *habitat* e suas consequências (CBEE, 2019).

Rastrear estes animais tornou-se algo relevante, o que antes, era tido como uma simples análise comportamental, transformou-se em algo de considerável importância, tanto como critério de salvação e proteção de espécies ameaçadas, como, de comunidades que vivem em ambientes próximos das áreas de conservação e sendo assim, constantemente se expõem ao iminente risco de contato com um animal selvagem (MELO, 2004).

1.1. PROBLEMATIZAÇÃO

A ausência de monitoramento e controle de animais os expõem a diversos riscos, principalmente as espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2019) e espécies símbolo, que estão a mercê de fatores como a caça predatória, esportiva e ao contato dos animais com os seres humanos devido à expansão territorial.

Figura 1 - Aumento do número de espécies avaliadas (em azul escuro) para a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas (em vermelho) da IUCNTM (2000–2019 (versão 2019-2)).



Fonte: IUCNTM (2019)

Atualmente existem vários fatores que expõem os animais a riscos fatais, colocando diversas espécies no triste cenário de risco de extinção, tais espécies estão classificadas na Red List (IUCN Red List version 2017-3). Os riscos se apresentam como caça predatória, esportiva ou exploratória, como exemplificado pela WWF – World Wildlife Fund (Fundo Mundial da Natureza).

Além disso, há o avanço de áreas agrícolas que expõem as espécies nativas a risco, gerando impacto em seu ecossistema (Plano de Manejo da Floresta Nacional do Purus). Os animais também correm risco de atropelamento, devido à ausência de pesquisas sobre o seu ecossistema e a fatores migratórios, assim, o simples contato com os seres humanos ocasiona diversos incidentes que culminam na maioria dos casos na morte do animal (IBAMA, 2009).

Hoje em dia existem várias entidades que incentivam e até mesmo financiam o desenvolvimento tecnológico para fins de proteção a espécies ameaçadas dentre estas estão a WWF – World Wildlife Fund (www.worldwildlife.org) e Species Conservation Fund (www.speciesconservation.org) juntamente com outros organismos que atuam no mesmo seguimento.

A Lista Vermelha (Red List) de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza foi instituída em 1964 e evoluiu para se tornar a fonte de informações mais abrangente do mundo, no que tange a conservação e proteção global de espécies ameaçadas. Para o estudo foi necessário o cadastro do pesquisador e aprovação do organismo internacional para acesso as informações e dados referente as espécies.

A figura 2 ilustra o termo de aceite e aprovação, com fornecimento de senha, para acesso aos dados restritos. A senha não pôde ser revelada, devido ao critério de segurança estabelecido pela entidade para proteção das espécies catalogadas e monitoradas, pois, tais informações detalhadas podem expor os animais ao risco, caso venham a público (ISSN, 2307-8235).

foram SX1272 e SX1276 (Semtech, 2019) fabricados pela Semtech Corporation, utilizados nos módulos de desenvolvimento RN2483 e RN2903 (Microchip, 2019), e como sua designação já esclarece, podem transmitir longas distâncias com baixo consumo de energia.

Para captura de dados a serem transmitidos foi utilizado um módulo GPS acoplado ao protótipo, este forneceu o geo posicionamento que foi usado como referência conceitual, contudo, poderá ser utilizado qualquer transdutor que se faça necessário como, sensor de temperatura, umidade, pressão, movimento entre outros.

A possibilidade da coleta de dados e disponibilização de informações em tempo real ou “quasi-real”, como informações, tais como, sinais biométricos, geolocalização, ambientais, climáticos, fotográficos, entre outros, resultará em um salto de inovação tecnológica e na gestão da informação. (Red List, 2019)

A tecnologia tema do estudo, quando aplicada na rastreabilidade de animais, proporcionará diversos benefícios, principalmente para espécies ameaçadas, sendo estes, por exemplo, o histórico do comportamento, deslocamento diário, padrões migratórios, de alimentação, impactos externos no *habitat*, que podem ser mensurados e analisados com maior profundidade, podendo assim, proporcionar dados valiosos aos pesquisadores, informações sobre *stress* ou alterações bruscas de comportamento, até mesmo, avisos de parada cardiovascular, quando acoplado a sensores biomédicos, estes poderão indicar uma possível caça predatória, estas informações poderão ser cruciais para proteger espécies ameaçadas, possibilitando uma ação rápida e direta por parte de entidades de proteção e organismos de controle, colaborando para a coação e inibição da prática (THORSTENSEN, 2003).

Outra aplicação de grande relevância é a “barreira virtual”, que poderá informar quando um animal se aproximar de ambientes urbanos, aproximação esta que expõe tanto seres humanos, quanto animais a riscos inerentes ao contato direto. A pesquisa proporcionou grande avanço no estado da técnica, devido aos diversos benefícios, os quais o sistema poderá aplicar, principalmente na preservação da vida, ou em uma outra gama de atividades nas quais ele poderá ser empreendido. (NOWELL et al., 1996)

O dispositivo apresentado, quando aplicado nos moldes descritos no apêndice C, proporcionará um considerável passo ao estado em questão.

1.3. ESTADO DA TÉCNICA¹

A conectividade é uma realidade cada vez mais presente no cotidiano da sociedade, sendo que, através dela é possível a integração e interação de um indivíduo a diversas tecnologias que atualmente se fazem presentes nas residências, no trabalho, nos veículos e até mesmo no bolso das pessoas, possibilitando o acesso imediato a informação, abrindo deste modo, uma vasta gama de possibilidades.

Os avanços tecnológicos no segmento de IoT (Internet das coisas) possibilitam uma nova tendência que está em constante crescimento, que é a comunicação M2M (Machine to Machine), a qual possibilita a coleta e transmissão de dados automaticamente sem a necessidade de solicitação ou intervenção humana.

Novos avanços de sistemas de transmissão, que não necessitam de potência para sua transmissão, e se apresentam cada vez menores, em seu tamanho, viabilizam a utilização em animais para a coleta de sinais biométricos, bem como, geolocalização, dentre outros, abrindo um novo horizonte em relação às pesquisas de comportamento, bem como, a segurança dos animais quanto a caça predatória.

Logo, são encontrados no estado da técnica dispositivos que realizam processos de coleta e transmissão de dados, as técnicas utilizadas são:

1. No dispositivo PI 0401067-1, depositado em 05/02/2004, é descrito como rastreador que coleta informações, sendo que a transmissão se dá única e exclusivamente através de comunicação *bluetooth*. Tal sistema é definido por transmissões de alcance máximo de 20 metros, sendo que tal transmissor deve obrigatoriamente ter pareamento com

¹ Termo determinado segundo Lei 9627/96 art; XI

seu receptor, que coleta os referidos dados e os armazena em uma memória para consultas futuras. (Não apresenta estado da técnica).

2. O dispositivo BR 102014019083-0, depositado em 01/08/2014, se apresenta como dispositivo de coleta, rastreamento e transmissão de dados, que são recebidos através de um bastão receptor, onde este não descreve como e qual tecnologia e frequência estão sendo utilizadas para tal funcionamento. Após a leitura recebida pelo “bastão” os referidos dados são transmitidos para celular e outros aparelhos por WI-FI ou USB, para respectiva consulta. (Não apresenta estado da técnica)
3. O depósito BR 102014011834-9, datado de 16/05/2014, se apresenta como dispositivo de coleta, rastreamento e transmissão de dados, através de tecnologia Wi-Fi ou 3G que podem ser rastreadas por celulares ou dispositivos compatíveis.

O depositante apresenta no estado da técnica:

“Os rastreadores atuais, como por exemplo, os registrados sob o n° PI0202041-6, MU 9100830-1, PI 1100527-0 (específicos para operarem em veículos) e os de n° PI1004633-0 e MU8803207-8, além de não possuírem conexão WiFi, utilizam no máximo a tecnologia GPRS, que realiza a transmissão de dados (upload) a uma velocidade de até 40 kbp/s, enquanto o presente, com tecnologia 3G ou superior e DGPRS transmite dados a velocidade superiores a 84 kbp/s, significando monitoramento em tempo real”.

4. O depósito PI 0308596-1, datado de 21/03/2003, se apresenta como dispositivo de coleta, rastreamento e transmissão de dados, através de tecnologia GSM, GPRS, UMTS ou mesmo WLAN, e nas reivindicações como “equipamento de comunicação por rádio, caracterizado pelo fato de que o equipamento de comunicação por rádio inclui pelo menos um primeiro transceptor (3) que opera em uma rede de comunicação por rádio pública, e um segundo transceptor (4) que opera em um sistema de rádio de curta distância”.

O sistema proposto, objeto deste estudo, resolve o estado da técnica, pois, é caracterizado como um sistema que transcende o propósito das reivindicações citadas e pode transmitir diversos dados coletados através de tecnologia totalmente inovadora que até então não solucionada pelo estado da técnica. O sistema desenvolvido fazendo uso da tecnologia (*Low Power Long Range*), que além de transmitir a longas distâncias, 20 km ou mais, também tem a característica de baixíssimo consumo, o que possibilita as aplicações propostas sem a necessidade de troca de bateria ou a recuperação do dispositivo para que este mantenha sua usabilidade, o que possibilitará a reinvidicação de PI aplicada, devido aos seus benefícios e possibilidades supracitados, os quais se encontram em apêndice no descritivo da PI que se encontra em PCT (INPI, 2019) a ser publicada, em anexo.

Além desta unidade, uma outra (*Gateway*) possibilitará o uso a distâncias superiores as apresentadas, como também que o sistema não somente receberá as informações como transmitirá ao dispositivo de coleta (*feedback*) , podendo assim proporcionar a possibilidade de reprogramação das funções deste, como ainda, através de *software* ERP- *Enterprise Resource Planning*, a disponibilização destas informações em “tempo real”, proporcionando, por exemplo, aos gestores, pesquisadores, entre outros que fizerem uso do sistema, a análise imediata ou posterior das informações disponibilizadas, permitindo dessa forma, decisões e ações mais assertivas e imediatas, quando necessárias ou pesquisas e estudos futuros através do registro histórico das mesmas que estarão dispostas na nuvem.

Dessa forma, o sistema de coleta automática de informações se tornará uma ferramenta poderosa para o monitoramento, controle e melhoria de processos na proteção e educação continuada em relação a rastreabilidade dos animais, possibilitando, conseqüentemente, a redução de riscos para o animal e para os seres humanos de diversas formas. Adicionalmente fornecerá dados para ampliar o conhecimento sobre o comportamento e as rotinas dos animais monitorados, assim como detectará variações em seu *habitat*.

2. OBJETIVO

Verificar se o protótipo do dispositivo desenvolvido atende as características esperadas, no que tange a coleta de dados e transmissão destes em longo alcance e consumo de energia com o advento da tecnologia LoRa®.

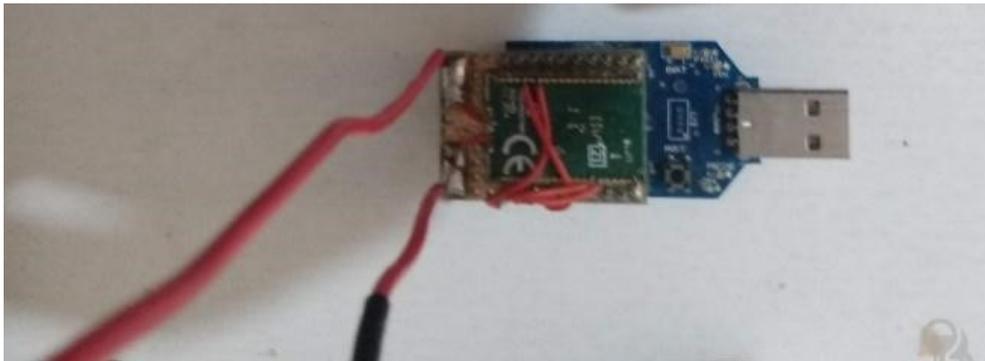
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificação do conceito pré-estabelecido no Objetivo Geral, através da medição do consumo de energia da tecnologia aplicada no desenvolvimento do dispositivo;
- Validação do protótipo, no que tange a efetividade da transmissão e recebimento das informações em tempo real;
- Validação do protótipo, no que tange a acuracidade do dispositivo, usando como referência comparativa dispositivo comercial de geolocalização;
- Analisar a viabilidade técnica da aplicação do conceito abordado em relação ao objetivo proposto.

3. METODOLOGIA

Para o estudo foi desenvolvida uma aplicação do sistema LoRa® sem a utilização de receptor *Gateway*, optou-se pela adaptação de um segundo módulo transmissor para atuar como transceptor simulando um *Gateway*, onde este foi acoplado a uma entrada USB de um computador (figura 3), que recebia os dados coletados, enviados pelo dispositivo móvel (figura 4), sendo assim, o sistema funcionou em modo PPP, somente para os ensaios conceituais de viabilidade, contudo, o sistema foi idealizado para atuar também em rede *mash*, para expandir a possibilidade de comunicação e abrangência do sistema. Contudo o método usado foi suficiente para a validação do conceito.

Figura 3 - Módulo receptor USB



Fonte: GOMES.F (2017, p.)

O desenvolvimento seguiu protocolos em estágios de validação conceitual, a fim de minimizar custos e obter maior assertividade na prototipagem final. Os estágios se dividiram em três etapas, sendo estas:

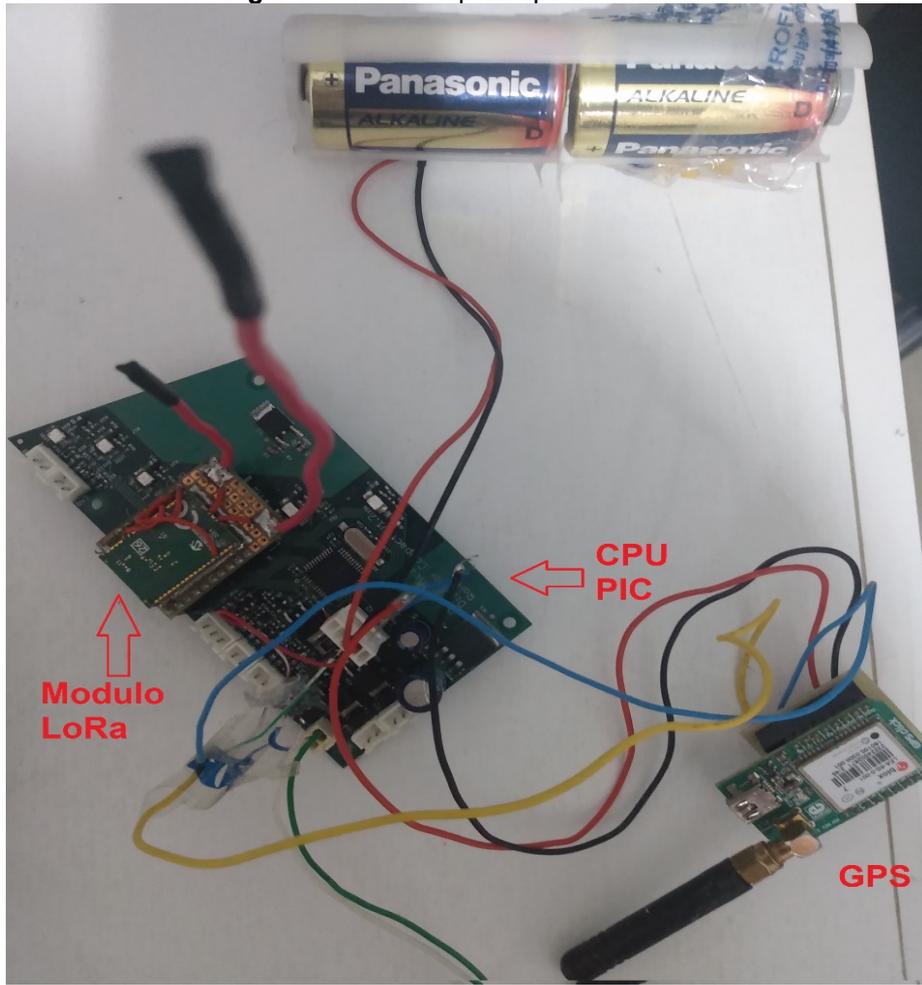
3.1 MONTAGEM

A montagem inicial para testes primários conceituais teve início em 10/2016, e foi executada utilizando diversas placas e componentes em poder de uso, utilizados em projetos anteriores, sendo adquiridos somente os itens complementares a montagem, sendo assim, fez-se necessária a adaptação para aplicação, para tal foi utilizada a técnica conhecida pelo jargão da eletrônica como “montagem tipo aranha” ou “*dead bug*”, (W. Araújo, 2014).

Com atuador manual, “este método, mesmo não possuindo aparência sofisticada, pois é uma forma prática e de custo reduzido, muito comum em prévias conceituais e extremamente eficaz ao se testar a possível viabilidade de uma ideia, antes de se dispender investimentos”. A CPU usada como placa base, foi preparada, para receber os módulos de transmissão e recepção, sendo estes, um módulo LoRa® Microship e um módulo GPS, assim como uma placa com atuadores *push botton*, que foram acoplados para o ensaio inicial.

O software foi escrito em linguagem “C”, e microcontrolador base foi o PIC18LF45k22, (Microship, 2016). Na figura 4 é possível visualizar uma imagem desta montagem e na figura 5a e 5b os resultados obtidos no primeiro ensaio.

Figura 4 - Primeiro protótipo transmissor



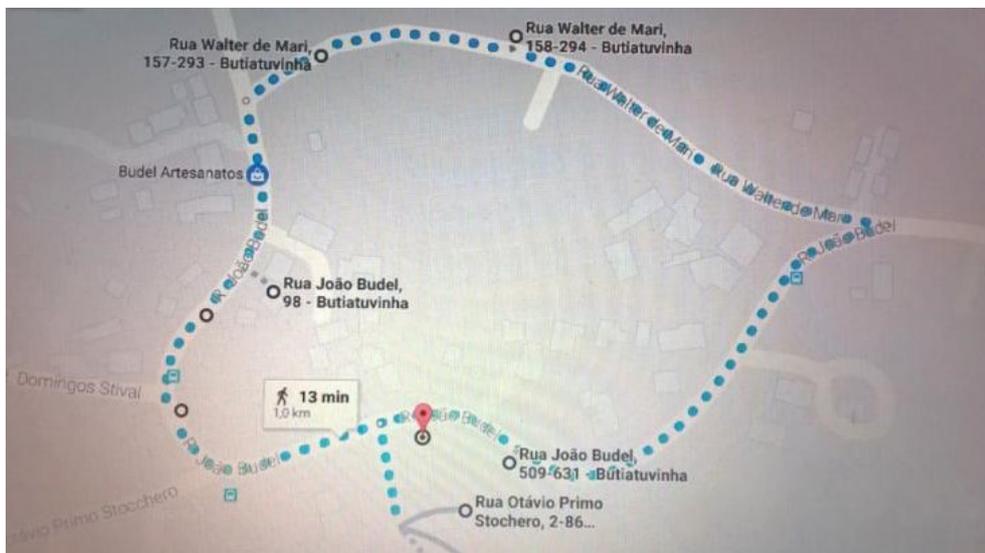
Fonte: GOMES (2017, p.)

