



COLEIRA ELETRÔNICA PARA RASTREAMENTO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO

Marco Antônio Vaccaro¹, Pedro Giassi Junior²

Resumo: Animais de estimação (*pets*) são como filhos para muitos de seus donos. Perdê-los pode trazer profunda tristeza para pessoas mais apegadas. Com a função de auxiliar e acelerar a recuperação dos pets em caso de fuga, existem dispositivos rastreadores específicos para animais. Hoje há diversos destes produtos no mercado, porém cada um foca uma característica diferente e todos esquecem de algo de muita importância para o sistema, a duração da bateria somada a usabilidade do produto. Com a alta frequência de carregamento da bateria, o tutor pode esquecer de fazê-lo, deixando o dispositivo inoperante e desprotegendo o seu animal. Este artigo tem como objetivo desenvolver uma coleira rastreadora que tenha como diferencial a duração prolongada da bateria. Ao final, foi possível concluir que o produto tem um potencial de ser desenvolvido e aplicado no mercado nacional, trazendo tranquilidade aos usuários e somando de forma positiva em nossa sociedade.

Palavras-chave: Coleira. Rastreabilidade. *Pets*.

Abstract: *Pets are like children to many of their owners. Losing them can bring deep sadness to the most attached people. With the function of assisting and accelerating the recovery of Pets in the event of an escape, there are specific tracking devices for animals. Today there are several of these products on the market, but each one focuses on a different feature, and all forgets something very important for the system, the battery life added to the usability of the product. With the constantly battery charging, the owner can forget to do it, leaving the device inoperative and unprotected their animal. This article aims to develop a tracking collar that has a long battery life as a differential. In the end, it was possible to conclude that the product has the potential to be developed and applied in the national market, bringing tranquillity to users and adding positively to our society.*

Keywords: Collar leash. Traceability. *Pets*.

¹ Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, IFSC/Florianópolis <marcoantoniovaccaro@gmail.com>.

² Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), IFSC/Florianópolis <pedro.giassi@ifsc.edu.br>.

1 INTRODUÇÃO

Segundo um estudo realizado nos Estados Unidos por Emily Weiss em 2012, 14% das pessoas perdem seus animais de estimação pelo menos uma vez a cada 5 anos. Destes animais perdidos, 7% dos cachorros e 30% dos gatos nunca são encontrados (WEISS, 2012).

Fazendo um paralelo, seguindo como base dados de 2021 da Abinpet (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação) sobre a quantidade de animais de estimação no Brasil, é possível dizer que anualmente 365 mil animais de estimação são perdidos e não são encontrados em território nacional (ABINPET, 2021). Mesmo os que são recuperados podem levar dias ou semanas para retornarem (muitas vezes machucados) aos seus donos. Neste meio tempo, tanto o animal quanto seu dono passarão por momentos de agonia sabendo da possibilidade de não reencontrar seu companheiro.

Um animal muitas vezes é um parceiro de vida capaz de contagiar a todos com seu amor incondicional. Para uma pessoa, perder um animal que ama é uma dor que pode se igualar à perda de um filho (OLIVEIRA, 2013). Para estas, ter a possibilidade de utilizar um sistema que auxiliaria na recuperação do animal em caso de fuga é algo que pode chamar a atenção.

Atualmente existem alguns dispositivos no mercado que tentam auxiliar na recuperação dos animais em caso de fuga, porém, muitos apresentam funcionalidades limitadas. A pouca duração da carga da bateria destes dispositivos os fazem suficientes apenas para breves passeios. Caso o usuário decida deixar o animal protegido o tempo todo terá problemas pois precisará sempre estar carregando a coleira do seu *pet*.

O mercado *pet* no Brasil cresceu 87% nos últimos 5 anos. Apesar da pandemia as pessoas continuaram a gastar com seus animais (ABINPET, 2021). Muitos até mesmo adotaram seus primeiros *pets* para terem companhia neste momento que passaram a ficar mais em casa.

Tendo em vista o contexto apresentado, propõe-se o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico capaz de indicar, em tempo real, a localização do animal sempre que ele sair de uma área pré-determinada (residência, por exemplo). Desta forma, o sistema, além de segurança, traz também tranquilidade para os donos que tanto amam seus animais. O dispositivo foi desenvolvido buscando se diferenciar de algumas funcionalidades dos diversos dispositivos já ofertados no mercado e, ao mesmo tempo, manter o baixo custo para conseguir se enquadrar no mercado de rastreadores para *pets*. Assim, foram levantados requisitos junto ao público-alvo, buscado os principais produtos concorrentes para entender seu funcionamento. Foi feito um levantamento das tecnologias potenciais a serem utilizadas, projeto e desenvolvimento de um sistema em matriz de contatos, além da realização de testes de campo para validação de operação.

Este artigo tem como principal objetivo provar a viabilidade do desenvolvimento de uma coleira rastreadora, mediante construção de uma prova de conceito (dispositivo) que consiga medir, gerar alertas e informar o usuário da localização em tempo real de um animal. Por meio de técnicas de economia de consumo de energia, também será estudada a possibilidade de utilizar o dispositivo coleira GPS por pelo menos 10 dias sem carregamentos, tempo necessário para se obter o diferencial de mercado desejado (baseado nos produtos concorrentes). Por último um levantamento será feito para se encontrar o *hardware* ideal para o produto proposto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Relação Humano-Animal

Humanos possuem relações afetivas com animais desde a era pré-histórica. Sabe-se que para diversas civilizações os animais eram vistos como uma ponte entre o mundo real e espiritual e eram inclusive utilizados em diferentes tipos de rituais. Esta relação se estendeu para diversas espécies, entre elas cachorros e gatos, os *pets* mais comuns atualmente (CAETANO, 2010). Porém, o convívio com estes últimos evoluiu para um outro patamar. Ainda segundo Caetano (2010), com o passar dos milhares de anos, o cachorro por exemplo, passou a ter outras funções dentro da sociedade humana: parceiro de caça, protetor e companheiro. Muitas destas relações se estendem até os dias atuais, no entanto, devido a diversos fatores é comum notar que estes animais passaram a ganhar uma posição de “membros familiares” em diversos lares.