Figura 5ª - Teste inicial realizado em 04/02/2017 e evidenciado dia 09/02 após compilação dos dados, este foi realizado em área afastada dos centros urbanos, em meio a grande ambiente arborizado.



Fonte: Foto de satélite, em uma perspectiva não ortogonal, em Curitiba, licença do Google Earth. O software usado para a integração desses dados foi o software TrackMaker versão 13.9.

Figura 5b - Perspectiva do trajeto realizado no teste inicial



Fonte: Google maps. Resultado da perspectiva do trajeto conforme dados inseridos no sistema.

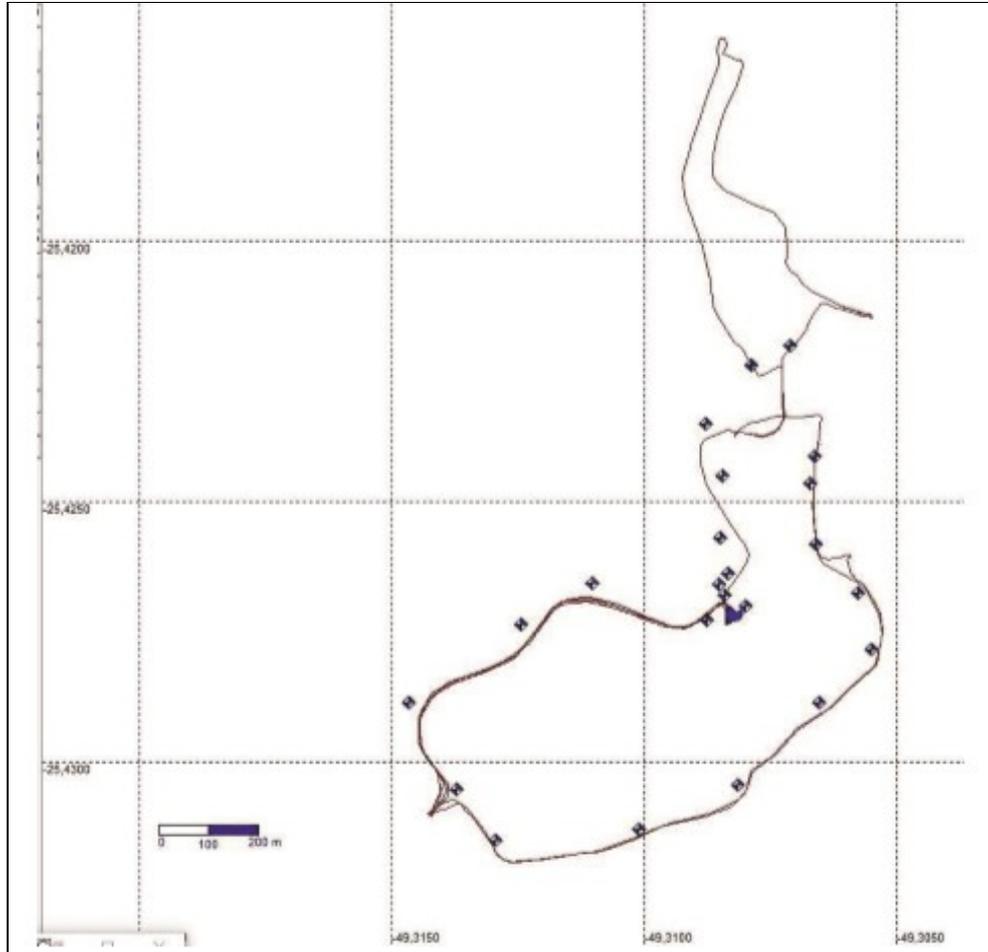
Para o segundo ensaio foi realizado um teste comparativo com aparelho GPS profissional no parque Barigui, onde foi possível a coleta de maiores informações. Com base neste ensaio foi publicado um artigo no *The Europeaia Test and Telemetry Conference – ettc2018* em Nurenberg, os resultados do ensaio podem ser observados nas figuras 6a e 6b (K. GRANDE et al).

Figura. 6^a - Os círculos com um ponto central mostram as posições recebidas com sucesso.



Fonte: Foto de satélite do parque Barigui em Curitiba/PR, licença do Google Earth. O software utilizado para integração desses dados foi o software TrackMaker versão 13.9.

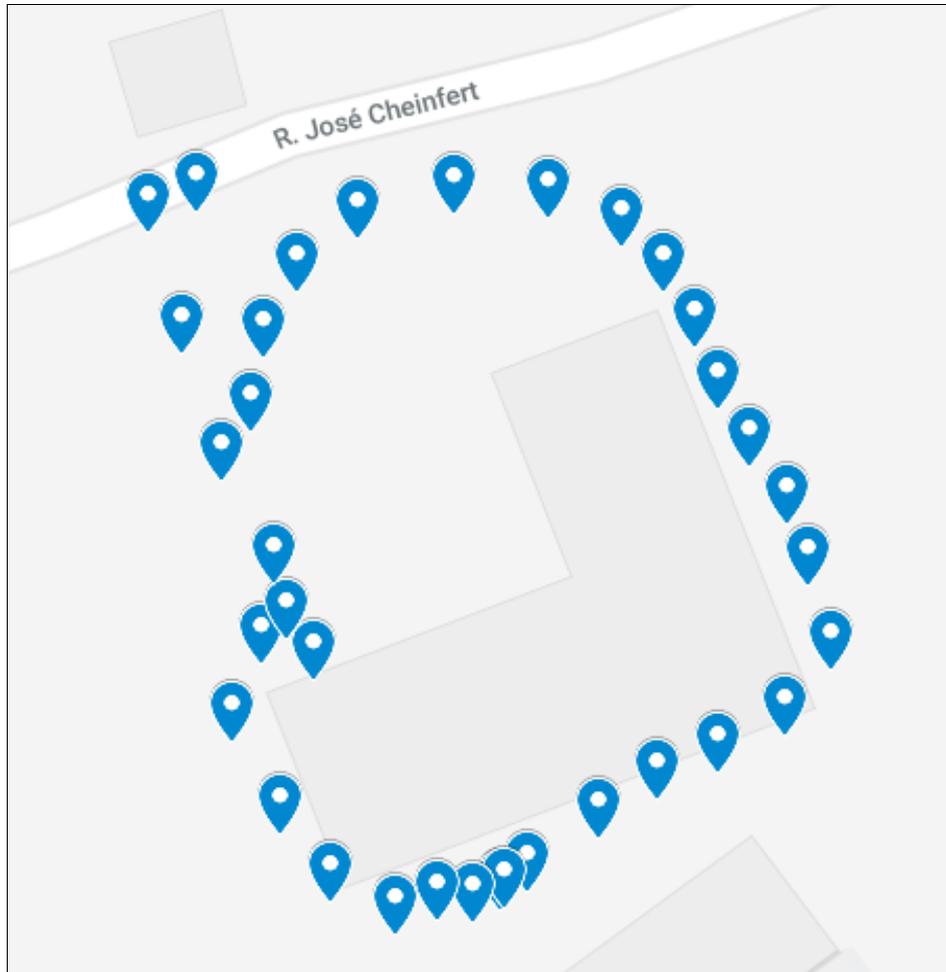
Figura 6b. A linha contínua representa o caminho marcado pelo dispositivo de referência GPS E-trex. Os diamantes mostram as posições recebidas com sucesso. Ponto de vista ortogonal Teste funcional automático



Fonte: - Imagem do software TrackMaker

Com o dispositivo funcionando comprovadamente, de forma técnica, houve a atualização do programa que então começou a trabalhar de forma autônoma, coletando e transferindo os dados em períodos pré-estabelecidos, não necessitando mais da intervenção de um acionamento. Na figura 7 é possível observar um ensaio executado para validação da automação.

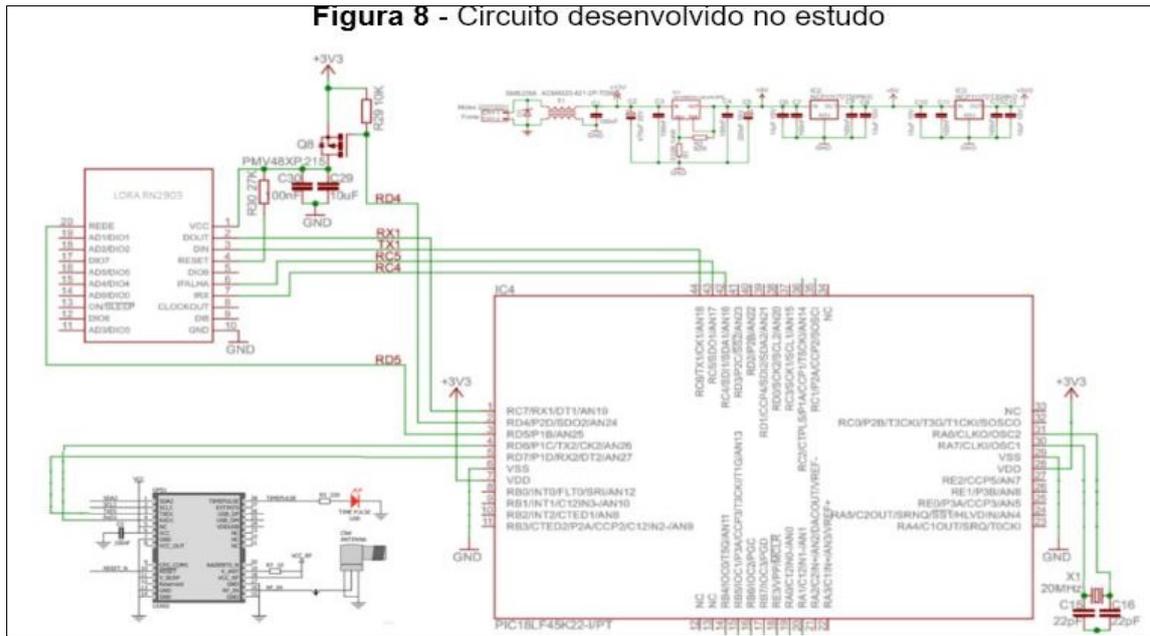
Figura 7 - Teste do dispositivo com transmissão autônoma a cada 10 segundos



Fonte: Google maps. Resultado da perspectiva do trajeto conforme dados inseridos no sistema.

3.2 MONTAGEM DO PROTÓTIPO FINAL

Com base nos ensaios anteriores pode-se estabelecer a alimentação, antenas, potência e dimensões. Desta forma, foi desenvolvido o circuito esquemático e modelamento, com o refinamento do software, que a partir deste momento não era somente autônomo, mas também possibilitava a reprogramação a distância, caso necessário. O esquema pode ser visto na figura 8 e a placa PCI na figura 9.



Fonte: Desenvolvido através do Software Proteus

Figura 9 - Transmissor desenvolvido a partir do componente LoRa® acoplado a um módulo GPS satélite.



Fonte: GOMES (2019, p.)

Para a montagem final fez-se necessário o apoio da Semtech, fabricante do componente LoRa, que disponibilizou material técnico bem como uma análise técnica e recomendações, pela equipe de suporte da companhia, que avaliou o projeto como viável. Não foram seguidos os protocolos de comunicação normativos IEEE (802.15.4, 802.11, 802.15.1), pois o IEEE ainda não regulamenta o LoRa®, visto que existe um padrão próprio criado pelo próprio LoRa, “LoRa Alliance®”.

Dentre os dois modelos de módulo Microship desenvolvidos com a tecnologia LoRa®, foram testados os modelos “RN2483 que atua em 868 MHz

Frequency Bands” padrão Europeu (*TX Power: Adjustable up to +14 dBm high Efficiency*) e “RN2903 915 MHz Frequency Band” padrão americano (*TX Power: Adjustable up to +18.5 dBm High Efficiency*). A ANATEL² optou em adotar a banda americana como padrão da tecnologia, que recebeu a homologação, em 08/03/2019, contudo o padrão europeu se mostrou relativamente mais eficiente nos testes, pois foram obtidos melhores resultados, devido a sua frequência ser mais baixa e ter relativamente o mesmo alcance com uma potência menor (2,5km com o americano e 2,3km com o europeu), um resultado considerável em relação a não utilização de um *Gateway* comercial, e sim um módulo adaptado.

Em relação a legislação aplicável do uso e ensaios da tecnologia desenvolvida observa-se que; o modulo RN2483 que atua na frequência de 868 MHz foi utilizado nos ensaios conceituais do início dos experimentos que se deram entre 18/10/2016 a 29/06/2017, onde os ensaios estavam em plena conformidade aos parâmetros permitidos na Resolução nº 506, de 1º de julho de 2008³.

Além dos protocolos pré-estabelecidos, o circuito também foi concebido para que seja submetido aos ensaios de compatibilidade eletromagnética NBR IEC 60601-1-2 ou NBR IEC 61326, sendo que, a necessidade desta submissão se deve a aplicação proposta (contato com seres vivos). O dispositivo não possui similaridade, deste modo, os organismos certificadores podem solicitar ensaios de tipo para aprovação de uso comercial.

O ensaio prático, executado após alterações de hardware e software, pode ser observado na figura 10, sendo que, referido ensaio foi realizado no parque Tanguá e possibilitou validar inclusive a reprogramação remota, já que no teste anterior o dispositivo estava programado para transmitir a cada 30 segundos e foi reprogramado, neste teste, para executar a função a cada 10 segundos. Deste modo, se pode registrar uma captura de dados da ordem de mais de 350 pontos de coordenadas, as quais puderam ser inseridas no GOOGLE MAPS, gerando a rota do percurso executado, o que possibilitou uma redução da incerteza para ordem de ± 1 metro a 3 metros segundo especificações (u-blox, LEA-6S) módulo

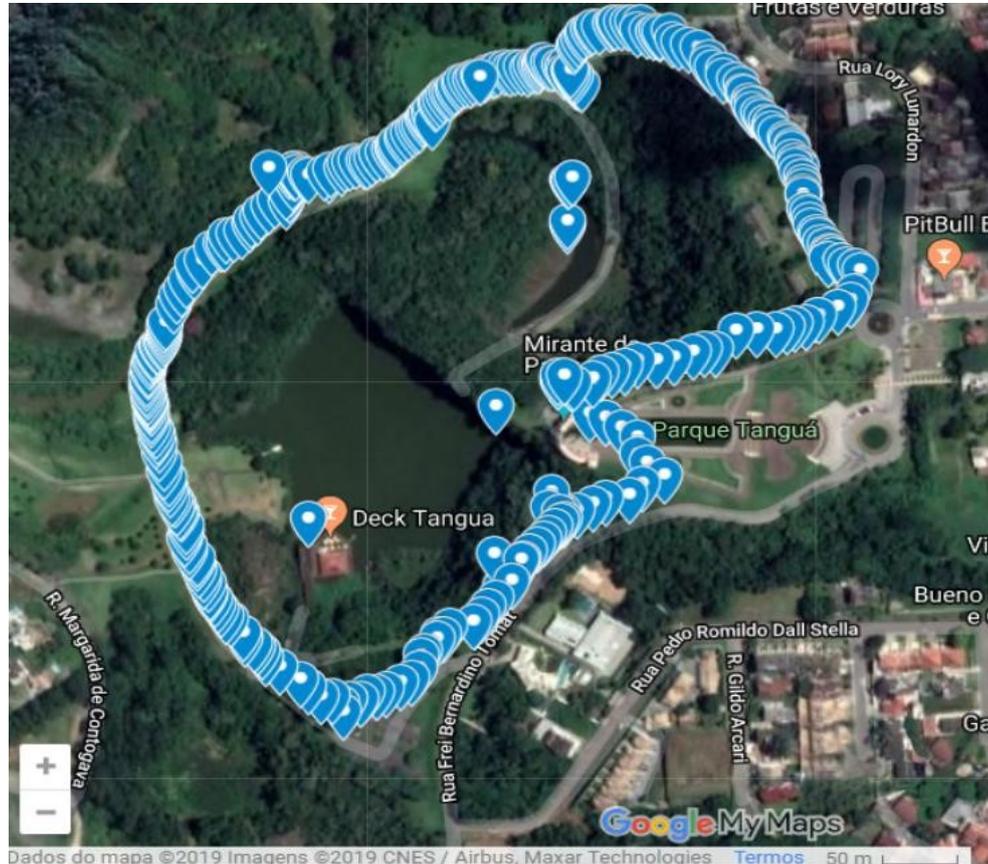
² Certificado – anexo 3

³ artigo publicado no RFID Journal em 14/04/2013 por Renata Rampim de Freitas Dias

GPS, que em comparação aos ensaios anteriores, que estavam na ordem de 8 metros a 15 metros. Essa exatidão foi obtida apenas ajustando o software para que considerasse mais uma casa decimal em segundos, dada pelo GPS, o que foi possível considerando 4bits a mais na transmissão das coordenadas, como no exemplo a seguir: (25.5078S,49.2900W antes / 25.3789**2**S,49.2834**6**W depois).

Os resultados comparativos da redução da incerteza da Geolocalização auferida pode ser evidenciado com o advento das alterações e apresentado na figura 11, onde temos o resultado do ensaio do dispositivo em comparação as medições coletadas por compartilhamento do my maps, após inseridos os dados no google Earth pode-se executar a medida de distância entre ambas em um seguimento do ensaio e o desvio médio aproximado da ordem de 3,47m, resultado próximo aos dados esperados.

Figura 10 - Teste executado no parque Tanguá em Curitiba/PR, o dispositivo já transmitia automaticamente os dados, sendo programado para que transmitisse sua geolocalização a cada 10 segundos.



Fonte: Google Maps, Parque Tanguá, Curitiba PR. Dados do trajeto inseridos no sistema

Os ensaios finais resultaram em uma publicação de artigo no XII Simpósio De Engenharia Biomédica - IX Simpósio De Instrumentação e Imagens Médicas (ISSN: 2358-3568), (GOMES, 2019).

Figura 11 – Comparativo de trajeto real monitorado



Fonte: Google Earth, Parque Tanguá, Curitiba PR. Dados comparativos do trajeto

4. RESULTADOS

Através dos dados coletados é possível determinar diversos parâmetros, tais como, consumo de energia, sendo que no estado *cold*, o dispositivo com o módulo com chip padrão americano RN2903 em transmissão a 18dBm necessita de um pico de corrente que pode chegar a 180 mA para conexão, que se dá em 20 a 30 segundos e transmissão TX, após, entra em RX e seu consumo cai para 42 mA. Em stand by o dispositivo não consome mais que 100 nA.

O padrão europeu RN2483 transmite a 14 dBm, contudo seu pico máximo, somado aos demais componentes do circuito não ultrapassou 68 mA em TX e 22 mA em RX. Em stand by o dispositivo não consome mais que 70 nA. O que comprova a viabilidade de seu uso como rastreador, quanto a longevidade da fonte de energia. Para a alimentação do dispositivo foram utilizadas 2 (duas) pilhas tipo D (Duracell-MN1300) que forneceram 3,16V, que foi medido no momento do ensaio.

Considerando o modelo de maior consumo, segundo parâmetros da bateria em anexo que mostra uma descarga total a 1000mA em 8h esta durara com o dispositivo em hibernação aproximadamente 80.000.000h ou aproximadamente 3.300 dias nas condições que o ensaio foi executado temos 1 conexão e transmissão continua a cada 10s teríamos, considerando 180 mA de start e a cada dez segundos pico deste de 100ms mais 75mW do intervalo entre transmissões onde sobre os dados fornecidos pelo fabricante da bateria o dispositivo funcionaria por aproximadamente 231h ou 9,6 dias.

O aparelho também se apresenta como dispositivo inovador compacto e leve, o que reforça sua aplicação em comparação as tecnologias atuais, que trabalham em UHF ou VHF e transmitem a curto alcance, com baterias extremamente pesadas e de curta vida útil ou em relação aos aparelhos que coletam as informações, porém não as transmitem, fazendo-se necessária a recuperação do dispositivo para ter acesso aos dados coletados, o que limita muito sua aplicação.

O dispositivo desenvolvido e analisado pelo estudo em questão pode transmitir a distâncias e períodos muito maiores, em configuração de uso com *Gateway* como receptor, a possibilidade de reprogramação também o torna extremamente versátil, pois, pode ser personalizado para cada espécie ou ocasião, o operador pode solicitar que o dispositivo funcione da forma desejada podendo ser capaz de assumir a função “*real-time*” e não somente “quasi-real”, pois, após a conexão, o aparelho pode receber comando para transmissão contínua, onde a informação é transmitida ininterruptamente, possibilitando uma busca mais precisa do animal caso necessário. Através dos ensaios pôde se observar que o dispositivo para sair do *status cold* para *hot* (conectado com

satélite GPS e com *Gateway*), leva em torno de 20 a 30 segundos a partir do ponto de hibernação. Contudo, após estabelecida a comunicação, o *delay* se torna desprezível, no ensaio onde o dispositivo transmitiu a cada 10 segundos, o tempo entre essas foi imperceptível, o que pode, devido a aplicação e usabilidade ser considerado “como tempo real”. Em anexo (tabela 2) seguem as coordenadas, juntamente com o tempo que expressa o momento de recebimento da informação, onde pode-se observar que a latência é inferior a 400 ms (quatrocentos milissegundos).

Em relação a acurácia, constatou-se após o ajuste que o dispositivo apresentou excelente exatidão e ótima resposta tanto nas transmissões como em caso de reprogramação remota, no que tange a precisão, em relação aos primeiros ensaios que apresentaram desvio que variava de ± 8 metros a 15 metros, houve melhora após ajuste do software, simplesmente considerando um dígito a mais na transmissão das coordenadas recebidas pelo GPS no transmissor, o que elevou a exatidão, apresentando uma incerteza de ± 3 metros do ponto referência, atendendo assim aos requisitos necessários para a aplicação. O dispositivo permite a coleta e consideração de mais dígitos nos segundos das coordenadas, podendo chegar até 9, o que elevaria a acurácia, baixando o erro teórico para 15 cm, entretanto não se faz necessário, além do utilizado, devido à proposta do estudo, pois elevaria o volume de dados sem maiores benefícios.

Seu desempenho, mesmo em condição de uso P2P com receptor protótipo, obteve excelentes resultados em um raio de 2 km, comprovando sua qualidade de sinal, que poderá ser tranquilamente expandida com o uso do *Gateway*, que se apresenta em estudos com LoRa WAN, onde já superou os 47 km de raio (R. EL CHALL et al.), o que faz da tecnologia uma ferramenta com grande potencial de expansão, quanto ao propósito apresentado, que pode ser visto no descritivo de patente em apêndice.

A qualidade de transmissão foi muito satisfatória e casos de perda ou corrupção de dados, serem minimizados com a inclusão de comando feedback, que ao detectar dados inválidos ou não recebimento destes em tempo pre-estabelecido solicita retransmissão, a qual pode ser feita inclusive por períodos, pois, o dispositivo armazena os últimos 50 eventos podendo ser

ampliado, os quais poderão ser solicitados a serem retransmitidos por pacote caso necessário ou até mesmo por protocolo previsto no programa onde a cada numero de transmissões o sistema envia o pacote completo. Em apêndice é possível a visualização dos dados, coletados no ensaio apresentado na figura 10, convertidos em coordenadas.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados observou-se que, em relação ao consumo de baterias, o dispositivo se apresenta extremamente estável o que possibilita a utilização de baterias recarregáveis ou até mesmo super capacitores que podem ser recarregados com a inserção de um painel solar simples e até mesmo flexível como por exemplo o apresentado no anexo⁴ este seria facilmente incorporado a uma coleira e suficiente para recarregar o dispositivo. Durante a noite o este pode hibernar, sendo ativado caso haja movimentação, que pode ser monitorada com o uso de um acelerômetro, reduzindo assim, o consumo desnecessário de energia e aumentando consideravelmente a opção do uso da tecnologia.

O estudo também apresentou resultados muito satisfatórios em relação a consistência dos dados que possibilitaram através da acurácia destas informações, tanto em critério técnico como em confiabilidade, considerando assim, sua aplicação em todos os requisitos reivindicados na futura PI através da PCT.

Sendo assim considera-se uma tecnologia que deve ser aprimorada e considerada com relevância de inovação no segmento proposto ao seu uso, pois trará diversas benesses.

⁴ Vide anexo 1

6. CONTINUIDADE DA PESQUISA

No que tange a tecnologia exemplificada, há a possibilidade de diversos avanços, conforme investimentos, que estão relacionados a miniaturização do dispositivo e a retirada do módulo GPS, pois, em contato recente com o fabricante, foi apresentado um novo Upgrade onde o próprio chip LoRa triangula sua localização em referência aos *Gateways*, o que reduzirá consideravelmente o tamanho e o consumo que, segundo o fabricante, poderá se limitar a 150 mA de pico máximo em TX para o módulo RN2903, o que deverá ser ensaiado futuramente.

Caso a ANATEL homologue a banda de frequência de 868 MHz, referente ao módulo RN2483, o consumo poderá ficar abaixo de 60 mA, o que aumentará significativamente a longevidade da bateria, tornando o projeto ainda mais atrativo e expandindo sua aplicação a outras áreas.

7. PUBLICAÇÕES

7.1. TRABALHOS COMPLETOS EM ANAIS DE EVENTOS DA ÁREA

F. Hilário Gomes; K. Grande; B. Schneider Jr. **Desenvolvimento de tecnologia de um dispositivo de longo alcance e baixo consumo para rastreabilidade de animais ameaçados**. In: XII Simpósio de Engenharia Biomédica - IX Simpósio de Instrumentação e Imagens Médicas, 2019, Uberlândia. Comunidades: Anais do XII Simpósio de Engenharia Biomédica - IX Simpósio de Instrumentação e Imagens Médicas (ISSN: 2358-3568), 2019.

K. Grande; F. H. G. Fausto; E. Santiago; P. Gewer; V. Dambrat Bergossi; B. Schneider Jr. **LoRa Based Biotelemetry System for Large Land Mammals**. In: Conferência ETTC, 2018, Nurnberg. ETTC - Europeia Test and Telemetry Conference, 2018. p. 101-105.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma: ABNT IEC 60601-1-2; Equipamento Eletromédico. Parte 1-2: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial – **Norma colateral: Compatibilidade eletromagnética – Requisitos e ensaio**. Quarta edição, outubro 2010.

ANATEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 506, Regulamento sobre equipamentos de radiocomunicação de radiação restrita. 01 de julho de 2008. Disponível em: < <https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibmlink.php?numlink=1-2-34-2008-07-01-506>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ARAÚJO, W.C. **Montagem de circuitos eletrônicos**. 2014. Disponível em:< <https://www.ezuim.com/pdf/mce1.pdf>> Acesso em 24 de out de 2019.

BRASIL. LEI Nº 9.279, DE 14 DE MAIO DE 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial, Brasília, DF, mai 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm>. Acesso em: 30 de Dez.de 2019.

CHALL, R.E.; LAHOUD, S.; HELOU, M. LoRaWAN Network: Radio Propagation Models and Performance Evaluation in Various Environments in Lebano. **in IEEE Internet of Things Journal**, v.6, n.2, p. 2366-2378, 2019.

CBEE. **Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas**. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>>. Acesso em 05 de nov. de 2019.

DATASHEET. **U-blox 6 GPS Modules**. Disponível em:< <https://www.google.com/url?q=https://www.datasheetarchive.com/pdf/download.php?>>. Acesso em 24 de out de 2019.

GRANDE, K.C. et al. **LORA Based Biotelemetry System for Large Land Mammals**. In: **Europeia Test and Telemetry Conference**. Nürnberg. Europeia Test and Telemetry Conference. Chapter 5. Time-space position technologies. Berlin: Ama Science, 2018. p. 101-105.

GOMES, F.H. et al. **Desenvolvimento de tecnologia de um dispositivo de longo alcance e baixo consumo para rastreabilidade de animais ameaçados**. Disponível em: <<http://doi.org/10.5281/zenodo.3461081>>. Acesso em 10 de nov. de 2019.

GAMBIM, G. Sergio. **Sistema e dispositivos de comunicação, recepção e transmissão de informações, para controle, rastreamentos e monitoramentos diversos**. Número do registro: PI 0401067-1. Data do depósito: 16 de maio de 2011.

GOLLMANN, Ari. **Rastreador Veicular Com Imagens**. Número do Registro: MU 9100830-1. Classificação IPC B60R 25/33. Data do depósito: 08 de mar. de 2011.

IBAMA. Plano de Manejo da Floresta Nacional do Tapajós. **Diagnóstico e Caracterização**. Volume I. 2009.

IUCN 2019. **Summary Statistics**. 2019. Disponível em <<https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>>. Acesso em 15 de nov. de 2019.

IUCN 2019. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN**. 2019. Página Inicial. Disponível em :<<https://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 10 de nov. de 2019.

ISSN 2307-8235. **Privacidade e segurança**: União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais. 2019. Disponível em:<<https://www.iucnredlist.org/policy/privacy-policy>>. Acesso em 15 de nov. de 2019.

IEEE 802.15.4- 2011; IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4: Low – Rate Wireless Personal Area Networks (LR – WPANs)

IEEE 802.11–2016; IEEE Standard for Information technology-- Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications

IEEE 802.15.1–2005; IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements - Part 15.1a: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Wireless Personal Area Networks (WPAN)

INTERNATIONAL STANDARD IEC 61010-1. **Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use** – Edition 3.0; 2010-06

INTERNATIONAL STANDARD IEC 61326-1. **Electrical equipment for measurement, control and laboratory use** - EMC requirements - Part 1: General requirements. 2012

LEDESMA, Matheus Feijó; **Sistema e método rastreador e monitorador autônomo**. Número do registro: PI 1004633-0. Classificação IPC G01P 13/00. Data do depósito: 18 de out. de 2010.

LoRa™Alliance Wide Area Network for IoT- Semtech LoRa™ Technology. Microchip received ISO/TS-16949:2009 certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona; Gresham, Oregon and design centers in California and India. The Company's quality system processes and procedures are for its PIC® MCUs and dsPIC® DSCs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, nonvolatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001:2000 certified.

MELO, G. H. F. **Rádio colar e coletor de dados para telemetria de animais silvestres**. Brasil. 2004.

MANUALSIIB. **Duracell MN 1300**. 2012. Disponível em: <<https://www.manualslib.com/manual/41201/Duracell-Mn-1300.html>>. Acesso em: 05 de nov de 2019.

MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED, **Microchip's RN2483 Low-Power Long Range LoRa Technology Transceiver module**; All Rights Reserved. ISBN: 978-1-5224-4254-7. Disponível em: <<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/RN2483> >. Acesso em: 05 de nov. de 2019.

MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED. **EXtreme Low-Power Features (XLP) (PIC18(L)F2X/4XK22)**; Printed in the U.S.A., All Rights Reserved. ISBN: 978-1-5224-0907-6. Disponível em: <<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/>>. Acesso em: 05 de nov. de 2019.

MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED, **Microchip's RN2903 Low-Power Long Range LoRa Technology Transceiver module**; All Rights Reserved. ISBN: 978-1-5224-5031-3 Disponível em: <<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/RN2903> >. Acesso em: 05 de nov. de 2019.

MEGALOMATIDIS, Theodoro. **Rastreador gps compacto**. Número do registro: MU 8803207-8. Classificação IPC G08G 1/123. Data do depósito: 12 de maio de 2008.

NOWELL, Kristin and JACKSON, Peter. Compiled and edited; STATUS SURVEY AND CONSERVATION ACTION PLAN WILD CATS. 1996, Published by IUCN, Gland, Switzerland. Disponível em < <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1996-008.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2020.

RED LIST (IUCN Red List version 2017-3: Table 5 Last Updated: 05 December 2017). IUCN 2019. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN**. 2019. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 15 de nov. de 2019.

RFID JOURNAL BRASIL. **Regulamentação do espectro de frequência para o sistema RFID**. 2013. Disponível em: <<https://brasil.rfidjournal.com/artigos/vision?10509/>>. Acesso em 23 de out de 2019.

R. El Chall, S. Lahoud and M. El Helou, **LoRaWAN Network: Radio Propagation Models and Performance Evaluation in Various Environments in Lebano.** in IEEE Internet of Things Journal. Vol. 6, nº 2, p. 2366-2378. 2019.

SEMTECH CORPORATION. **Lora developers.** Disponível em: < <http://lora-developers.semtech.com>> Acesso em 24 de out. de 2019.

SEMTECH CORPORATION. **Products wireless.** Disponível em:< <https://www.semtech.com/products/wireless-rf/lora-transceivers/sx1276>>. Acesso em 24 de out de 2019.

SEMTECH CORPORATION <http://lora-developers.semtech.com>. Acesso em 24 de out. de 2019.

THE MOHAMED BIN ZAYED SPECIES. **Conservation Fund provides financial support to species conservation projects worldwide.** 2013. Disponível em: <<https://www.speciesconservation.org/>>. Acesso em 05 de out. de 2019.

THE WORLD BANK. **Documents & Reports.** 2019. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/611801533801353556%20/P156021-ESCOMP-AFS-2017>>.Acesso em 05 de nov. de 2019.

THORSTENSEN, Bjorn. El al. **Sistema e método para rastrear espécimes.** Número do registro: PI 0308596-1. Classificação IPC A01K 11/00. Data do depósito: 21 de mar. de 2003.

WORLD WILDLIFE FUND, **Protecting Wildlife for a Healthy.** 2019. Disponível em: <<https://www.worldwildlife.org/species/>>. Acesso em 15 de nov. de 2019.

WORLD WILDLIFE FUND. **Projects.** 2019. Disponível em: <<https://www.worldwildlife.org/projects>>. Acesso em 15 de nov. de 2019

YOKOMIZO, Osvaldo. **Rastreador Veicular Via Sistema De Posicionamento Global, Gps e Telefonía Móvel Celular.** Número do registro: PI 0202041-6. Data do depósito: 23 de maio de 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELA 1 – TESTE PARQUE TANGUÁ

Teste Parque Tanguá - Curitiba/PR (Coordenadas)

SUL	OESTE	Hora			
-49,28339	-25,37898	09:32:45	-49,28402	-25,38046	09:38:55
-49,28388	-25,37911	09:32:55	-49,28416	-25,38048	09:39:05
-49,28331	-25,37915	09:33:06	-49,28423	-25,38054	09:39:16
-49,28321	-25,37918	09:33:16	-49,2842	-25,38054	09:39:26
-49,28311	-25,37924	09:33:26	-49,28424	-25,38056	09:39:36
-49,28301	-25,3793	09:33:36	-49,28432	-25,38064	09:39:47
-49,28301	-25,37941	09:33:47	-49,28434	-25,38067	09:39:57
-49,28296	-25,37946	09:33:57	-49,28435	-25,38075	09:40:07
-49,28285	-25,37954	09:34:07	-49,2844	-25,38081	09:40:17
-49,28298	-25,37959	09:34:18	-49,28447	-25,38084	09:40:28
-49,28306	-25,37966	09:34:28	-49,28455	-25,38088	09:40:38
-49,28321	-25,37968	09:34:38	-49,28461	-25,3809	09:40:48
-49,28329	-25,37972	09:34:48	-49,28467	-25,3809	09:40:59
-49,28338	-25,37976	09:34:59	-49,28471	-25,38094	09:41:09
-49,28347	-25,37976	09:35:09	-49,28478	-25,38094	09:41:19
-49,28352	-25,37972	09:35:19	-49,28482	-25,38097	09:41:29
-49,28354	-25,37965	09:35:30	-49,28481	-25,38102	09:41:40
-49,28356	-25,37974	09:35:40	-49,28488	-25,38092	09:41:50
-49,28349	-25,37977	09:35:50	-49,28495	-25,38092	09:42:00
-49,28346	-25,37981	09:36:00	-49,28503	-25,38086	09:42:10
-49,28348	-25,37982	09:36:11	-49,28508	-25,38082	09:42:21
-49,28352	-25,37986	09:36:21	-49,2852	-25,38074	09:42:31
-49,28356	-25,3799	09:36:31	-49,28529	-25,38069	09:42:41
-49,28359	-25,37994	09:36:41	-49,28531	-25,38064	09:42:52
-49,28363	-25,37997	09:36:52	-49,28534	-25,38062	09:43:02
-49,28368	-25,38002	09:37:02	-49,28536	-25,3806	09:43:12
-49,28372	-25,38006	09:37:12	-49,28542	-25,38056	09:43:22
-49,28375	-25,38012	09:37:23	-49,28543	-25,38053	09:43:33
-49,2838	-25,38018	09:37:33	-49,28551	-25,38044	09:43:43
-49,28385	-25,38024	09:37:43	-49,28554	-25,38042	09:43:53
-49,28389	-25,38003	09:37:53	-49,28557	-25,38038	09:44:04
-49,28373	-25,38007	09:38:04	-49,28558	-25,38035	09:44:14
-49,28378	-25,3802	09:38:14	-49,2856	-25,38032	09:44:24
-49,28388	-25,38031	09:38:24	-49,28563	-25,38029	09:44:34
-49,28393	-25,38036	09:38:35	-49,28563	-25,38027	09:44:45
-49,28397	-25,38041	09:38:45	-49,28564	-25,38022	09:44:55
			-49,28567	-25,3802	09:45:05
			-49,28567	-25,38016	09:45:16