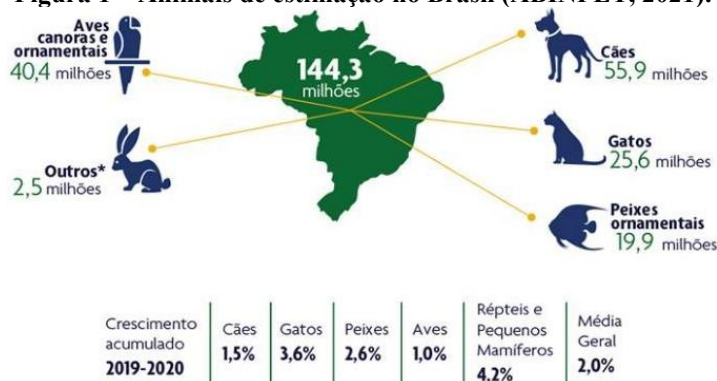
Esta relação social entre humano e animal traz benefícios para ambos. Segundo Tatibana (2009), crianças que convivem com animais se tornam mais sociáveis, solidárias e desenvolvem um maior senso de responsabilidade. Na sociedade atual, que tende a afastar os humanos uns dos outros, os animais assumem um papel fundamental no equilíbrio emocional das pessoas, comprovando que as que passaram a conviver com animais de estimação relataram melhoras significativas em sua saúde mental (OLIVEIRA, 2013).

Por causa desta relação afetiva, animais de estimação deixam de ser apenas “animais” e passam a ter uma importância especial na vida de seus tutores. Segundo uma pesquisa realizada pela Mindminers (2018), 88% dos donos de cachorros os consideram como parte da família. Porém, isto traz um problema: a perda destes animais pode trazer profunda tristeza aos que os amavam. Este luto compara-se ao de perda de uma pessoa querida. O processo de recuperação pode ser complicado, sendo que não há saída fácil. Algumas pessoas tentam superar a perda com a adoção de um novo animal, porém, como cada *pet* é único, por vezes este vazio permanece nos tutores. Outras pessoas buscam não adquirir outro animal pelo medo de mais uma vez sofrer com a perda (OLIVEIRA, 2013).

2.2 Número de Animais no Brasil, Perda e Recuperação de *Pets*

Segundo Abinpet (2021), o Brasil conta com a terceira maior população de animais de estimação do mundo, totalizando 144,3 milhões de *pets* (Figura 1).

É difícil de obter um número preciso de animais perdidos no Brasil, nenhuma instituição jamais realizou tal pesquisa em nosso país; até mesmo em países estrangeiros são poucos os dados disponíveis. A pesquisa utilizada em diversos estudos foi realizada por Weiss em 2012. Neste estudo, foi possível determinar que cerca de 11 a 16% dos cachorros e 12 a 18% dos gatos se perdem pelo menos uma vez a cada cinco anos. Destes, 7% dos cachorros (Figura 2(a)) e 36% dos gatos (Figura 2(b)) não são recuperados.

Figura 1 – Animais de estimação no Brasil (ABINPET, 2021).**Figura 2 – Situação dos animais perdidos: (a) cachorros e (b) gatos. (WEISS, 2012).**

Traçando um paralelo e usando como referência o número de animais no Brasil, supõe-se que, dos 55,9 milhões de cachorros, 7,55 milhões se perdem pelo menos uma vez a cada cinco anos. Destes, 530 mil não são recuperados; ou seja, 290 cachorros são diariamente perdidos para sempre no Brasil. Para gatos, como a taxa de recuperação é menor, esse número sobe para 680 gatos perdidos por dia e que acabam não sendo recuperados. Estes valores não são precisos uma vez que são uma suposição que utilizou como base o artigo de Weiss realizado nos Estados Unidos, país que tem realidade diferente do Brasil.

O autor deste artigo realizou uma pesquisa com 47 tutores de *pets* e conseguiu levantar mais alguns dados relacionados à perda de animais no Brasil. Nesta pesquisa, 18,2% dos *pets* que fugiram de suas casas nunca foram encontrados. Este maior número pode se dar devido à realidade brasileira que dificulta a recuperação dos animais.

Nos Estados Unidos, é comum utilizar alguns outros métodos que auxiliam na recuperação dos animais. Lá, muitos utilizam microchips subcutâneos e nas cidades normalmente há um sistema que toma conta de animais perdidos (WEISS, 2012). Como no Brasil esta prática não é tão comum, se torna mais difícil recuperar um animal perdido.

2.3 Análise de Concorrentes

Como comentado anteriormente, existem vários dispositivos no mercado que possuem função similar ao do proposto neste trabalho. Porém, como será analisado a seguir, os modos de uso que oferecem são limitados, prejudicando a duração da bateria ou restringindo o usuário a utilizar o dispositivo de maneiras que podem não atender às suas expectativas.

Foi possível notar que os produtos abaixo foram desenvolvidos com o objetivo de fazer o rastreamento do *pet* durante um passeio. Esta conclusão baseia-se: na propaganda dos próprios produtos enfatizarem estes momentos; por alguns produtos não possuírem modo repouso; pelos produtos que possuem modo repouso não obterem resultado esperado de economia de energia.

Dos dispositivos encontrados no mercado, foram listados os melhores a seguir. As informações sobre os produtos foram retiradas das páginas oficiais dos fabricantes.

2.3.1 Appego GPS

Appego é uma marca pertencente ao grupo brasileiro C&M Executive. Atua há 20 anos no mercado de telecomunicação oferecendo diversos produtos e serviços. A Appego oferece o “Appego GPS” (Figura 3), um

produto bonito e robusto, com luzes que indicam as condições de sinal e bateria do dispositivo, além de contar com acelerômetro para identificação de possíveis quedas e com botão “SOS” que dispara alertas para o celular programado caso pressionado. O Appego GSP possui valor de venda de R\$ 340,00 e duração da bateria de até 72 horas.

Figura 3 – Appego GPS (Appego).



2.3.2 TkStar TK909

TkStar é uma marca chinesa que oferece diversos dispositivos focados em rastreabilidade. Sua solução para *pets*, a “TK909” (Figura 4), é facilmente encontrada no Brasil através de revendas não oficiais. Possui microfone embutido que faz com que seja possível efetuar uma ligação para o dispositivo e escutar o ambiente ao redor do mesmo. Possui valor de venda de R\$ 340,00 e duração da bateria de até 400 horas em modo de repouso. Porém, ao entrar neste modo, se faz necessário enviar um comando para o dispositivo para que ele volte a funcionar. Isso é uma desvantagem uma vez que o tutor precisa manualmente verificar a localização do animal sempre que estiver preocupado.

Figura 4 – TkStar TK909 (TkStar).



2.3.3 Garmin TT 15 Dog Device

Garmin é uma empresa estadunidense fundada em 1989; especializada em tecnologia GPS sendo referência mundial em qualidade e precisão de seus produtos. Possui diversas soluções utilizadas até mesmo por militares, tamanha a confiabilidade que entrega em seus produtos. Dentre sua linha de produtos, destaca-se o “Garmin TT 15 Dog Device” (Figura 5) Esta coleira tem uso específico, sendo utilizada em cães de caça. Devido a potência da antena e alta precisão de localização, permite encontrar o animal que a veste em ambientes que outras coleiras não conseguiriam. Possui valor de venda de R\$ 2.700,00 e duração da bateria de 40 horas.

Figura 5 – Garmin TT 15 Dog Device (Garmin).