-49,2857	-25,38013	09:45:26
-49,28571	-25,38009	09:45:36
-49,28571	-25,38006	09:45:46
-49,28576	-25,38002	09:45:57
-49,28576	-25,37998	09:46:07
-49,28579	-25,37994	09:46:17
-49,28578	-25,37989	09:46:28
-49,28578	-25,37986	09:46:38
-49,28503	-25,37981	09:46:48
-49,28581	-25,37978	09:46:58
-49,28582	-25,37977	09:47:09
-49,28583	-25,37973	09:47:19
-49,28584	-25,37974	09:47:29
-49,28585	-25,37969	09:47:39
-49,28587	-25,37966	09:47:50
-49,28587	-25,37968	09:48:00
-49,28588	-25,37963	09:48:10
-49,28589	-25,37959	09:48:21
-49,28589	-25,37956	09:48:31
-49,28592	-25,37951	09:48:41
-49,28592	-25,37946	09:48:51
-49,28595	-25,3794	09:49:02
-49,28595	-25,37935	09:49:12
-49,28597	-25,37932	09:49:22
-49,28596	-25,37929	09:49:33
-49,28597	-25,37926	09:49:43
-49,28598	-25,37923	09:49:53
-49,28599	-25,37919	09:50:03
-49,28599	-25,37916	09:50:14
-49,28599	-25,37912	09:50:24
-49,286	-25,3791	09:50:34
-49,286	-25,37908	09:50:45
-49,286	-25,37907	09:50:55
-49,28601	-25,37905	09:51:05
-49,28601	-25,37901	09:51:15
-49,28602	-25,37899	09:51:26
-49,28602	-25,37896	09:51:36
-49,28602	-25,37893	09:51:46
-49,28601	-25,37889	09:51:57
-49,28601	-25,37887	09:52:07
-49,286	-25,37883	09:52:17
-49,28599	-25,37881	09:52:27
-49,28598	-25,37879	09:52:38
-49,28598	-25,37877	09:52:48
-49,28597	-25,37873	09:52:58

-49,28596	-25,37873	09:53:09
-49,28594	-25,37872	09:53:19
-49,28593	-25,37871	09:53:29
-49,28592	-25,37868	09:53:39
-49,28592	-25,37865	09:53:50
-49,28592	-25,37863	09:54:00
-49,28592	-25,3786	09:54:10
-49,28591	-25,37858	09:54:20
-49,28586	-25,37848	09:54:31
-49,28584	-25,37842	09:54:41
-49,28581	-25,37837	09:54:51
-49,28578	-25,37832	09:55:02
-49,28573	-25,37827	09:55:12
-49,28574	-25,37822	09:55:22
-49,28568	-25,3782	09:55:32
-49,28562	-25,37812	09:55:43
-49,28557	-25,37809	09:55:53
-49,28555	-25,37809	09:56:03
-49,28554	-25,37804	09:56:14
-49,28549	-25,37803	09:56:24
-49,28544	-25,37801	09:56:34
-49,28539	-25,37797	09:56:44
-49,28538	-25,37794	09:56:55
-49,28534	-25,37792	09:57:05
-49,28532	-25,37789	09:57:15
-49,28527	-25,37785	09:57:26
-49,28523	-25,37782	09:57:36
-49,28517	-25,37783	09:57:46
-49,28515	-25,37778	09:57:56
-49,28514	-25,37774	09:58:07
-49,28517	-25,37776	09:58:17
-49,28513	-25,3777	09:58:27
-49,28515	-25,37763	09:58:38
-49,28512	-25,37764	09:58:48
-49,28509	-25,37762	09:58:58
-49,28512	-25,37761	09:59:08
-49,28511	-25,37761	09:59:19
-49,2851	-25,37762	09:59:29
-49,28512	-25,37764	09:59:39
-49,28513	-25,37762	09:59:49
-49,28511	-25,37764	10:00:00
-49,28505	-25,37765	10:00:10
-49,28503	-25,37766	10:00:20
-49,2849	-25,37766	10:00:31
-49,28493	-25,37764	10:00:41

-49,28489	-25,37762	10:00:51
-49,28482	-25,37761	10:01:01
-49,2848	-25,37759	10:01:12
-49,28478	-25,37758	10:01:22
-49,28474	-25,37757	10:01:32
-49,28469	-25,37757	10:01:43
-49,28467	-25,37757	10:01:53
-49,28464	-25,37755	10:02:03
-49,28461	-25,37753	10:02:13
-49,28461	-25,37753	10:02:24
-49,28457	-25,37752	10:02:34
-49,28454	-25,3775	10:02:44
-49,28452	-25,37749	10:02:55
-49,28452	-25,37748	10:03:05
-49,28451	-25,37747	10:03:15
-49,2845	-25,37746	10:03:25
-49,28446	-25,37743	10:03:36
-49,28445	-25,37741	10:03:46
-49,28442	-25,37739	10:03:56
-49,28439	-25,37737	10:04:07
-49,28437	-25,37735	10:04:17
-49,28435	-25,37734	10:04:27
-49,28433	-25,37731	10:04:37
-49,28432	-25,37729	10:04:48
-49,28431	-25,37728	10:04:58
-49,28429	-25,37727	10:05:08
-49,28428	-25,37724	10:05:19
-49,28427	-25,37732	10:05:29
-49,28425	-25,37721	10:05:39
-49,28424	-25,3772	10:05:49
-49,28422	-25,37718	10:06:00
-49,2842	-25,37716	10:06:10
-49,28418	-25,37714	10:06:20
-49,28414	-25,37711	10:06:30
-49,28416	-25,37714	10:06:41
-49,28415	-25,37712	10:06:51
-49,28414	-25,3771	10:07:01
-49,28411	-25,37709	10:07:12
-49,2841	-25,37707	10:07:22
-49,28407	-25,37706	10:07:32
-49,28404	-25,37706	10:07:42
-49,28402	-25,37704	10:07:53
-49,28399	-25,37703	10:08:03
-49,28395	-25,37702	10:08:13
-49,28393	-25,37701	10:08:24

-49,2839	-25,377	10:08:34
-49,28389	-25,377	10:08:44
-49,28387	-25,37699	10:08:54
-49,28382	-25,37698	10:09:05
-49,28379	-25,37699	10:09:15
-49,28376	-25,37698	10:09:25
-49,28373	-25,37698	10:09:36
-49,28369	-25,37699	10:09:46
-49,28367	-25,37697	10:09:56
-49,28364	-25,37697	10:10:06
-49,28362	-25,37697	10:10:17
-49,28361	-25,37695	10:10:27
-49,2836	-25,37694	10:10:37
-49,28359	-25,37694	10:10:48
-49,28356	-25,37695	10:10:58
-49,28353	-25,37695	10:11:08
-49,28354	-25,37695	10:11:18
-49,28349	-25,37697	10:11:29
-49,28347	-25,37698	10:11:39
-49,28345	-25,37695	10:11:49
-49,28346	-25,37701	10:11:59
-49,28343	-25,377	10:12:10
-49,28343	-25,37701	10:12:20
-49,28342	-25,37702	10:12:30
-49,28341	-25,37702	10:12:41
-49,28341	-25,37704	10:12:51
-49,28398	-25,37704	10:13:01
-49,28339	-25,37707	10:13:11
-49,28338	-25,37706	10:13:22
-49,28337	-25,37708	10:13:32
-49,28336	-25,37709	10:13:42
-49,28339	-25,37703	10:13:53
-49,28341	-25,37702	10:14:03
-49,28342	-25,377	10:14:13
-49,28344	-25,37798	10:14:23
-49,28344	-25,37795	10:14:34
-49,28344	-25,37769	10:14:44
-49,28343	-25,37769	10:14:54
-49,28341	-25,37768	10:15:05
-49,28341	-25,37768	10:15:15
-49,2834	-25,37685	10:15:25
-49,28339	-25,37683	10:15:35
-49,28337	-25,3768	10:15:46
-49,28336	-25,37678	10:15:56
-49,28335	-25,37676	10:16:06

-49,28332	-25,37674	10:16:17
-49,2833	-25,37673	10:16:27
-49,28329	-25,37672	10:16:37
-49,28325	-25,37672	10:16:47
-49,28318	-25,37671	10:16:58
-49,28316	-25,3767	10:17:08
-49,28315	-25,3767	10:17:18
-49,28311	-25,3767	10:17:28
-49,28307	-25,3767	10:17:39
-49,28304	-25,3767	10:17:49
-49,28299	-25,3767	10:17:59
-49,28301	-25,37674	10:18:10
-49,28296	-25,37675	10:18:20
-49,28292	-25,37676	10:18:30
-49,28288	-25,37677	10:18:40
-49,2829	-25,37675	10:18:51
-49,28288	-25,37676	10:19:01
-49,28282	-25,37675	10:19:11
-49,2828	-25,3768	10:19:22
-49,28276	-25,37682	10:19:32
-49,2827	-25,37684	10:19:42
-49,28264	-25,37686	10:19:52
-49,28261	-35,3769	10:20:03
-49,28257	-25,37692	10:20:13
-49,28258	-25,37695	10:20:23
-49,28256	-25,37698	10:20:34
-49,28249	-25,377	10:20:44
-49,28249	-25,37703	10:20:54
-49,28242	-25,37706	10:21:04
-49,28238	-25,37709	10:21:15
-49,28237	-25,37713	10:21:25
-49,28236	-25,37714	10:21:35
-49,28233	-25,37719	10:21:46
-49,28229	-25,37721	10:21:56
-49,28233	-25,37722	10:22:06
-49,28231	-25,37721	10:22:16
-49,28231	-25,37724	10:22:27
-49,28227	-25,37727	10:22:37
-49,28225	-25,37729	10:22:47
-49,28222	-25,37732	10:22:58
-49,2822	-25,37735	10:23:08
-49,28219	-25,37733	10:23:18
-49,28219	-25,37737	10:23:28
-49,28217	-25,37739	10:23:39
-49,28211	-25,37743	10:23:49

-49,2821	-25,37745	10:23:59
-49,28207	-25,37747	10:24:09
-49,28207	-25,3775	10:24:20
-49,28207	-25,37749	10:24:30
-49,28207	-25,37754	10:24:40
-49,28205	-25,37757	10:24:51
-49,28202	-25,37759	10:25:01
-49,28201	-25,37761	10:25:11
-49,28205	-25,3776	10:25:21
-49,28204	-25,37764	10:25:32
-49,28201	-25,37767	10:25:42
-49,282	-25,3777	10:25:52
-49,282	-25,37773	10:26:03
-49,282	-25,37776	10:26:13
-49,28199	-25,37778	10:26:23
-49,282	-25,37779	10:26:33
-49,282	-25,37778	10:26:44
-49,28199	-25,37788	10:26:54
-49,28197	-25,3779	10:27:04
-49,28196	-25,37794	10:27:15
-49,28195	-25,37798	10:27:25
-49,28192	-25,37802	10:27:35
-49,28191	-25,37804	10:27:45
-49,28189	-25,37808	10:27:56
-49,28186	-25,3781	10:28:06
-49,28184	-25,37813	10:28:16
-49,28183	-25,37814	10:28:27
-49,28182	-25,37816	10:28:37
-49,28185	-25,37819	10:28:47
-49,28177	-25,3782	10:28:57
-49,28174	-25,37822	10:29:08
-49,28168	-25,37823	10:29:18
-49,28165	-25,37826	10:29:28
-49,28169	-25,37839	10:29:38
-49,28171	-25,37844	10:29:49
-49,28179	-25,37849	10:29:59
-49,28191	-25,37854	10:30:09
-49,28198	-25,37858	10:30:20
-49,28205	-25,37859	10:30:30
-49,2821	-25,37861	10:30:40
-49,28217	-25,37863	10:30:50
-49,28228	-25,37863	10:31:01
-49,28241	-25,37864	10:31:11
-49,28254	-25,37875	10:31:21
-49,2826	-25,37875	10:31:32

-49,28267	-25,37877	10:31:42
-49,28279	-25,3788	10:31:52
-49,2829	-25,37882	10:32:02
-49,28301	-25,37882	10:32:13
-49,28309	-25,37886	10:32:23
-49,28317	-25,37888	10:32:33
-49,28324	-25,3789	10:32:44
-49,28329	-25,37894	10:32:54
-49,28342	-25,37896	10:33:04
-49,2834	-25,37896	10:33:14
-49,2835	-25,37894	10:33:25
-49,2835	-25,37895	10:33:35
-49,2835	-25,37892	10:33:45
-49,28527	-25,37761	10:33:56
-49,28346	-25,37892	10:34:06

APÊNDICE B – TABELA 2 – TESTE DA FIGURA 7

Coordenadas Referentes ao Teste da Figura 7

SUL	OESTE	Hora
-49,34534	-25,516655	[11:13:49]
-49,345402	-25,516679	[11:13:49]
-49,34536	-25,516821	[11:13:49]
-49,345308	-25,516971	[11:13:59]
-49,345271	-25,516914	[11:14:09]
-49,345254	-25,516827	[11:14:19]
-49,345212	-25,51675	[11:14:29]
-49,345133	-25,516685	[11:14:40]
-49,345011	-25,516657	[11:14:51]
-49,344889	-25,516662	[11:15:02]
-49,344795	-25,516696	[11:15:13]
-49,344742	-25,516748	[11:15:23]
-49,344702	-25,516814	[11:15:33]
-49,344672	-25,516888	[11:15:43]
-49,344631	-25,516954	[11:15:53]
-49,344585	-25,517023	[11:16:04]
-49,344557	-25,517096	[11:16:15]
-49,344527	-25,517195	[11:16:26]
-49,344587	-25,517271	[11:16:36]
-49,344672	-25,517315	[11:16:46]
-49,34475	-25,517348	[11:16:56]
-49,344824	-25,517392	[11:17:06]
-49,344916	-25,517456	[11:17:17]
-49,344952	-25,517477	[11:17:28]
-49,344947	-25,517475	[11:17:38]
-49,344985	-25,517493	[11:17:48]
-49,345033	-25,517489	[11:17:58]
-49,345086	-25,517506	[11:18:08]
-49,345168	-25,517469	[11:18:19]
-49,345232	-25,517388	[11:18:30]
-49,345295	-25,51728	[11:18:41]
-49,345256	-25,517188	[11:18:52]
-49,345191	-25,517207	[11:19:02]
-49,345226	-25,517157	[11:19:12]
-49,345241	-25,517092	[11:19:23]

APÊNDICE C - DESCRITIVO DE PATENTE (PI).

SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM - “LIFESecurity”

O presente invento se apresenta como um sistema de aquisição de dados, comunicação e disponibilização da informação em tempo real. Proporcionará um salto tecnológico nos atuais sistemas de rastreamento e coleta de dados de animais, tanto em seus habitats, quanto em regiões urbanas. O sistema é voltado à conservação e proteção da vida selvagem, adicionalmente, pode ser usado para o monitoramento e prevenção do risco de contato de animais selvagens com seres humanos em áreas de encontro, como cidades limitadas por bordas florestais. Essa tecnologia possibilitará uma enorme gama de aplicações benéficas à humanidade e ao meio ambiente.

O invento se apresenta como um sistema de aquisição de dados, comunicação e gestão da informação, que funciona através de um dispositivo que coleta dados e os transmite para uma central que recebe, armazena, processa e as disponibiliza para consultas futuras.

O presente invento está relacionado ao campo de tecnologia da informação e conectividade, e, poderá ser aplicado quando se deseja coletar informações, tais como sinais biométricos, geolocalização, parâmetros ambientais, climáticos, fotográficos, fisiológicos, entre outros, que quando monitorados em tempo real possibilitam decisões rápidas e assertivas.

O sistema proposto, na presente invenção, possibilitará, além da proteção da vida selvagem e da segurança aos seres humanos (pois evita a proximidade de animais que ofereçam risco quanto próximos), diversas informações históricas do animal rastreado, como dados fisiológicos, rotinas, migração, e variações comportamentais destes causados por alterações em seu habitat, sejam naturais, climáticas ou por interferência humana.

O dispositivo, ao ser aplicado na coleta de dados biométricos, possibilita uma inovação quanto à segurança dos seres vivos, animais ou pessoas, que necessitam de atenção especial, monitoramento constante, supervisão e/ou controle.

ESTADO DA TÉCNICA

A ausência de monitoramento e controle de animais os expõem a diversos riscos, entre eles estão a caça predatória, a caça esportiva, o contato com os seres humanos devido à expansão territorial, entre outros. A coleta de informações obtidas pelo monitoramento possibilitará estudos mais aprofundados sobre o comportamento do animal, bem como o impacto da interação do homem com o animal e seu habitat.

Atualmente existem diversos dispositivos destinados à coleta e transmissão de informações, contudo, estes possuem limitações e/ou aplicações específicas que restringem sua abrangência. A possibilidade da coleta de dados e disponibilização de informações em tempo real ou quasi-real, tais como sinais biométricos, geolocalização, ambientais, climáticos, fotográficos, entre outros, resultará em um salto de inovação tecnológica e na gestão da informação, inclusive, poderá ser aplicado em outros segmentos.

Assim sendo, são encontrados no estado da técnica dispositivos que realizam processos de coleta e transmissão de dados, as técnicas utilizadas são:

1. No dispositivo depósito PI 0401067-1, é descrito como, rastreador que coleta informações e a transmissão se dá única e exclusivamente através de comunicação bluetooth, tal sistema é definido por transmissões de alcance máximo de 20 metros, e que tal transmissor deve obrigatoriamente ter pareamento com seu receptor que coleta os referidos dados e os armazena em uma memória para consultas futuras. (Não apresenta estado da técnica).
2. No dispositivo depósito BR 102014019083-0, se apresenta como dispositivo de coleta, rastreamento e transmissão de dados, que são recebidos através de um bastão receptor, onde este não descreve como e qual tecnologia e frequência estão sendo utilizadas para tal funcionamento. Após a leitura recebida pelo “bastão” os referidos dados são transmitidos para celular e outros por WI-FI ou USB, para suas consultas. (Não apresenta estado da técnica)

3. No depósito BR 102014011834-9, se apresenta como dispositivo de coleta, rastreamento e transmissão de dados, através de tecnologia Wi-Fi ou 3G para serem rastreadas por celulares ou dispositivos compatíveis.

O depositante apresenta no estado da técnica:

“Os rastreadores atuais, como por exemplo, os registrados sob o nº PI0202041-6, MU 9100830-1, PI 1100527-0 (específicos para operarem em veículos) e os de nº PI1004633-0 e MU8803207-8, além de não possuírem conexão WiFi, utilizam no máximo a tecnologia GPRS, que realiza a transmissão de dados (upload) a uma velocidade de até 40 kbp/s, enquanto o presente, com tecnologia 3G ou superior e DGPRS transmite dados a velocidades superiores a 84 kbp/s, significando monitoramento em tempo real”.

4. No depósito PI 0308596-1, se apresenta como dispositivo de coleta, rastreamento e transmissão de dados, através de tecnologia GSM, GPRS, UMTS ou mesmo WLAN, e nas reivindicações como “equipamento de comunicação por rádio, caracterizado pelo fato de que o equipamento de comunicação por rádio inclui pelo menos um primeiro transceptor (3) que opera em uma rede de comunicação por rádio pública, e um segundo transceptor (4) que opera em um sistema de rádio de curta distância”.

O sistema proposto no objeto desta patente resolve os problemas do estado da técnica, pois é caracterizado como um sistema que transcende o propósito das reivindicações citadas e pode transmitir quaisquer dados coletados através de tecnologia totalmente inovadora e não explicitada, (Low Power Long Range), que além de transmitir a longas distâncias, 20km ou mais, também tem a característica de baixíssimo consumo, o que possibilita aplicações propostas sem a necessidade de troca de bateria ou a recuperação do dispositivo para que este mantenha sua usabilidade.

Além desta unidade, uma outra (Gateway) possibilitará o uso bidirecional do sistema que não somente receberá as informações como transmitirá ao dispositivo

de coleta feedback ou reprogramação das funções deste e ainda, através de software ERP a disponibilização das informações em tempo real, possibilitando, por exemplo, a gestores, pesquisadores, entre outros, análise imediata ou posterior das informações disponibilizadas, permitindo dessa forma decisões e ações mais assertivas, pois terá acesso aos eventos em tempo real, bem como possibilitará pesquisas e estudos futuros através do registro histórico das mesmas.

Dessa forma, o sistema de coleta automática de informações se torna uma ferramenta poderosa para o monitoramento, controle e melhoria de processos, tanto em educação continuada na rastreabilidade dos animais. Reduzindo conseqüentemente os riscos para o animal e para os seres humanos, adicionalmente, fornecerá dados para ampliar o conhecimento sobre o comportamento e as rotinas dos animais monitorados, assim como detectar variações em seu habitat.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

O sistema objeto desta patente tem por finalidade disponibilizar informações específicas, coletadas remotamente, a gestores, pesquisadores e demais interessados, através de um software dedicado que pode ser acessado pelo usuário através de plataformas existentes. Estas informações estarão contidas em um banco de dados e processadas por um software analítico dedicado.

O sistema proposto nesta patente é composto por diversos módulos (fig. 1) e tem por finalidade receber diversos tipos de dados, tais como sinais biométricos, geolocalização, ambientais, climáticos, fotográficos, mas não se limitando a estes, processá-los, encriptá-los e transmiti-los utilizando-se de uma das diversas tecnologias disponíveis, em protocolos de comunicação tais como IEEE (802.15.4, 802.11, 802.15.1), mas não se limitando a estes. Os dados serão captados por um receptor e através de uma placa de controle que gerencia a forma de envio das informações ao banco de dados da forma mais adequada. Este direcionamento pode ser por conexão de rede direta (cabo), por sistema GPRS, por satélite, entre outros. As informações recebidas pelo servidor são armazenadas em um banco de dados. As mesmas são tratadas em um software dedicado que disponibiliza aos interessados pelo sistema de comunicação mais adequado, seja por interface web, aplicativo de celular, SMS, entre outras formas. Será disponibilizado um login e senha mestre ao gestor/contratante do sistema, que limitará os níveis de acesso a cada usuário por ele determinado, através de login e senha.

O sistema objeto desta patente permite que as informações sejam coletadas automaticamente, independente da atuação humana, podendo ser acessada em tempo real. Possibilitando assim aos usuários o acesso a estas conforme sua necessidade ou até mesmo receber notificações de atualizações através de dispositivos de conectividade.

O presente invento tem por objetivo ao disponibilizar a todos os usuários do sistema o acesso às informações, permitindo a tomada de decisões rápidas e assertivas, assim como localizar, registrar e comunicar eventos adversos, minimizando riscos e possibilitando análises históricas dos registros armazenados, apresentando-se como uma ferramenta indispensável para o campo de pesquisa e melhoria contínua.

A presente invenção, quando aplicada na rastreabilidade e monitoramento de animais, se apresentará como uma poderosa ferramenta para a redução da mortalidade de diversas espécies devido a diversos fatores, como caça predatória, esportiva, e até mesmo pelo contato imprevisto com seres humanos, evento que usualmente resulta em morte do animal.

Impactos do homem no ecossistema por expansão rural, pecuária ou urbana, ocasionam contato dos animais com os seres humanos, devido a diversos fatores como limitação espacial, redução do habitat, impacto migratório, entre outros. Tal interação pode ocasionar incidentes para ambos, eventualmente letais. O sistema proposto nesta patente, disponibiliza uma proteção preventiva bidirecional (segurança para os animais e para os homens quanto ao risco de contato), apresentando-se como barreira virtual que alerta diversas situações dos animais monitorados, como saída dos animais do habitat, saída de reserva ou sua aproximação de locais com risco de contato com seres humanos (cidades, fazendas, rodovias, vilarejos e etc.), possibilitando ações de proteção rápidas e com maior efetividade.

O presente invento adicionalmente possibilitará, através da coleta dos dados estabelecidos (geolocalização, dados ambientais, biossinais, imagens e etc.), estudos e pesquisas aprofundadas sobre diversos aspectos dos animais rastreados, tais como: comportamento territorial; territórios de caça; migração; impactos do clima no comportamento; impactos dos diversos fatores humanos em relação ao comportamento; relacionamento entre as espécies monitoradas; longevidade do animal; comportamentos sociais padrão e aleatórios; entre outros.

O sistema, objeto desta patente, enquadra-se como inovação tecnológica e proporcionará um salto no rastreamento e coleta de dados, através de um conceito de conectividade e integração de diversas tecnologias em um sistema inovador, que possui o foco na conservação e proteção da vida selvagem juntamente com o monitoramento e prevenção do risco de contato com os seres humanos. Adicionalmente a tecnologia possibilitará uma infinita gama de aplicações benéficas à humanidade.

APRESENTAÇÃO DA FIGURAS

- A Figura 1 apresenta o Sistema Completo da Invenção.
- A Figura 2 apresenta o Módulo de Aquisição de Dados.
- A Figura 3 apresenta o Módulo de Interface de Aquisição de Dados.
- A Figura 4 apresenta o Módulo de Tratamento de Dados.
- A Figura 5 apresenta o Módulo de Gestão da Informação.
- A Figura 6 apresenta o diagrama modular do conceito do software de Gestão da Informação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO INVENTO

O sistema proposto nesta patente faz uso da conectividade em um nível único quanto a possibilidade de interconectividade, e seu uso à proteção da vida, formado por quatro módulos que conectados formam uma rede de captura de informações, que possibilitam ações rápidas na proteção da vida. Os módulos em questão são:

O Módulo de Aquisição de Dados, é constituído de uma placa PCI (Peripheral Component Interconnector – Interconector de Componentes Periféricos) ligada a um conjunto de sensores (como por exemplo, GPS, acelerômetro, biossinais e etc.) controlados por um software, que tem por finalidade interpretar os sinais coletados, o mesmo armazena os dados coletados em sua memória para posterior transmissão, bem como alterar sua rotina de transmissão pré-programada em situações consideradas adversas ou de risco. A transmissão executada pelo módulo de aquisição faz uso da tecnologia Low Power Long Range.

O Módulo de Interface de Aquisições de Dados, as informações transmitidas pelo Módulo de Aquisição de Dados são recebidas e processadas pela PCI do Módulo de Interface, que determina qual o método mais eficiente de encaminhar estes à rede (como por exemplo, UHF, GPRS, LAN, SAT, etc.).

O Módulo de Tratamento de Dados recebe e armazena os dados inseridos na rede pelo Módulo de Interface de Aquisições de Dados, subsequentemente este através de um software dedicado decodifica e trata as informações contidas nos referidos dados, disponibilizando estas ao Módulo de Gestão da Informação.

O Módulo de Gestão da Informação por sua vez é um software que controla o acesso as informações armazenadas mediante autorizações de acesso, bem como encaminha mensagens automáticas a indivíduos ou organismos de proteção previamente cadastrados sobre eventos adversos, anormalidades ocasionais, entre outros alertas previamente programados.

O sistema completo da presente invenção pode ser visto na figura 1, e o detalhamento descrito do funcionamento de seus módulos está descrito a seguir:

O Módulo de Aquisição de Dados, apresentado na figura 2, possui uma PCI 1, que recebe os sinais dos sensores 2a, 2b, 2c, 2..., tais como GPS, acelerômetro, biossinais, entre outros, registra, processa e transmite através do transceptor 3 através da antena 4. O módulo conta com uma fonte de alimentação recarregável (bateria) 5 e um dispositivo gerador de energia 6, sendo estes gerenciados pela PCI 1.

O Módulo de Interface de Aquisição de Dados figura 3, recebe os dados emitidos pelo Módulo de Aquisição de Dados, figura 2, através da antena 7, conectada ao receptor gateway 8, que encaminha o sinal para a PCI 9, que analisa e determina a forma de envio à rede mais adequada, dentre estas, podem ser UHF 10a, GPRS 10b, LAN 10c, SAT 10d, entre outras. Os sinais são direcionados a um Servidor/Provedor 14. O módulo conta com uma fonte de alimentação recarregável (bateria) 11 e um dispositivo gerador de energia 12, ou até mesmo um ponto de fornecimento de rede elétrica padrão 13, sendo estes gerenciados pela PCI 9.

O Módulo de Tratamento de Dados, figura 4, os dados armazenados no Servidor/Provedor 14 são decodificados e tratados por um software dedicado 15, e direcionados a um banco de dados dedicado 16.

O Módulo de Gestão da Informação, figura 5, através de um Software de gestão dedicado 17, trata os dados armazenados no banco de dados 16 disponibilizando os mesmos ao acesso de usuários previamente cadastrados, apresentando as informações mediante autorização de acesso previamente determinada. O mesmo também pode enviar mensagens de alerta às pessoas e entidades em situações de risco, segundo programação prévia. As informações podem ser apresentadas através de tecnologias diversas tais como SMS, internet, aplicativos para dispositivos móveis (APP) entre outros como apresentado na figura 5 itens 18.

O controle da gestão executado pelo software de gestão 17 é apresentado na figura 6. O software de gestão permite o controle do acesso dos usuários, de acordo com as permissões determinadas pelo contratante do sistema, restringindo o acesso às informações mediante login e senha. Os acessos podem ser classificados como: apenas visualização; recebimento de alerta em situações

adversas previamente determinadas; bem como a possibilidade de reprogramação remota do Módulo de Aquisição de Dados, figura 2, quando necessário.

REIVINDICAÇÕES

1. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”**
caracterizado por, ser constituído por módulo de aquisição de dados, Figura 2, módulo de interface entre a aquisição de dados, Figura 3, módulo de tratamento de dados, Figura 4, módulo de gestão da informação, Figura 5, e acesso à informação por um software de gestão, Figura 6.
2. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”**
caracterizado por possuir um módulo de aquisição de dados, conforme reivindicação 1, figura 2, capaz de receber diversos tipos de dados fornecidos por sensores ou dispositivos captura de dados, tais como geolocalização, imagens entre outros (2). Estes dados são coletados por uma placa eletrônica dedicada PCI (1), que são analisados por um software de gerenciamento dos dados coletados, podendo tomar decisões segundo parâmetros programados procedendo conforme ciclo padrão ou transmissão emergencial de eventos prioritários. Após uma transmissão, aguarda a confirmação de recebimento (feedback) ou até mesmo instruções para reprogramação do funcionamento. Após processados, os dados são transmitidos por um transceptor (3) (transmissor e receptor) que possui baixo consumo de energia e alto alcance de transmissão, através de uma antena (4), que é alimentado por fonte de energia recarregável (5), através de sistemas geradores (6) como fotovoltaico, eólico, térmico, eletromagnético, piezoelétrico, entre outros, ampliando a longevidade do funcionamento do dispositivo reduzindo intervenções periódicas.
3. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”**
caracterizado por, possuir um módulo de interface, segundo reivindicação 1, figura 3, que recebe os dados transmitidos pelo módulo de aquisição de dados, reivindicação 2, figura 2, através de uma antena (7), conectada a um gateway (8), que recebe e encaminha a uma PCI (9), que processa os dados e determina a melhor forma de encaminhá-los (10) ao servidor (14), o módulo é alimentado por fonte de energia recarregável (11), que pode ser recarregado por sistemas geradores

(12) como fotovoltaico, eólico, térmico, entre outros, ou por uma conexão à rede elétrica (13).

4. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”** caracterizado por possuir um módulo de tratamento de dados, conforme reivindicação 1, figura 4, que processa os dados armazenados no servidor (14), através de um software dedicado de tratamento (15), que os decodifica os dados, salvando-os no banco de dados (16).
5. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”** caracterizado por, possuir um módulo de gestão da informação, conforme reivindicação 1, figura 5, que gerencia através de um software de gestão dedicado (17), que disponibiliza as informações contidas no banco de dados (16), aos usuários, através de senha e login, pelo Controle Master, figura 6, os limites de acessos e restrições são de responsabilidade do contratante. As formas de disponibilização (18) podem se apresentar da forma mais adequada ao usuário.
6. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”** caracterizado por, possuir um software de gestão, conforme reivindicação 1, Figura 6, que possibilita a reprogramação das funções do módulo de aquisição de dados, Figura 2, remotamente, pelo software de gestão, Figura 6, item reprogramação, que permitirá mudar as características anteriormente programadas, como intervalos de aquisição dos dados e intervalos de transmissão, podendo até mesmo em tempo real., alerta, barreira virtual, segurança bidirecional, ações contra caça predatória.
7. **SISTEMA DE PROTEÇÃO À VIDA SELVAGEM “LIFESECURITY”** caracterizado por, possuir um software de gestão, conforme reivindicação 1, Figura 6, que possibilita uma proteção bidirecional, que se apresenta como uma barreira virtual que detecta a aproximação de animais rastreados, ou seja, que possuam o módulo de aquisição de dados, Figura 2, a ambientes que possuam seres humanos, tais como comunidades, vilas, áreas rurais ou urbanas, entre outras, emitindo um alerta de risco de aproximação dos animais, Figura 6 item Alerta de segurança, aos órgãos competentes possibilitando ações rápidas, ou

até mesmo para indivíduos previamente cadastrados para ações de segurança.