2.3.4 Tractive LTE GPS

A Tractive é uma empresa austríaca fundada em 2012, especializada em produtos e serviços que aumentam a segurança de animais de estimação. Sua solução, a “Tractive LTE GPS” (Figura 6), possui tamanho reduzido, sendo possível sua utilização por animais de pequeno porte. Através de um aplicativo para celular é possível receber relatórios de atividades diárias do *pet* e entender melhor como ele está se comportando. Permite a venda facilitada para outros países através de seu próprio *website*, além de ser possível comprá-la diretamente no Brasil através de revendedores. Possui valor de venda de R\$ 461,00 e duração da bateria de até 7 dias.

Figura 6 – Tractive LTE GPS (Tractive).



2.3.5 Fi Series 2 Smart GPS Collar

A FI é uma empresa estadunidense que lançou a primeira versão da coleira FI em 2019. Desde então, veio aprimorando seu produto e lançou a FI Series 2 (Figura 7), versão mais atualizada. Como anunciado pela empresa, é a primeira coleira a utilizar a tecnologia LTE-M, que permite uma conexão 3G/4G/5G/LTE de baixo consumo. Também permite a utilização de modo “*WiFi Only*” onde desativa a maioria das funções e mantém a coleira verificando se esta saiu de uma área de interesse. Neste modo a empresa diz que a bateria pode chegar a 2 meses. A FI não consegue vender para o Brasil. Também não foi possível encontrar uma forma de importação. A coleira possui valor de venda de U\$ 149,00, ou R\$ 840,00 em conversão direta (dólar no dia 07/01/2022). Sabe-se que ainda haveria cobrança de impostos na importação para o Brasil, elevando ainda mais o custo do dispositivo.

Figura 7 – FI Series 2 (FI).



2.4 Mercado *Pet*

Segundo a Abinpet, o mercado *pet* representa o segmento de agronegócio relacionado com o desenvolvimento das atividades de criação, produção e comercialização de animais de estimação.

A Abinpet foi fundada há mais de 40 anos, na época como Anfar (Associação Nacional dos Fabricantes de Ração). Em decorrência da evolução do mercado *pet* nas últimas décadas, que abraçou setores como *Pet Care* (equipamentos, utilidades e produtos de higiene e beleza), *Pet Vet* (medicamentos veterinários) e *Pet Food* (alimentação completa), a Abinpet precisou se adaptar e acompanhar todo o mercado *pet* no Brasil. Este setor atualmente é essencial para o país, relevante para economia e emprega milhares de pessoas em território nacional (ABINPET, 2021).

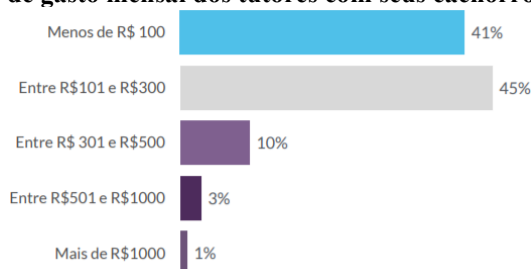
O mercado *pet* se destacou nos últimos anos pois, diferente de muitos outros, resistiu à recente pandemia de COVID-19. Segundo a Abinpet (2021), o setor no Brasil cresceu 87% nos últimos 5 anos. Uma possível explicação é que como as pessoas precisaram ficar mais em casa também passaram a cuidar mais de seus bichinhos, comprando comidas diferentes, brinquedos e acessórios. Com o isolamento, muitas pessoas também adotaram seu primeiro *pet* (UOL, 2021).

Em 2020, o mercado *pet* faturou 145,8 bilhões de dólares mundialmente, com crescimento de 11% em relação a 2019. O Brasil ocupa atualmente a 7ª posição no *ranking* mundial (Tabela 1) com um faturamento de 5,1 bilhões de dólares (ABINPET, 2021)

Tabela 1 – Ranking faturamento (ABINPET).

Ranking	País	Faturamento	% mundial
1º	EUA	US\$ 53,2 bi	40,6%
2º	China	US\$ 9,6 bi	7,3%
3º	Reino Unido	US\$ 5,9 bi	4,5%
4º	Alemanha	US\$ 5,6 bi	4,3%
5º	Japão	US\$ 5,5 bi	4,2%
6º	França	US\$ 5,2 bi	4,0%
7º	Brasil	US\$ 5,1 bi	3,9%

Com as pessoas cada vez mais se preocupando com seus *pets*, e o crescimento constante do mercado, é possível notar um enorme potencial neste setor, principalmente quando se fala de novas tecnologias. Segundo uma pesquisa realizada pela Mindminders (2018), 41% dos donos de cachorro gastam pelo menos R\$ 100,00 mensalmente com seus animais, e 45% gastam entre R\$ 101,00 e R\$ 300,00 (Figura 8).

Figura 8 – Relação de gasto mensal dos tutores com seus cachorros (MINDMINERS).

3 METODOLOGIA

O trabalho visa apresentar o desenvolvimento de uma coleira que possibilite o rastreamento de animal de estimação. De forma sucinta, serão elencados os pontos necessários para o desenvolvimento do produto em questão.

O projeto deu início com uma pesquisa realizada pelo próprio autor para auxiliar no levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais do produto. Também foi pesquisado quais os produtos concorrentes para entender suas limitações. Depois de uma pesquisa acerca das tecnologias que atenderiam os requisitos levantados, um *hardware* foi montado para validar na prática a usabilidade do sistema. Este *hardware* foi utilizado como base de estudos para propor um produto ideal ao final do desenvolvimento.

Após a finalização dos testes, foi realizado um comparativo entre os resultados esperados e os resultados obtidos com o dispositivo em matriz de contatos de maneira a se propor a criação de um *hardware* final.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A ideia do desenvolvimento do produto proposto surgiu com a identificação de uma oportunidade de negócio deixado pelos outros produtos existentes no mercado. O funcionamento destes indica que foram desenvolvidos para funcionarem principalmente durante passeios. É possível notar isto pois quase todos os produtos possuem a duração de bateria de dois ou três dias (com base em dezenas de produtos encontrados), além de que utilizam do passeio como o momento de propaganda para realizar a divulgação do produto.

A coleira aqui desenvolvida tem como principal objetivo poder ser utilizada pelo animal de estimação dentro de sua residência, com uma função similar a uma “barreira virtual” onde o tutor será informado caso o animal venha a fugir. Neste cenário, o ideal é que a bateria da coleira tenha uma longa duração uma vez que o tutor pode se esquecer de fazer o carregamento caso a frequência necessária seja elevada. Também existe a chance de o tutor deixar de utilizar o produto caso precise ficar removendo a coleira do animal para fazer a recarga da bateria com frequência.