FIGURAS

Figura 1

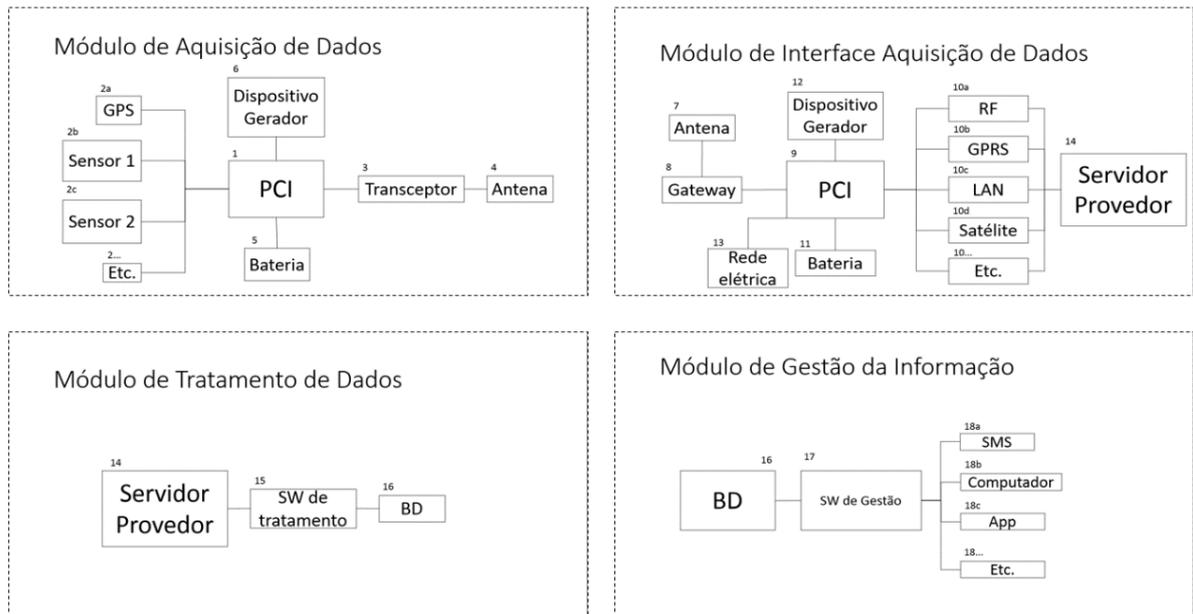


Figura 2

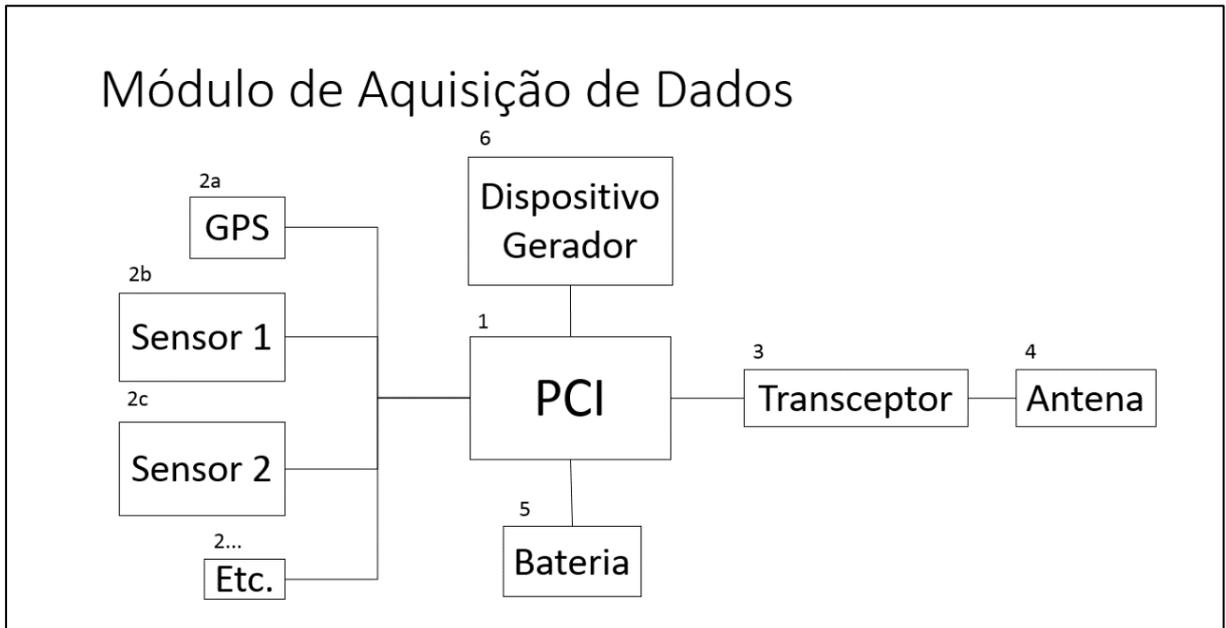


Figura 3

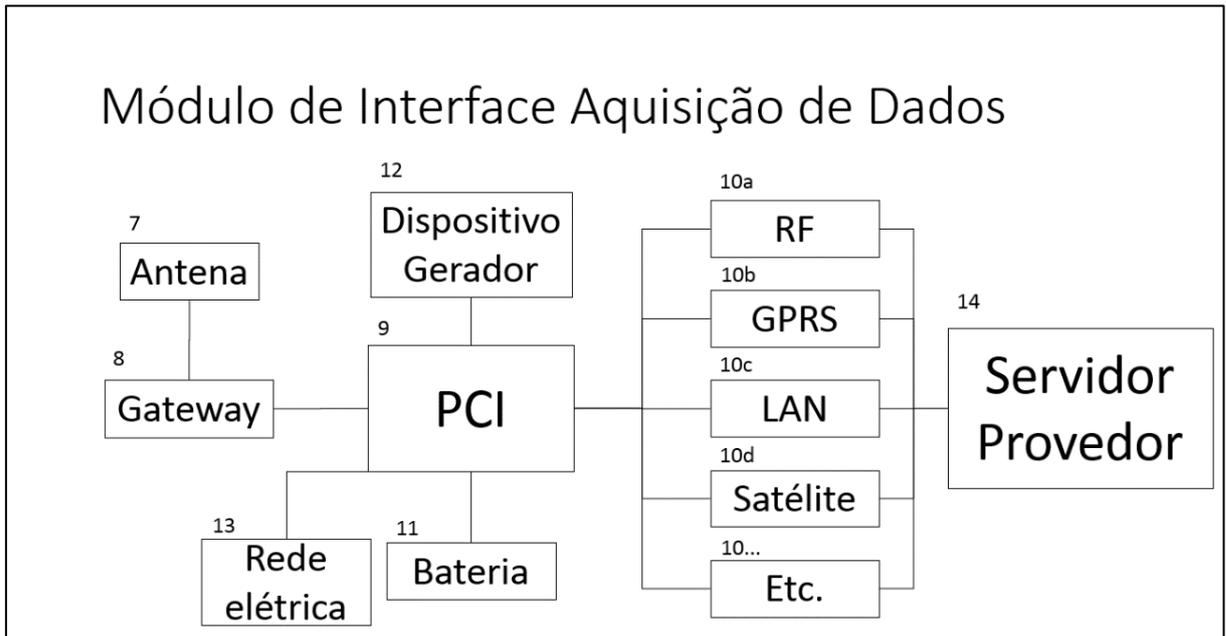


Figura 4



Figura 5

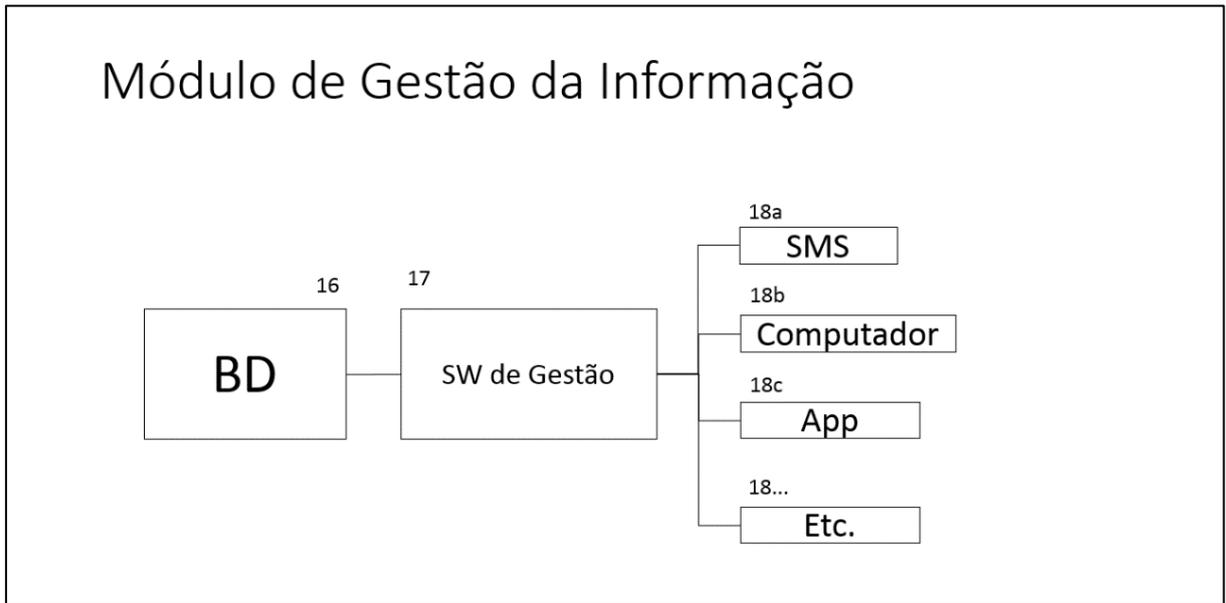
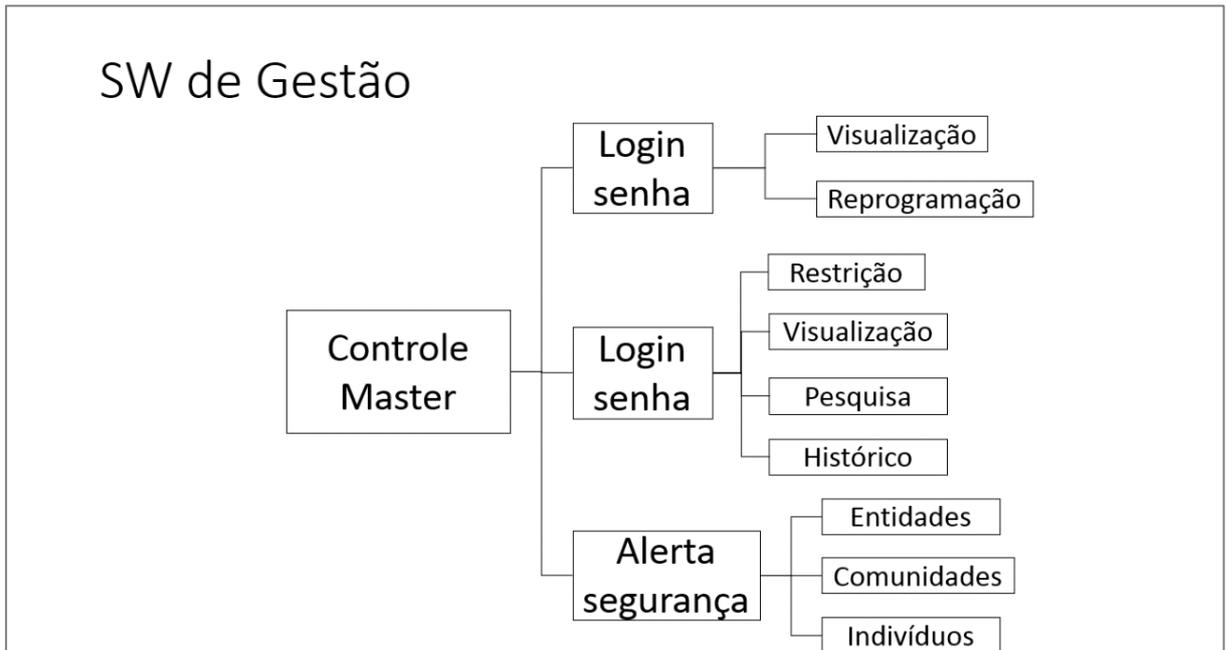


Figura 6



APÊNDICE D - PUBLICAÇÃO INTERNACIONAL

**LORA based Biotelemetry System
for Large Land Mammals**

Karin Cristine Grande¹, Fausto Fernando Hilario Gomes², Eduardo Lino Santiago³, Pedro Miguel

Gewer⁴, Victor Hugo Dambrat Bergossi⁵, Bertoldo Schneider Jr⁶

^{1 2 3 4 5 6} Federal University of Technology - Paraná, Brazil

Karincristine13@gmail.com bertoldo@utfpr.edu.br

ABSTRACT

The best way to understand the environment and its actors is monitoring them. Brazil has the two most biodiversified forests in the planet, the Amazon and the Atlantic forests, a vast field for biotelemetry. Biotelemetry is still made in the most part of the world with obsolete technologies, causing animal stress and demanding a lot of extra field human work. A good biotelemetric system must have quasi-real time, no animal stress, channels for biological, climate, meteorological, and positional data, low power, shorter antenna, and low cost as possible characteristics. It was designed a LORA® technology based animal tracking device, small enough to fit in a collar of a large mammal (e.g., *Panthera onca*), capable to provide real-time position information and other physiological parameters. Tests was made where a volunteer, with the device rode a bicycle through a large urban area and the real time data, collected by a fixed base, were successfully compared with reference GARMIN GPS® device data. Additionally, several Arduino based circuits for physiological, positional and meteorological data measurements can provide extra information for the biotelemetric system proposed. The system is ready to field biological tests and needs improvement and integration with other GPS, GPRS and UHF technologies.

Keywords: biodiversified forests, biotelemetric system, quasi-real time, animal tracking, LoRa, systems.

Introduction

Biotelemetry is a technology system that allows to supervise, locate and collect information from forms of life from a distance using radio communication, satellite, GPS, wireless, and others. The relevant data are geographical coordinates (latitude, longitude, altitude, date and time), physiological parameters (heartbeat rate, body temperature, velocity, etc) [1, 2], climatic data (light, temperature, humidity, pressure), and anyone other for study of species in natural (or not) habitat. Biotelemetry is a remote system, by definition, and can collect data from isolated places on the planet.

An important work was made in Minnesota University with the white-tailed deer

(*Odocoileus virginianus*) [3], and it is probably the first animal tracking work ever. Another of the first works observing animals was made in 1960's by Craighead brothers, in Yellowstone American Park. They studied the behavior of the grey bear (*Ursus arctos horribilis*) in his habitat [4, 5, 6]. For this, a tracking device was created using an UHF transmitter device in a collar placed in the bear. A team of researchers using three or more antennas localized the animal by goniometry triangulation. The hibernation place and period was discovered in that work. After that many others works with animals was made, opening the way for ecology, animal behavior, and animal routes and habitats research.

When an animal is extinct there is an unbalance in its influence area. This unbalance can promote unbalance in the animal and vegetal spheres including serious environment and economic instability for human being. A lot of species are in the extinction risk and many are the reasons for this. Illegal hunt is the principal, followed by human occupation, natural disasters, sicknesses, among others. In the last years humanity could see many extinctions, like the North white rhinoceros (*Ceratotherium simum cottoni*) declared extinct in march 20, 2018, after the dead of the last male in Kenya. Its correlated black rhinoceros (*Diceros bicornis*) was extinct in 2011. These are examples of animals that were extinct by illegal hunt. Others species suffer with this and bad management and bad policies, like the famous Cecil lion, which was killed by an illegal hunter in its sanctuary, the National park of Hwange. In this case, even using a track system, there was no time to save it, because the no-real-time technology did not enable fast reactions. The International Union for Conservation of Nature (IUCN) is the institution that elaborates the red lists of endangered species, showing to the world the problem created by human beings. Animals are in constant movement, searching for environmental resources, food, protection, and mating. This movement can beneficiate the man and the nature by carrying seeds and pollen, or bad things like illness, like the case of the migratory birds. Tracking these animals generates new understanding to prevent and protect, or stimulate, when necessary [2]. Aiming the

preservation and conservation of the species, the better understanding of the world and its relation with the man, as well as the sustainability and economic exploration of the natural resources, many scientists had developed several animal tracking technologies.

The biological research depends on the precision of the data collected [7]. Those technologies can be simple system like monitoring by photo machines or complex ones, like real time monitoring [6]. The most used system are those based on very high frequency (VHF) and Ultra high frequency (UHF) bands. Those systems were less expensive and were largely used [8]. They need two components, the transmitter and the receiver. The transmitter is placed next to the animal, fixed by collars, vest, glue, implants, hook, ring, and the receiver is used by the researcher. Usually, this researcher or team need to stay closed the animal, directing the antenna to the right place. This field action could take several hours, or even days for encounter the signal position [9]. This technology had survived till nowadays by using additional technologies like drones [9], or telephone towers, or internet. Another adaptation was made by the University of Wisconsin-Milwaukee scientists, which put tags with transmitters in sturgeon fishes of sea and rivers, using drones to overfly to keep the sturgeon signals [10]. Some systems has no transmission and use a local memory to store data. It is the case of greater animals like monkeys and apes, and these animals need to

be captured and their collars removed for the scientists to access the data [11].

Another method uses the sound. Echolocation systems use a source of sound or ultrasound and analyses its reflection, locating or measuring animal trajectories. Acoustic localization is different, because in this case only the animal makes sounds. Those sounds when analyzed can identify the species, localize individuals or even count them (object of studies of our Biomedical Engineering research team in UTFPR). Some teams add radio devices to acoustic localization [12]. In a study with killer whales or orcas (*Orcinus orca*), in Oregon, USA, it was possible, by passive acoustic observation, using subaquatic sound sensors, to know the area of activity and migration routes of this animals [13].

When the animal is a bird the system must be slim and weightless [7]. Some scientists use tags with memory and (Global position system) GPS embedded, but it is necessary capture the bird to read the data, causing stress in the animals e arising the cost of the research [16]. The use of the GPS is very important for the animal tracking because its high precision data [14]. The problem is that GPS systems has no transmission devices, so it is common to use the global system for mobile & General packet radio service (GSM/GPRS) where the telephone services are present. Systems using satellites are very efficient and the great advantage is the global service covering, even over

oceans. The Argus service, initiated in 1978, with 12 active satellites over each hemisphere, works like an auxiliary system for animal and ships tracking, and maritime safety [8, 15, 16]. Sometimes there is no Argus satellite over the observed animal, causing a lack of contact which can remain for hours.

The proposed system developed by

Biotelemetry team of the Federal University of Technology – Paraná, Curitiba, Brazil, was designed to be a quasi-real time system.

Methods

The developed system has a LORA RN2903 working with a microcontroller PIC18LF45K22I/PT and a GPS Integrated circuit, like shown in Fig. 1. In Brazil this IC, the same used in Europe, is homologated for 14 dB, differently of the Europe and USA. The program was made with C language and the data is transmitted in ASCII code, for minimize transmission energy. Some additional systems based on Arduino platform can measure temperature, humidity, velocity, light and physiological parameters (heartbeat rates, oxygen saturation, and internal temperature when an implant could be made), working like parallel and auxiliary sensors.

For testing the device it was focused in demonstrate its capability of transmit the precise position in bad conditions, i.e., near to the end of life of battery conditions, or when the source of energy is almost depleted. Thus, an

area of a big urban park was choice to test the system, using a battery with less than 30% of charge. The points was processed using the TrackMaker software version 13.9. The software access the satellite photo of the Google Earth shown in Fig. 2.

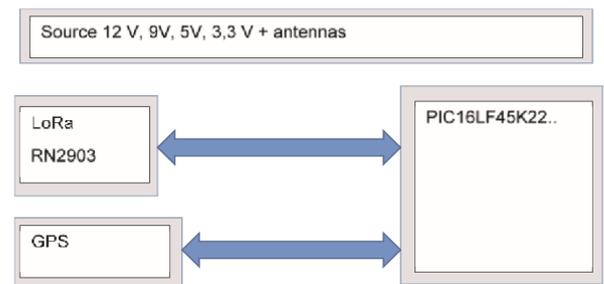


Figura 1 - Block diagram of the tested system. A LoRa RN2903 and an ordinary GPS IC working with a microcontroller PIC18LF45K22-I/P. A battery is used to source the voltages necessities for the circuit and appropriated common antennas for GPS reception and LoRa Transmission.

Results

The Barigui Park of the Curitiba city in south Brazil was used to test the performance in bad conditions of energy. The mobile part was put in a bicycle basket and a button was pressed to transmit a position. Each position successfully received is marked in Fig. 2 with a circle with a central dot and in Fig. 3 with a diamond. In the same basket, a Garmin GPS reference device model E-trex 30 was programed to keep the way points automatically. The way of the GPS E-trex device is shown in Fig.2 with continuous line.

Figura 2 - The continuous line represents the way marked by the GPS E-trex reference device. The circles with a center dot shows the successfully received positions. The photo is a satellite photo, in a non-orthogonal perspective, of the Barigui park in Curitiba, South Brazil, license of the Google Earth. The software used for integration of these data was the TrackMaker software version 13.9.



Conclusion and Discussion

It is possible to note the great error, sometimes near 30 m in a relative plain terrain. Although this error is not so big for animal tracking application, it is necessary to consider about its fonts. First of all, there is the low battery problem. Our methodology demanded an almost depleted battery. This can account to imprecision of the points. Besides, points farther than 800 m was not successfully received. In Fig. 2, there would be points in the right upper corner of the figure. This problem is certainly related with battery condition, because tests in plain terrain with full charged battery and the same antennas achieved a distance of 1.8 km in urban area. Other font of error is the datum used in the GPS integrated with the LoRa circuit. Theoretically, the position of a point in the Earth surface depends on the ellipsoid of revolution used to model the curvature of the planet surface. The set of measurements and conditions of this model is called datum in geodesy and cartography [17]. Datum must be configured for each region of the planet, to enhance accuracy. Generally it is used the WGS84 world standard datum. In Brazil the official datum was changed from the SAD-69 to SIRGAS-2000 in 2005. A little tens of meters of error can be attributed to difference between datums used.

It was used the interchanged ICs NR2903 (American standard) for 915 MHz and the NR2483 replacing the 2904 of the Fig. 1. The frequency used for the data set shown here was the 686 MHz, using the NR2483. The proposed device demonstrated

appropriated performance to animal tracking purpose and new experiences are made with other technologies and systems, like gateways, GPRS, UHF repeater, as well as the field work with mammals like the guará wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and some kind of wild felines, like the jaguar (*Panthera onca*). The program of the system was enhanced and now is immune to unsuccessful reception and works full automatically. The redesign seeks very low power consumption and lighter device. The microcontroller can be anyone with I2C and enough analogue and digital entries.

Acknowledgements

The authors would like to thank the support received from the CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel), the Graduate Program in Electrical and Computer Engineering (CPGEI) and Graduate Program in Biomedical Engineering (PPGEB), both in UTFPR.

References

- [1] V. R. Jain, R. Bagree, A. Kumar & P. Ranjan. wildCENSE: GPS based animal tracking system. In *Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing*, 2008. ISSNIP 2008. International Conference. Pp. 617-622. (2008). Doi: 10.1109/ISSNIP.2008.4762058
- [2] R. Kays, M. C. Crofoot, W. Jetz & M. Wikelski. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science*. V. 348, nº 6240, aaa2478. (2015). Doi: 10.1126/Science.aaa2478
- [3] J. R. Tester, D. W. Warner, & W. W. Cochran. A radio-tracking system for studying movements of deer. *The Journal of Wildlife Management*. Pp. 42-45. (1964). Doi: 0.2307/3797933
- [4] J. J. Craighead, & F. C. Craighead Jr. Grizzly bear-man relationships in Yellowstone

- National Park. *BioScience*. V. 21 n° 16, pp. 845-857. (1971). Doi: 10.2307/1295811
- [5] F. C. Craighead Jr, & J. J. Craighead. Data on grizzly bear denning activities and behavior obtained by using wildlife telemetry. *Bears: Their Biology and Management*. Pp. 84-106. (1972). Doi: 10.2307/3872573
- [6] C. S. Miller, M. Hebblewhite, J. M. Goodrich & D. G. Miquelle. Review of research methodologies for tigers: telemetry. *Integrative Zoology*. V. 5, n° 4, pp. 378-389. (2010). Doi: 10.1111/j.1749-4877.2010.00216.x
- [7] N. Sobajic, J. Gutierrez, R. Kraemer & M. Krstic. Using wake-up receivers in bird telemetry Viability study. In *Telecommunication in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS)*, 11th International Conference on. V. 2, pp. 530-533. (2013). Doi: 10.1109/TELSIKS.2013.6704434
- [8] S. Erdogan, T. Shaneyfelt & A. Honma. Integrated Knowledge Base for Environmental Research. *Autonomic and Autonomous Systems and International Conference on Networking and Services ICAS-ICNS 2005*. Joint International Conference on. IEEE. Pp. 54-54. (2005). Doi: 10.1145/1095242.1095267
- [9] G. A. M. Dos Santos, Z. Barnes, E. Lo, B. Ritoper, L. Nishizaki, X. Tejada, A. Ke, H. Lin, C. Schurgers, A. Lin & R. Kastner. Small unmanned aerial vehicle system for wildlife radio collar tracking. In *Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (MASS)*, 2014 IEEE 11th International Conference. Pp. 761-766. (2014). Doi: 10.1109/MASS.2014.48
- [10] T. R. Consi, J. R. Patzer, B. Moe, S. A. Bingham, & K. Rockey. An unmanned aerial vehicle for localization of radio-tagged sturgeon: Design and first test results. In *OCEANS'15 MTS/IEEE Washington*. Pp. 1-10. (2015). Doi: 10.23919/OCEANS.2015.7404448
- [11] C. P. Juarez, M. A. Rotundo, W. Berg & E. Fernández-Duque. Costs and benefits of radiocollaring on the behavior, demography, and conservation of owl monkeys (*Aotus azarai*) in Formosa, Argentina. *International Journal of Primatology*. V. 32, n°1, pp. 69-82. (2011). Doi: 10.1007/s10764-010-9437-z
- [12] S. Fregosi, H. Klinck, M. Horning, C. P. Costa, D. Mann, K. Sexton, L. A. Hückstädt, D. K. Mellinger & B. L. Southall. An animal-borne active acoustic tag for minimally invasive behavioral response studies on marine mammals. *Animal Biotelemetry*. V. 4, n°1, pp. 4-9. (2016). Doi: 10.1186/s40317-016-0101-z
- [13] H. Matsumoto, A. Turpin, J. Haxel, C. Meinig, M. Craig, D. Tagawa, H. Klinck & B. Hanson. A Real-time Acoustic Observing System (RAOS) for killer whales. In *Oceans 2016 MTS/IEEE Monterey*. Pp. 1-6. (2016). Doi: 10.1109/OCEANS.2016.7761032
- [14] F. Urbano, F. Cagnacci, C. Calenge, H. Dettki, A. Cameron & M. Neteler. Wildlife tracking data management: a new vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. V. 365, n°1550, pp. 2177-2185. (2010). Doi: 10.1098/rstb.2010.0081
- [15] R. Lopez, J. P. Malarde, F. Royer & P. Gaspar. Improving Argos doppler location using multiplemodel Kalman filtering. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. V. 52, n°8, pp. 4744-4755. (2014). Doi: 10.1109/TGRS.2013.2284293
- [16] J. M. Martin, G. W. Swenson & J. T. Bernhard. Methodology for efficiency measurements of electrically small monopoles for animal tracking. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*. V. 51, n° 2. Pp. 39-47. (2009). Doi: 10.1109/MAP.2009.5162015
- [17] R. M. Friedmann. *Fundamentos de orientação, cartografia e navegação terrestre*. *Fundamentos de Orientação, Cartografia e Navegação Terrestre*. Curitiba: UTFPR ed. (2008).

Desenvolvimento de tecnologia de um dispositivo de longo alcance e baixo consumo para rastreabilidade de animais ameaçados

Fausto Fernando Hilário Gomes¹
*Mestrando em Engenharia
 Biomédica*
*Universidade Tecnológica Federal
 do Paraná*
Curitiba, Brasil
 ORCID: 0000-0001-8703-848X

Karin Cristine Grande²
*Doutoranda em Engenharia
 Elétrica*
*Universidade Tecnológica Federal
 do Paraná*
Curitiba, Brasil
 ORCID: 0000-0003-4561-4965

Bertoldo Schneider Jr.³
*Orientador Mestrado em
 Engenharia Biomédica*
*Universidade Tecnológica Federal
 do Paraná*
Curitiba, Brasil
 ORCID: 0000-0002-7240-9652

Abstract - The study aims to analyze the feasibility of using the *low power long range* (LoRa) technology, for use as a data acquisition, communication and real-time information availability system. To this end, a device was assembled to perform the conceptual tests and subsequent analysis. The technology is promising and will provide a technological leap in the current tracking systems and data collection of animals, both in their habitats and in urban regions. The system is aimed at the conservation and protection of wildlife, in addition, can be used to monitor and prevent the risk of wildlife contact with humans in areas at risk of contact due to the expansion of rural and urban areas. This technology will enable a wide range of applications beneficial to humanity and the environment.

Keywords—LoRa, accuracy, receiver, communication

I. INTRODUÇÃO

A ausência de monitoramento e controle de animais os expõem a diversos riscos, principalmente espécies ameaçadas de extinção [1] e espécies símbolo, devido a fatores como caça predatória, esportiva, ou contato dos animais com os seres humanos devido à expansão territorial. A coleta de informações obtidas pelo monitoramento possibilitará estudos mais aprofundados sobre o comportamento, bem como o

impacto da interação do homem com os animais em seu habitat. [2].

Atualmente existem vários fatores que expõem os animais a riscos fatais, colocando diversas espécies no triste cenário de risco de extinção, tais espécies estão classificadas na [1], onde os riscos se apresentam como caça predatória, esportiva ou exploratória, como exemplificado pela WWL [3], também o avanço de áreas agrícolas expõe as espécies nativas ao risco, devido ao impacto em seu ecossistema (Plano de Manejo da Floresta Nacional do Purus), os animais também correm risco de atropelamento, devido à ausência de pesquisas sobre seu comportamento e fatores migratórios [5], assim como, o simples contato com os seres humanos que ocasiona diversos incidentes que culminam, na maioria dos casos, na morte do animal. [6]

Hoje existem diversas entidades que incentivam, ou até mesmo financiam o desenvolvimento tecnológico para fins de proteção a espécies ameaçadas, tais como a WWF (World Wildlife Fund), [7, 8], entre outras.

A conectividade se apresenta cada vez mais presente no cotidiano da sociedade, sendo que esta possibilita a integração e interação de um indivíduo a diversas tecnologias que estão presentes na casa, no trabalho, nos veículos e até mesmo no bolso das pessoas, possibilitando o acesso à informação imediatamente ou quando se faz

necessária, abrindo assim uma vasta gama de possibilidades.

Os avanços tecnológicos no segmento de IoT (internet das coisas) possibilitam atualmente uma nova tendência que está em crescimento, que é a comunicação M2M (*machine to machine*) que possibilita a coleta e transmissão de dados automaticamente sem a necessidade de solicitação ou intervenção humana.

Novos avanços de sistemas de transmissão que não necessitam de potência para sua transmissão e se apresentam cada vez menores possibilitam sua utilização em animais para a coleta de sinais biométricos, bem como, geolocalização entre outros, abrindo um novo horizonte em relação a pesquisas de comportamento, bem como, a segurança dos animais quanto a caça predatória e segurança bidirecional, onde pode-se controlar e prevenir o contato de seres humanos com animais rastreados, evitando assim incidentes fatais a ambos.

Atualmente existem diversos dispositivos destinados à coleta e transmissão de informações, contudo, estes possuem limitações e/ou aplicações específicas que restringem sua abrangência. A possibilidade da coleta de dados e disponibilização de informações, tais como sinais biométricos, geolocalização, ambientais, climáticos, foto-gráficos, entre outros, resultará em um salto de inovação tecnológica e em gestão da informação que poderá ser aplicado em diversos segmentos.

II. O ESTUDO

O presente estudo se apresenta como um sistema de aquisição de dados, comunicação e disponibilização da informação programável podendo coletar dados em momentos ou períodos programados bem como possibilitando ao pesquisador obtê-los em tempo real com o advento da tecnologia o que é uma opção demasiadamente necessária para ações de busca, remanejamento ou resgate de um animal em estado de risco. Proporcionará um salto tecnológico quanto aos atuais sistemas de rastreamento e coleta de dados de animais, tanto em seus habitats, quanto em regiões urbanas. O sistema é voltado à conservação e proteção da vida selvagem, principalmente

de espécies ameaçadas [1], adicionalmente, pode ser usado para o monitoramento e prevenção do risco de contato de animais selvagens com seres humanos em áreas de próximo convívio, ainda mais devido a redução do *habitat* e área de caça dos animais, o que força esses a busca contínua por alimento, e subjetivamente ocasionando o inevitável encontro. Outro avanço que o dispositivo proporcionara será quanto ao no comportamento desses animais, bem como no reflexo e impacto da humanidade sobre seu *habitat* e sua rotina de vida. A tecnologia abordada nesse estudo se apresenta como uma forma adicional e inovadora em IoT, bem como em comunicação Mt2M e possibilitará uma enorme gama de aplicações benéficas não somente ao meio ambiente assim como à humanidade em geral.

Para a viabilidade do conceito foi desenvolvido um dispositivo transmissor e outro receptor que foi concebido para ser conectado diretamente a uma entrada USB facilitando assim a coleta dos dados, a montagem também tem como intuito de analisar o consumo de energia e o raio de abrangência que o dispositivo possibilitaria, seu peso, precisão, bem como, a possibilidade de transmissão em tempo real dos dados coletados pelo aparelho. Para tanto, foi escolhida a tecnologia LoRa (*Low Power Long Range*) [9] para o desenvolvimento do protótipo e testes conceituais, devido as suas características, possibilitando uma transmissão com baixo consumo de energia, deixando a cargo do receptor (*gateway*), que demanda o maior consumo. É uma tecnologia recente e que se apresenta promissora para diversas aplicações futuras.

Para o ensaio em questão foram utilizados dois módulos LoRa em modo P2P (*peer-to-peer*, ponto a ponto), sendo estes módulos que seriam normalmente utilizados como transmissores, onde, um deles foi adaptado para fazer o papel de *Gateway*. Essa utilização foi adotada devido ao custo para execução dos testes de viabilidade e capacidade da tecnologia aplicada ao propósito proposto, com o intuito de validação do sistema em relação a sua pretensão de uso.

O protótipo foi submetido a diversas situações e ambientes, tais como parques e centro urbano, possibilitando assim, várias observações no que tange a efetividade da transmissão e recebimento das informações. Usando como referência comparativa o dispositivo comercial de geo-localização acoplado no transmissor, foi possível acompanhar o desempenho deste, em relação a rota que o transmissor fora submetido. A coleta dos dados possibilitou uma avaliação da precisão do dispositivo, sua capacidade de transmissão, consumo e possível latência.

A seguir, podem ser observados os locais onde foram executados os ensaios, bem como, a coleta de informações a partir do transmissor em movimento, devido a compilação dos dados de latitude e longitude fornecidos pelo módulo *GPS*⁵ acoplado ao transmissor.



Fig. 1. Teste inicial realizado em área afastada dos centros urbanos, em meio a grande ambiente arborizado. Os dados foram coletados mediante acionamento de botão no transmissor.

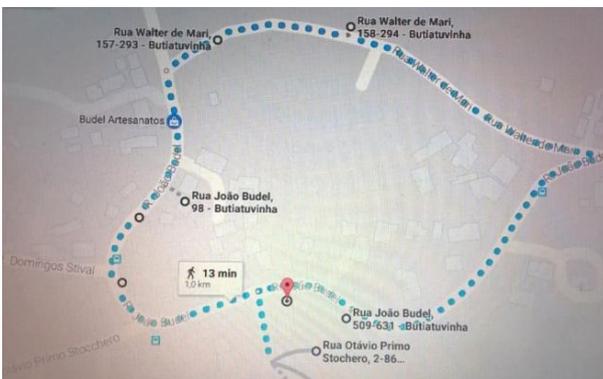


Fig. 2. Perspectiva do trajeto realizado no teste inicial (fig 1)



Fig. 3. Os círculos com um ponto central mostram as posições recebidas com sucesso. Foto de satélite do parque Barigui em Curitiba/PR, licença do Google Earth. O software utilizado para integração desses dados foi o software TrackMaker versão 13.9. [12]

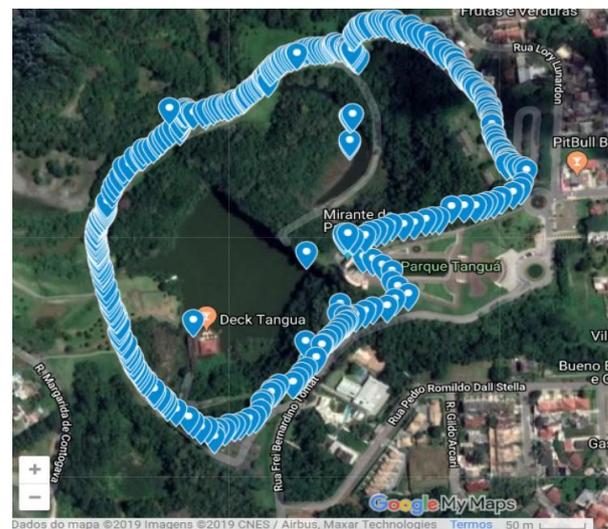


Fig. 4. Teste executado no parque Tanguá em Curitiba/PR, ONE O CIRARIT já transmitia automaticamente os dados. Foi programado para que transmitisse sua geolocalização a cada 10 segundos.

⁵ Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global

III. METODOLOGIA

Para os testes foi necessário o desenvolvimento do circuito eletrônico com base em um micro controlador PIC18LF45K22-I/PT [10], com módulo GPS de mercado incorporado, sendo utilizado chip LoRa RN2903 que é padrão americano e trabalha com até 20dB a 915MHz, o circuito base do transmissor pode ser visto na figura 5, durante seu desenvolvimento contamos com o apoio e suporte da Semtech que forneceu documentações técnicas para tal [9].

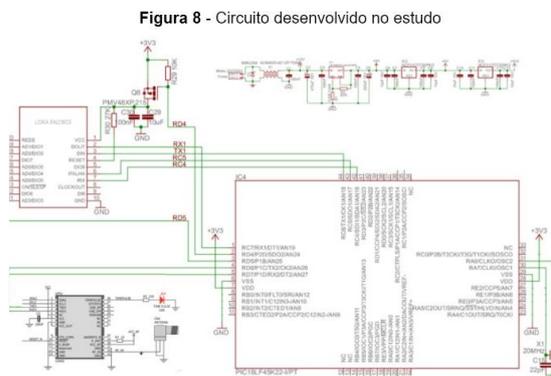


Fig. 5. Circuito desenvolvido no estudo

As imagens das montagens do transmissor e do receptor podem ser vistas na figura 6a transmissor e figura 6b receptor. [10]



Fig. 6a. Transmissor desenvolvido a partir do componente LoRa acoplado a um módulo GPS telite.

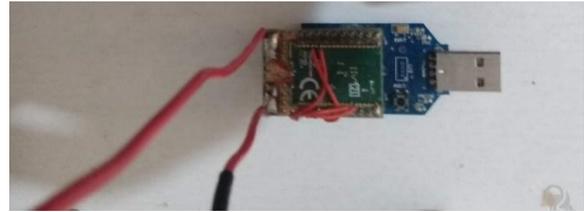


Fig. 6b. Placa desenvolvida a partir do componente LoRa RN2903 acoplado a uma placa base de conexão USB Arduino.

O receptor de aparece na figura 6b, foi concebido para ser conectado diretamente a um computador através da porta USB e assim coletar os dados do transmissor diretamente, sem a necessidade de outras interfaces.

IV. CONCLUSÃO

Através dos dados coletados pode-se determinar diversos parâmetros tais como, consumo de energia, que no estado *cold*, o dispositivo necessita de um pico de corrente que pode chegar a 30mA para conexão que se dá em 10 a 15 segundos, após entra no *staus hot* e seu consumo cai para 5mA. Em *stand by* o dispositivo não consome mais que 600 μ A o que comprova a viabilidade de seu uso. O aparelho também se apresenta como dispositivo inovador compacto e leve o que reforça sua aplicação em comparação as tecnologias atuais, que trabalham em UHF ou VHF que transmitem a curto alcance, com bateria extremamente pesadas e de vida curta, ou aparelhos que coletam as informações porem não as transmite, fazendo-se necessária a recuperação do dispositivo para ter acesso aos dados coletados, o que limita muito sua aplicação. O dispositivo desenvolvido pelo estudo em questão pode transmitir a distancias muito maiores e também é um tranceptor e sendo assim não só transmite como também recebe e podendo ser reprogramado a distância o que se apresenta como uma ferramenta excepcional pois o pesquisador poderá programar o transmissor para transmitir as informações em períodos regulares bem como enviar um comando para que ele passe a transmitir continuamente, também poderá ser utilizado como barreira virtual o que poderá proteger tanto o animal como os seres

humanos, evitando assim o contato entre estes, para o teste foi utilizado a transmissão de geolocalização, contudo pode ser transmitida diversas informações tais como temperatura batimento cardíaco e inclusive imagem. Para o teste conceitual foi executada transmissão ponto a ponto o que restringiu a distância a 1500m, contudo se for utilizado um gateway existem aplicações que já ultrapassaram 50Km [11].

in Various Environments in Lebanon," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 2366-2378, April 2019. doi:

10.1109/JIOT.2019.2906838.