4.1 Levantamento de requisitos

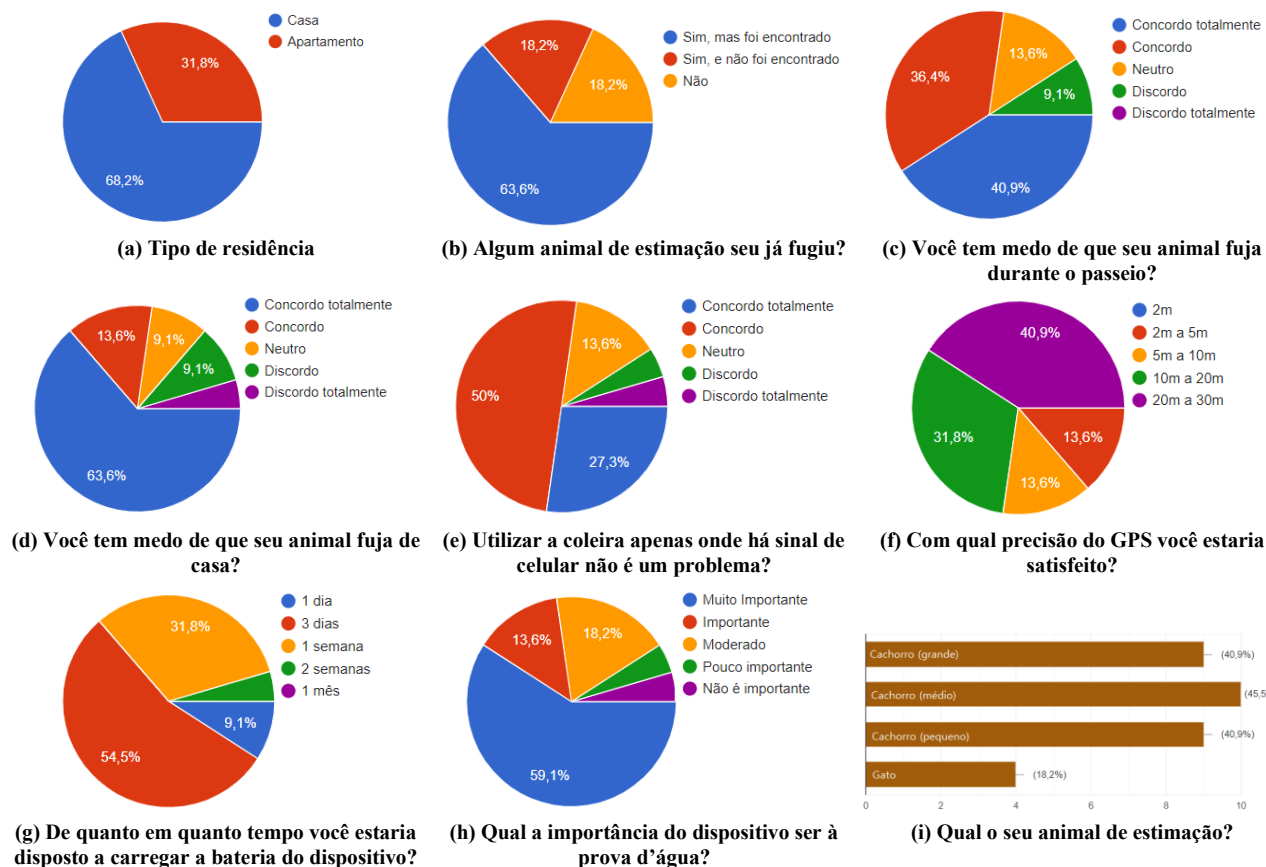
Com a intenção de entender melhor os potenciais consumidores do produto, foi realizada uma pesquisa quantitativa (Figura 9). As perguntas realizadas possuíam o objetivo de validar a visão do usuário quanto aos requisitos imaginados e, se necessário, gerar novos requisitos para o produto. A pesquisa realizada contou com 47 participantes ao qual se perguntava:

- Tipo de residência (casa/apartamento).
- Qual animal de estimação possui.

- Seu animal já fugiu?
- Receio sobre o animal fugir em passeio.
- Receio em o animal fugir em casa.
- Utilização de rede celular pelo dispositivo.
- Precisão da localização GPS.
- Incômodo em realizar recargas na bateria.
- Necessidade do dispositivo ser à prova d'água.

A pesquisa foi realizada através do *google forms* e divulgada através das redes sociais do autor.

Figura 9 – Pesquisa realizada com os tutores.



Algumas conclusões foram possíveis de ser geradas após a realização da pesquisa. Dentre elas, foi percebido que as pessoas têm mais medo que seu animal fuja de casa do que durante um passeio, validando o principal modo de uso do dispositivo proposto. Que os clientes ficariam satisfeitos com um dispositivo que não tivesse uma alta precisão de geolocalização (20 a 30 metros estaria suficiente), desta forma o custo do produto pode ser reduzido. Também que os usuários não se incomodariam em fazer o carregamento da bateria do dispositivo a cada três dias, porém, uma maior duração da bateria seria um diferencial frente aos produtos concorrentes.

Com o auxílio da pesquisa realizada, foi possível gerar os requisitos funcionais e não funcionais do produto.

Requisitos Funcionais

- Enviar informações para o usuário.
- Possibilitar carregamento da bateria.
- Possibilitar ser configurado pelo usuário.
- Ser utilizável por animais de pequeno porte.
- Possuir modo de baixo consumo de energia (modo repouso).

Requisitos Não Funcionais

- Adquirir geolocalização (latitude e longitude).
- Duração da bateria maior que a média do mercado (10 dias ou mais).

- Utilizar conexão USB-C para carregamento de bateria.
- Produto deve ser configurado por comandos pré-definidos.
- Produto com tamanho e peso reduzido para que possa ser utilizável por animais de pequeno porte (cachorro ou gato de 5 kg+).
- Ter grau de proteção IP67.
- Utilizar rasgos no gabinete para que possa prender o dispositivo a coleira.
- Informar ao usuário o percentual de bateria do dispositivo.

4.2 Análise de Tecnologia

Com os requisitos do sistema definidos foi possível analisar e escolher qual tecnologia melhor se adequaria às necessidades do produto.

O dispositivo necessita de um meio de comunicação para informar o usuário caso ele detecte que não está na região pré-determinada (residência, por exemplo). Há poucas opções que atendem à necessidade do dispositivo de adquirir uma conexão suficiente para enviar um relatório para o usuário. Estas opções seriam:

- **LoRa:** Possui baixo consumo de energia, e longo alcance de conexão. Tecnologia que vem sendo adotada em diversos centros urbanos, porém, não são todas as cidades que oferecem cobertura suficiente para que a coleira obtenha sinal para comunicação independentemente de onde estiver (SINHA, 2017).
- **Sigfox:** Similar à tecnologia LoRa, porém, é ainda menos difundida nas cidades impedindo também a sua adoção para este projeto.
- **GSM:** É o padrão de telefonia móvel mais difundido no Brasil e no mundo (PIROTTI, 2009). Segundo dados da Anatel (2021), todas as cidades do Brasil possuem cobertura GSM. Como desvantagem, os módulos GSM normalmente têm alto consumo de energia e limitações no quesito largura de banda, permitindo o envio de uma quantidade limitada de informação. Também é um serviço pago, exigindo um pagamento recorrente pelo usuário final ou fabricante.

Outras opções como WiFi e Bluetooth não atendem este requisito do sistema pois não se caracterizam como padrões de telefonia móvel. O dispositivo também necessita saber em qual localização geográfica em que se encontra. As tecnologias levantas que podem atender a este requisito foram:

- **WiFi:** A empresa Google vem implementando um sistema para indicação de geolocalização através do posicionamento de redes WiFi distribuídas. No entanto, o sistema ainda está pouco difundido fazendo com que não seja uma alternativa viável para o projeto.
- **GPRS:** Através deste padrão de comunicação é possível fazer a triangulação de sinal utilizando três torres como referência e, assim, se obter a localização. Este cálculo de localização é feito pelo próprio módulo GPRS. Acaba não se tornando uma opção viável pois a precisão é baixa ao mesmo tempo que nem todas as cidades possuem número suficiente de torres de telefonia em todos os lugares para que esta triangulação seja feita
- **GPS:** Padrão mais difundido no mundo todo. O GPS foi inventado em 1973 pelo exército estadunidense e utiliza satélites como referência para localização. Também funciona com o sistema de triangulação de sinal onde o módulo GPS faz contato com pelo menos três satélites disponíveis. Atualmente, existem 23 satélites distribuídos no globo capazes de enviar informações para os módulos GPS, fazendo com que sempre haja satélites suficientes para que a tecnologia funcione de modo adequada em qualquer local do globo (CARVALHO, s.d.). Para o sistema, o GPS tem a desvantagem de ter um alto consumo de bateria.

Quanto à bateria, existem muitas opções de baterias no mercado atualmente.

- **Níquel Cádmio (NiCd):** Bateria já utilizada por algumas décadas. Possui como vantagem a alta taxa de descarga (capacidade de fornecer corrente imediata) (LAHIRI, s.d.), porém possui baixa densidade energética inviabilizando o uso no produto que requisita baixo peso e volume.
- **Níquel Metal Hidreto (NiMH):** Muito utilizada para alimentar computadores portáteis no passado; tem maior densidade energética que as baterias de NiCd porém são caras, possuem baixo ciclo de vida e são ineficientes para altas taxas de descarga (SCHNEIDER, 2011).
- **Íons de Lítio (Li-Ion):** Tecnologia largamente utilizada atualmente; possui densidade energética significativamente superior às citadas anteriormente. Como possui um maior ciclo de vida, é amplamente utilizada em dispositivos como celulares e *notebooks* (LAHIRI, s.d.).
- **Polímero de Lítio (Li-Po):** Uma das tecnologias mais recentes para utilização em baterias; são as que possuem valor mais elevado, mas destacam-se em todos os quesitos: maior ciclo de vida e melhor densidade

energética, permitindo a criação de baterias ultrafinas (menos de 1 mm de espessura). Além disso, se espera maiores avanços desta tecnologia nos próximos anos (SCHNEIDER, 2011).

Para o sistema de controle do produto, deve ser escolhido um microcontrolador que possua desempenho suficiente, interfaces de comunicação necessárias para se comunicar com os módulos escolhidos, baixo consumo de energia e modo de baixo consumo *deep-sleep*. Vale considerar a escolha de um microcontrolador que possua WiFi embarcado; desta maneira será possível, caso desejado, utilizar a tecnologia como auxílio na verificação da geolocalização do dispositivo. Desta forma, foram selecionadas as seguintes tecnologias para o produto:

- **Comunicação;**
 - **GSM:** Escolhido devido à alta disponibilidade da rede em território nacional. Já que o dispositivo deve enviar poucos bytes de informação, a baixa largura de banda não é um problema.
- **Geolocalização;**
 - **GPS:** Tecnologia amplamente utilizada; sinal disponível em todo o globo; facilidade da integração dos módulos presentes no mercado.
- **Bateria;**
 - **Li-Po:** Apesar do preço elevado, a alta densidade energética (fazendo com que a bateria possua baixo peso e volume) e alto ciclo de vida, fazem da bateria de Li-Po a melhor escolha para o produto em questão.
- **MCU;**
 - **ESP32:** Foi escolhido o microcontrolador ESP32; ele possui todas as funcionalidades necessárias para atender às funcionalidades do sistema, além de estar disponível no mercado brasileiro.

4.3 Prova de Conceito

Com a tecnologia definida, componentes eletrônicos foram adquiridos para montagem em matriz de contatos. Estes módulos não possuem o *hardware* ideal, e serão utilizados apenas para validações do sistema. Com esta montagem, será validado:

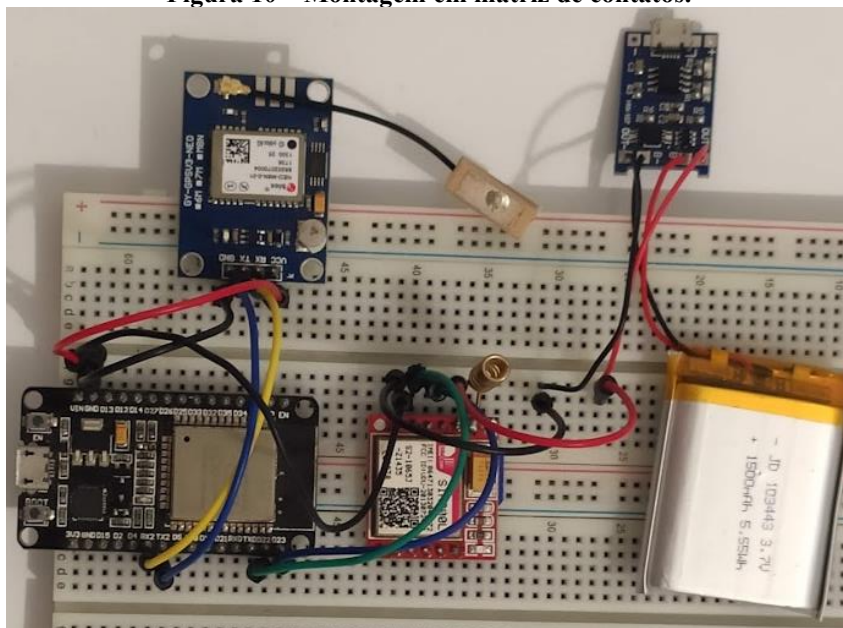
- Lógica de programação.
- Protocolos de comunicação.
- Características de consumo de energia.
- Disponibilidade de sinal.
- Estabilidade do sistema.