[12] GRANDE, K. C.; GOMES, F. H. ; SANTIAGO, E. ; GEWEHR, P. M. ; BERGOSSI, V. H. D. ; SCHNEIDER JR, B. . LORA based biotelemetry system for large land mammals. In: European Test and Telemetry Conference, 2018, Nürnberg. European Test and Telemetry Conference- Chapter 5. Time-space position technologies. Berlin: Ama Science, 2018. p. 101-105.

DOI: 10.5162 / ettc2018 / 5.2

REFERÊNCIAS

[1] RED LIST (IUCN Red List version 2017-3: Table 5 Last Updated: 05 December 2017).

[2] IUCN 2019. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da

IUCN. Versão 2019-2. <<https://www.iucnredlist.org>>

ISSN 2307-8235 Privacidade e segurança © União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais

[3] World Wildlife Fund, 1250, 24th Street, NW, Washington, DC, 20037 © 2019 World Wildlife Fund <<https://www.worldwildlife.org/species/rhino>> 07/2019

[4] PLANO DE MANEJO DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS Volume I – Diagnóstico e Caracterização 07/2009

[5] O CBEE está instalado na Universidade Federal de Lavras – Lavras – Minas Gerais, junto ao Departamento de Biologia. ©2013 PORTAL CBEE - Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas

[6] Jayasuriya Arachchi, Priyantha. 2018. P156021 ESCAMP AFS 2017 (Inglês). Washington, DC: Grupo Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/611801533801353556/P156021-ESCOMP-AFS-2017> © 2019 Grupo do Banco Mundial

[7] World Wildlife Fund, 1250, 24th Street, NW, Washington, DC, 20037 © 2019 World Wildlife Fund <<https://www.worldwildlife.org/projects>> 06/2019

[8] The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund provides financial support to species conservation projects worldwide © Mohamed bin Zayed Fundo de Conservação de Espécies 2013.

[9] LoRa™ Alliance Wide Area Network for IoT- Semtech LoRa™ Technology.

[10] Microchip received ISO/TS-16949:2009 certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona; Gresham, Oregon and design centers in California and India. The Company's quality system processes and procedures are for its PIC® MCUs and dsPIC® DSCs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, nonvolatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001:2000 certified.

[11] R. El Chall, S. Lahoud and M. El Helou, "LoRaWAN Network: Radio Propagation Models and Performance Evaluation

ANEXO 1 –PAINEL FLEXÍVEL



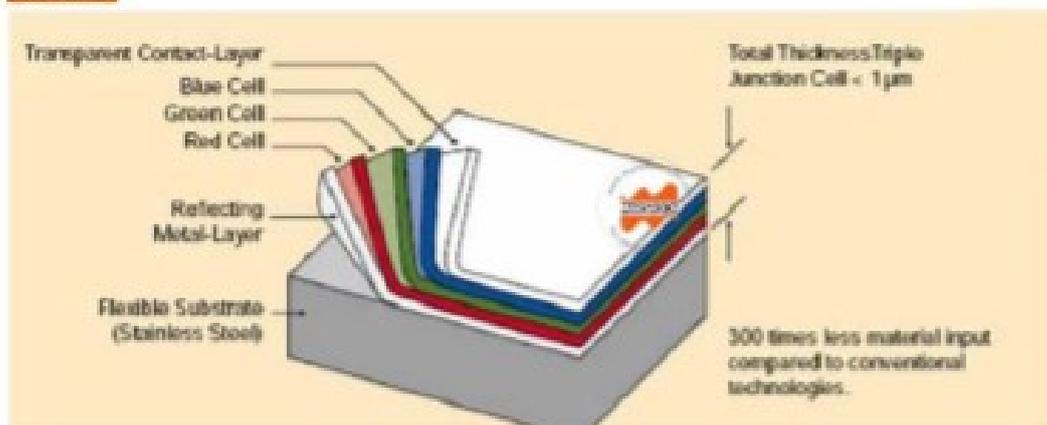
Painel solar flexível pequeno de 0.5W 1.5V para DIY

Podemos aceitar personalizar o painel solar flexível de fabricação, se a sua quantidade for adequada.

Introdução

Painel solar flexível é usar tecnologia de filme fino high-end especial. Tem mais vantagens do que o painel solar laminado, como bom desempenho em alta temperatura e com pouca luz e peso leve, para ser mais adequado para edifícios com peso sensível. A característica mais importante do painel solar flexível é que pode ser flexível ou dobrável. Esse recurso pode dar mais espaço para os arquitetos realizarem seu design colorido.

Estruturas

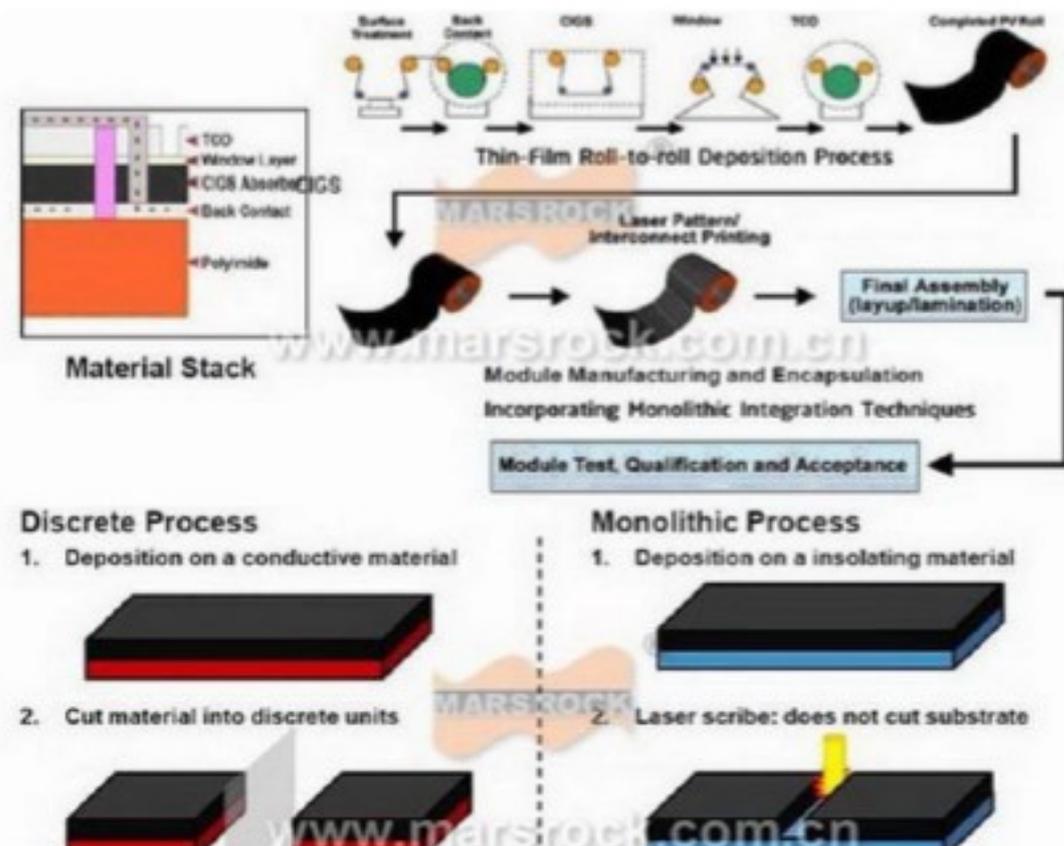


Visão geral

Detalhes rápidos

Lugar de origem:	Fujian, China	Marca:	MARSROCK
Número do modelo:	FLD-6	Tamanho:	197X500mm
Material:	Silício amorfo	Máx. Poder:	0.5W
Número de células:	2	Mercadoria:	Panel solar flexível pequeno de 0.5W
Voltagem:	3V	Espessura:	2mm
Peso:	0.1kg	Máx. Atual:	100mA
Desempenho de te...:	-0,21% / °C	Tolerância à sombra:	Perda (4% -5%)
Material de encaps...:	Filme de poliéster	Produto:	Panel solar flexível
Garantia de saída d...:	Reduzir não superior a 20% aos 25 anos		

- >> **Flexível (dobrável)** : forma espaço livre para os arquitetos e possa conectar-se à superfície de flexão, atenda aos requisitos estéticos do BIPV
- >> **Leve** : especialmente adequados para algumas superfícies de instalação é sensível ao peso.
- >> **Durável** : filme de poliéster encapsulado, resistente a raios ultravioleta, resistente à umidade, a aplicação que mais de 30 anos sob condições extremas foram comprovadas por pesquisas, amplamente utilizados em vários campos por satélites, espaço e militares.
- >> **Sem vidro** : não quebra se for atingido pelo granizo; no entanto, módulos solares de silício monocristalino ou silício policristalino estocados pelo granizo, talvez precise de módulos solares de reposição; se assim for, isso custará muito. Também pode andar levemente nos módulos solares flexíveis, é fácil para instalação e manutenção.
- >> **Tolerância à sombra** : bom desempenho de trabalho externo sob condições de pouca luz.
- >> **Desempenho superior em condições de alta luminosidade** : entrada de energia 10% a 20% maior que os módulos solares monocristalinos de silício ou policristalino sob alta temperatura.
- >> **Maior geração de energia** .
- >> **Bom auto-limpeza** : a superfície possui características de alta resistência à poluição, limpeza fácil e dura, normalmente, a sujeira pode ser descarregada limpa pela chuva.
- >> **Fácil de instalar**



ANEXO 2 – DURACELL MN1300



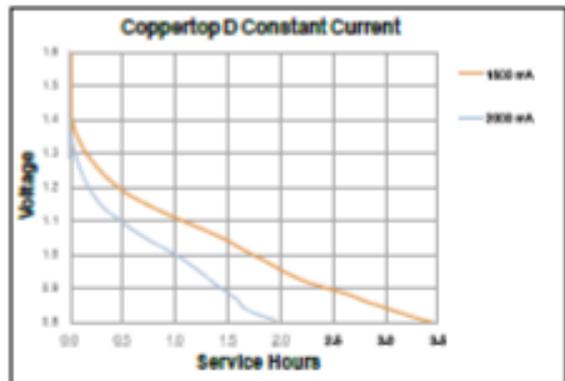
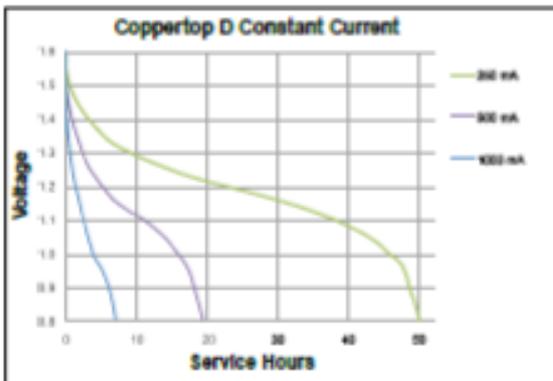
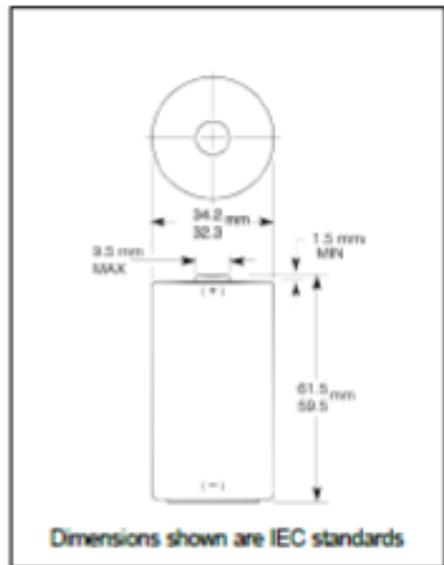
MN1300
Size: D (LR20)

Alkaline-Manganese Dioxide Battery

Zn/MnO₂



Nominal voltage	1.5 V
Impedance	138 m-ohm @ 1 kHz
Typical weight	139 g (4.9 oz)
Typical volume	56.4 cm ³ (3.4 in ³)
Terminals	Flat
Storage temperature range	5°C to 30°C (41°F to 86°F)
Operating temperature range	-20°C to 54°C (-4°F to 130°F)
Designation	ANSI: 13A IEC: LR20



Berkshire Corporate Park
Bethel, CT. 06801 U.S.A.
Telephone: Toll-free 1-800-544-5454
www.duracell.com

Delivered capacity is dependent on the applied load, operating temperature and cut-off voltage. Please refer to the charts and discharge data shown for examples of the energy/service life that the battery will provide for various load conditions.

This data is subject to change. Performance information is typical. Contact Duracell for the latest information.

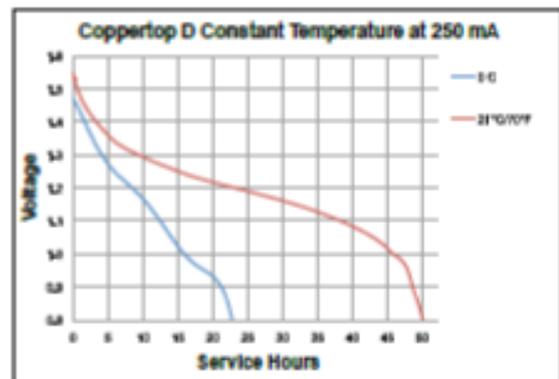
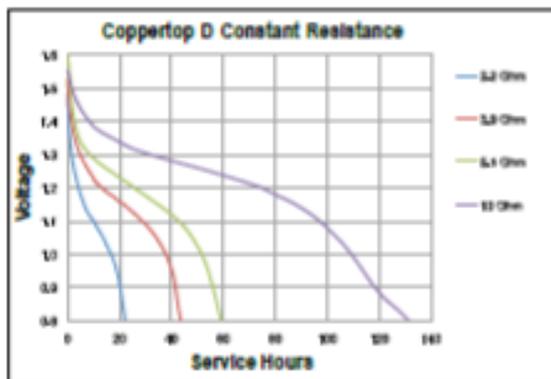
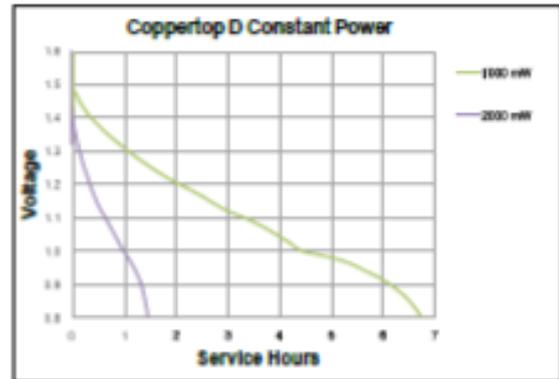
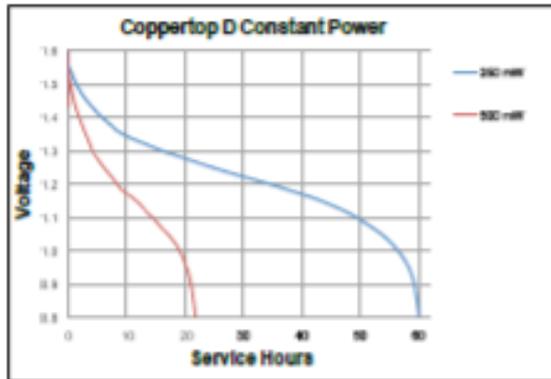
MN13CTUS0413

DURACELL
 DURALOCK
 POWER PRESERVE™
COPPERTOP

MN1300
Size: D (LR20)

Alkaline-Manganese Dioxide Battery

Zn/MnO₂



DURACELL
 BATTERIES

Berkshire Corporate Park
 Bethel, CT. 06801 U.S.A.
 Telephone: Toll-free 1-800-544-5454
www.duracell.com

Delivered capacity is dependent on the applied load, operating temperature and cut-off voltage. Please refer to the charts and discharge data shown for examples of the energy/service life that the battery will provide for various load conditions.

This data is subject to change. Performance information is typical. Contact Duracell for the latest information.

MN13CTUS0413

ANEXO 3 – CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO RN2903A ANATEL

		República Federativa do Brasil Agência Nacional de Telecomunicações	
Certificado de Homologação (Intransferível)			
Nº 00802-19-08759			
Validade: Indeterminada		Emissão: 09/03/2019	
Requerente:		Fabricante:	
APLICAÇÕES ELETRÔNICAS ARTIMAR LTDA		MICROCHIP TECHNOLOGY INC.	
BELA CINTRA Nº746 CONJUNTOS 31 E 32		2355 W. CHANDLER BLVD.65224 CHANDLER - ARIZONA	
CONSOLAÇÃO		ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	
01415002 SÃO PAULO SP			
<p>Este documento homologa, nos termos da regulamentação de telecomunicações vigente, o Certificado de Conformidade nº NCC 16733/19, emitido pelo Associação NCC Certificações do Brasil. Esta homologação é expedida em nome do solicitante aqui identificado e é válida somente para o produto a seguir discriminado, cuja utilização deve observar as condições estabelecidas na regulamentação de telecomunicações.</p>			
			
Tipo - Categoria:			
Transceptor de Radiação Restrita - II			
Modelo - Nome Comercial (s):			
RN2903A - (RN2903)			
Características técnicas básicas:			
Faixa de Frequências Tx (MHz)	Potência Máxima de Saída (W)	Tecnologias	Tipo de Modulação
902,0 a 907,5	0,0564	OUTRAS	LoRa Technology Modulation
915,0 a 928,0	0,0564	OUTRAS	LoRa Technology Modulation
Ensaio de SAR não aplicável.			
Observações:			
Na instalação do produto devem ser observadas as condições de uso conforme estabelecido no Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.			
Produto não acabado, de uso interno, cuja integração em outros equipamentos pode requerer nova avaliação.			
Constitui obrigação do fabricante do produto no Brasil providenciar a identificação do produto homologado, nos termos da regulamentação de telecomunicações, em todas as unidades comercializadas, antes de sua efetiva distribuição ao mercado, assim como observar e manter as características técnicas que fundamentaram a certificação original.			
As informações constantes deste certificado de homologação podem ser confirmadas no SCH - Sistema de Gestão de Certificação e Homologação, disponível no portal da Anatel. (www.anatel.gov.br).			
Davison Gonzaga da Silva Gerente de Certificação e Numeração			