Para montagem do dispositivo, foram escolhidos componentes de fácil acesso, disponibilizados no mercado. Estes, são construídos como “placas de desenvolvimento” para facilitar a conexão em matriz de contatos e agilizar a validação de algum conceito. No entanto, possuem algumas limitações e maior consumo de energia. O dispositivo é composto pelos seguintes componentes:

- ESP32 Node MCU (microcontrolado).
- Ublox Neo-m8n-0-01 (módulo GPS).
- SIM800L (módulo GSM).
- TP4056 (modulo carregador de bateria).
- Bateria Li-Po 1.500 mA·h.

Com o dispositivo montado (Figura 10), foi possível desenvolver a lógica de programação. Foi escolhido desenvolver o código na linguagem C++ utilizando o microcontrolador ESP32 contido na plataforma de prototipação Arduino. Assim, ganha-se agilidade no desenvolvimento, programando em nível mais alto e fazendo uso de bibliotecas feitas pela comunidade que auxiliam na comunicação entre microcontrolador e os módulos RF utilizados no projeto.

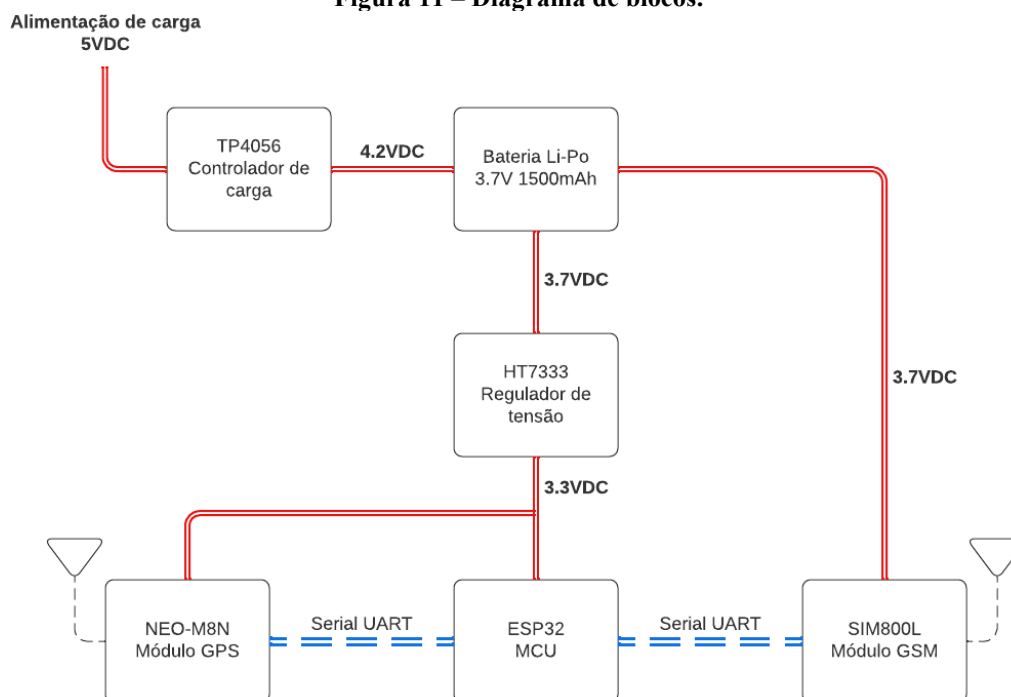
Figura 10 – Montagem em matriz de contatos.



4.4 Diagrama de blocos

Através do diagrama de blocos, apresentado na Figura 11, é possível visualizar os principais componentes do sistema e as suas conexões.

Figura 11 – Diagrama de blocos.



Através de uma fonte de alimentação CC de 5 V é possível carregar a bateria Li-Po utilizando o controlador de carga TP4056. A bateria, por sua vez, alimenta diretamente o módulo GSM, e através de um regulador de tensão, alimenta o microcontrolador e módulo GPS. O MCU por sua vez troca informações com os módulos usando comunicação serial UART.

4.5 Protocolo de comunicação

Tanto o módulo GSM quanto o módulo GPS são dispositivos com protocolos de comunicação já definidos; comunicam através do protocolo serial UART com taxa fixa em 9.600 bps. O microcontrolador escolhido possui três periféricos UART possibilitando assim a comunicação simultânea com os dois módulos e permitindo também realizar a depuração em tempo real. O módulo GSM pode ser configurado utilizando comandos AT e o módulo GPS envia informações no padrão NMEA, com mensagens tipo RMC.

4.5.1 Comandos AT (módulo GSM)

Comandos AT são *strings* contendo dados que tornam possível a configuração/programação de diferentes módulos. Estes comandos são comumente utilizados principalmente entre módulos Wireless (GERIGAN, 2011). A Tabela 2 lista alguns comandos AT utilizados para comunicação com o módulo GSM SIM800L.

Tabela 2 – Comandos AT.

Comando	Função
AT	Teste de conexão
ATI	Informações da rede
AT+CMGL=?	SMSs na memória
AT+CMGF=?	Modo texto
AT+CMGS="num"	Envio de mensagem

Os comandos da Tabela 2 são utilizados para verificar se há conexão entre microcontrolador e módulo GSM, receber informações do *status* atual da rede, ler e escrever mensagens SMS. Através de uma lógica implementada o microcontrolador fará todo o gerenciamento desta comunicação com o módulo.

4.5.2 Mensagem NMEA RMC (Módulo GPS)

NMEA é o protocolo de comunicação mais utilizado por dispositivos GPS dentre as mensagens que o padrão NMEA suporta, a mensagem RMC, exemplificada na Tabela 3, é a mais empregada; ela contém praticamente todos os dados que qualquer aplicação de geolocalização possa precisar (HUSSAIN, 2009).

Tabela 3 – Mensagem RMC do protocolo NMEA (HUSSAIN, 2009).

Índice	Campo	Descrição	Formato	Faixa de Valores	Valor
1	Tipo	Identificador da sentença	\$--RMC	GP, GN, GL, GA, etc.	\$GPRMC
2	Hora UTC	Hora da posição (UTC)	hhmmss.sss	000000.000 a 235959.999	123519
3	Status	Status dos dados	A ou V	A (válido), V (inválido)	A
4	Latitude	Latitude em graus e minutos	ddmm.mmmm	0000.0000 a 9000.0000	4807.038
5	Indicador N/S	Hemisfério da latitude	N ou S	N (Norte), S (Sul)	N
6	Longitude	Longitude em graus e minutos	dddmm.mmmm	00000.0000 a 18000.0000	01131.000
7	Indicador E/W	Hemisfério da longitude	E ou W	E (Leste), W (Oeste)	E
8	Velocidade	Velocidade sobre o solo (em nós)	x.x	0.0 a ~999.9 nós	022.4
9	Curso	Curso sobre o solo	x.x	0.0 a 359.9 graus	084.4
10	Data	Data da posição	Ddmmaa	010100 a 311299	230394
11	Var. Mag.	Variação magnética	x.x	0.0 a 180.0 graus	003.1
12	Dir. Var. Mag.	Direção da variação magnética	E ou W	E (Leste), W (Oeste)	W
13	Checksum	Código de verificação da mensagem	*hh (hexadecimal)	00 a FF	*6A
14	Terminador	Terminador da sentença	<CR><LF>	<CR><LF>	<CR><LF>

O módulo NEO-M8N não precisa ser previamente configurado antes de sua utilização. Quando alimentado, ele automaticamente passa a buscar por satélites disponíveis e a transmitir as informações via conexão serial. Assim que os satélites forem localizados, o GPS passa a enviar a mensagem RMC completa, contendo: latitude, longitude e demais informações.

O microcontrolador ficará responsável por monitorar a conexão serial com o módulo GPS recebendo as informações sempre que forem enviadas.

4.6 Modo Standby

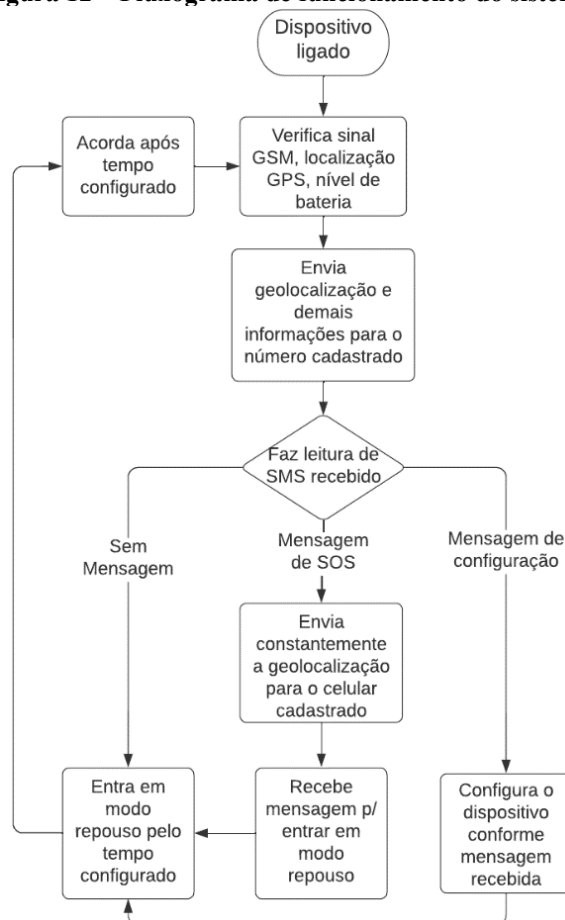
O dispositivo foi programado para alternar entre momentos ativos e momentos em repouso. Nos momentos ativos, o dispositivo faz a verificação do *status* do sinal GSM, faz a coleta da geolocalização através do GPS, envia mensagens para o número de celular cadastrado e verifica se foi recebido algum SMS de interesse. Após realizar uma rotina definida, o dispositivo entra em modo repouso pelo tempo determinado pelo usuário. Neste modo, é utilizada um modo de operação conhecido como *deep sleep*, no qual o microcontrolador desliga a maioria de suas funções, deixando habilitado apenas alguns registradores internos que possibilitem ao dispositivo voltar ao modo ativo depois que algum evento ocorre.

No sistema proposto, o evento que fará o dispositivo acordar será uma contagem de tempo, que poderá ser definido pelo usuário, sendo que, quanto maior o período em *deep sleep*, maior será a autonomia da bateria.

O desligamento do módulo de GPS será feito através de um MOSFET, uma vez que o modo de repouso presente no mesmo não apresenta desempenho satisfatório. Quando o microcontrolador se reativa, ele também religa o módulo GPS controlando o MOSFET.

O diagrama apresentado na Figura 12 resume o modo operacional do dispositivo. Lembrando que o diferencial se encontra no modo de operação que visa aumentar o tempo de duração da bateria.

Figura 12 – Fluxograma de funcionamento do sistema.



4.7 Testes em Laboratório

Com dispositivo montado em matriz de contatos, foi possível realizar sua programação e teste e, através do registro gerado pelo dispositivo, foi possível notar um ciclo se completando em 66 segundos (Quadro 1).

Quadro 1 – Ciclo de funcionamento

16:28:50.902	-> Sketch Iniciado!	
16:28:50.902	-> Setup ESP32 to sleep for every 60 Seconds	0 sec
16:29:44.733	-> Init SMS... 0	
16:29:46.747	-> GPS SEM SINAL	54sec
16:29:47.544	-> Longitude: -48.542427	57sec
16:29:47.544	-> Link para Google Maps: https://maps.google.com/maps/?z=10&q=-2	
16:29:56.271	-> Going to sleep now	66sec

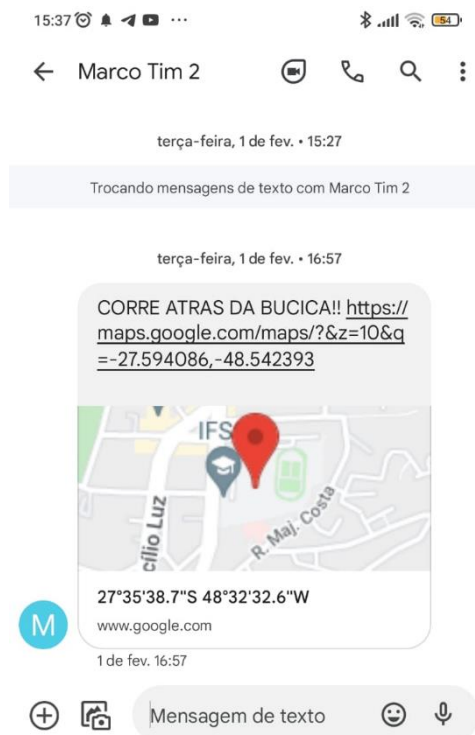
No instante inicial o dispositivo foi alimentado, no segundo 54, o módulo GSM realizou a conexão com a operadora, no segundo 57 o módulo GPS adquiriu a geolocalização e no segundo 66, após enviar uma mensagem de alerta, o dispositivo hibernou novamente por 30 min (tempo que pode ser configurado pelo usuário através de comandos pré-definidos enviados por SMS).

O tempo de aquisição do sinal GSM e GPS depende da qualidade do sinal de onde o dispositivo está posicionado. Em lugares com boa cobertura o dispositivo consegue realizar uma conexão em poucos segundos. O ciclo completo do dispositivo variou entre 30 s e 90 s. Foi escolhido um ciclo de 66 segundos para cálculos de consumo de bateria pois é um tempo médio de aquisição de sinal.

Os testes foram realizados em ambientes internos (dentro de prédios) e ambientes semiabertos (varandas, pátio com algumas construções a volta). Possivelmente, ao serem testados em céu aberto, os módulos conseguirão se conectar de forma mais rápida.

Na Figura 13, a mensagem da localização do animal recebido no celular configurado. A mensagem só é enviada caso o animal esteja fora do perímetro pré-determinado; se o animal estiver no local que se espera o dispositivo volta a hibernar.

Figura 13 – Mensagem recebida pelo dispositivo.



4.7.1 Medição de Consumo de Corrente

Para análise do consumo de corrente do dispositivo foram consultadas duas fontes: a informação foi primeiramente retirada da folha de dados dos próprios componentes eletrônicos e em seguida feita a comparação de consumo de corrente com o dispositivo montado em matriz de contatos. A medição foi realizada utilizando um multímetro e os dados coletados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação de consumo segundo o *datasheet* e o consumo medido.

Dispositivo	Consumo em modo ativo (<i>datasheet</i> /medido)	Consumo em modo <i>Standby</i> (<i>datasheet</i> /medido)
ESP32	25 mA / 35 mA	5 μ A / 9 mA ¹
NEO-M8N	?? ² / 42 mA	?? ² / ?? ³
SIM800L	2 A ⁴ / 80 mA	10 μ A / 12 mA ³

¹O consumo foi de 9 mA devido a componentes periféricos à placa de desenvolvimento.

²O *datasheet* não informa o consumo.

³Não foi possível acionar o modo *low power*.

⁴A corrente de pico de 2 A foi medida como uma corrente média de 80 mA.

Com as medições apresentadas, foi possível concluir que, na prática, o consumo dos dispositivos é ligeiramente maior que o informado na folha de dados. Sabe-se também que por estar sendo utilizado módulos de desenvolvimento, seus componentes adicionais aumentam o consumo quando comparado ao componente sendo utilizado separadamente na versão final do produto.

4.8 Produto

Para a versão final do produto, outros componentes deverão ser escolhidos. Isso se faz necessário pois os módulos utilizados na prova de conceito possuem tamanho físico e consumo de energia maior que o necessário para o projeto. Também, em uma produção de larga escala, componentes relativamente mais caros podem ser escolhidos pois terão seu custo reduzido em uma produção em massa.

4.8.1 Eletrônica Sugerida

Com base nas informações coletadas na simulação do dispositivo pode-se definir componentes para a versão final do produto. Dentre eles foram escolhidos, MCU, módulo GPS, módulo GSM, circuito de desligamento dos módulos, bateria e circuito de carregamento de bateria, relacionados na Tabela 5.

Tabela 5 – Componentes escolhidos.

	Componente	Custo
MCU	ESP32	US\$ 1,13
Módulo GPS	L80RE-M37	US\$ 5,69
Módulo GSM	SIM800L	US\$ 7,78
Regulador de Tensão	XC62203.3VDC	US\$ 0,40
Circuito de Recarga	TP4056	US\$ 0,16
Circuito de desacoplamento	RM2302	US\$ 0,05
Conector USB-C	USB4125-GF-A	US\$ 0,33
Sim Card Reader	FMS006U-3100-0	US\$ 0,50
Bateria	Li-Po 2.000 mA·h	US\$ 3,12

Todos os itens foram escolhidos visando atender os requisitos traçados no início do projeto. Alguns componentes da prova de conceito foram mantidos na versão final do produto uma vez que estes, se aplicados da maneira correta, também atendem aos requisitos levantados.

Os valores da Tabela 5 foram levantados no dia 07/01/2022 no distribuidor Mouser. Todos os componentes foram cotados com quantidades superiores a 300 peças. Na versão final, há dois módulos RF que necessitam estar homologados na Anatel para ser possível a sua comercialização aqui no Brasil. O módulo GSM SIM800L já se encontra homologado; e o módulo GPS L80RE-M37 necessitaria de homologação. Nenhum outro módulo GPS que atendesse os requisitos do produto foi encontrado disponível para cotação.

4.8.2 Ciclo de Operação e Consumo de Bateria

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos cálculos feitos para se obter a autonomia da bateria do produto.

Quadro 2 – Cálculos de consumo de energia.

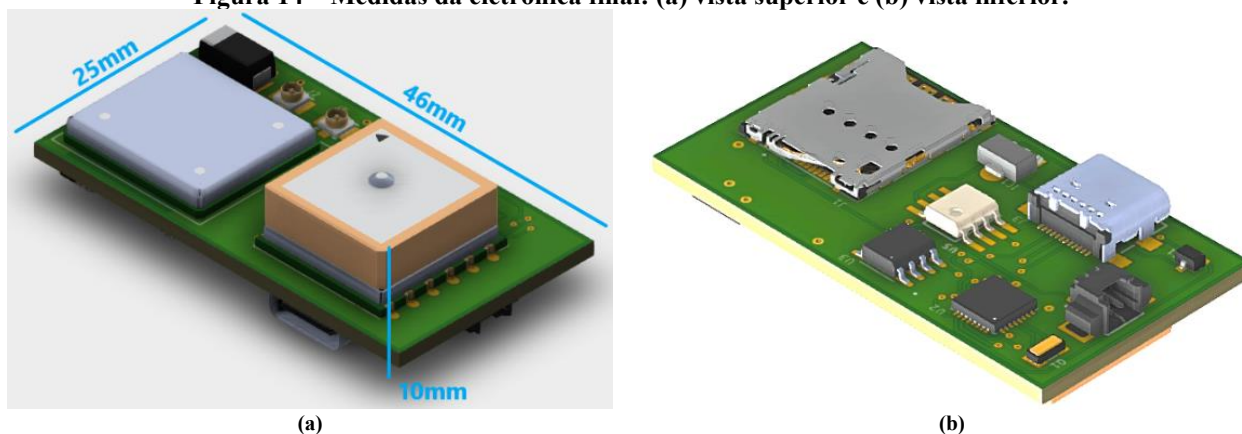
Power On 66s	Modo Repouso 1800s
210mA	173uA
GPS - $3,3V \cdot 60mA = 200mW$	GPS - $3,7V \cdot 150uA = 555uW$
GSM - $3,7V \cdot 100mA = 330mW$	GSM - $3,3V \cdot 10uA = 33uW$
MCU - $3,3V \cdot 50mA = 170mW$	MCU - $3,3V \cdot 5uA = 17uW$
LDO - $3,7V \cdot 8uA = 30uW$	LDO - $3,7V \cdot 8uA = 30uW$
$210mA \cdot 66s = 13860mAs + 0,173mA \cdot 1800s = 311mAs$	
Ciclo de 1866 segundos = 14.171mAs	
Bateria 500mAh = 1.800.000sec = 127 ciclos = 2,7 dias Bateria 1000mAh = 3.600.000sec = 254 ciclos = 5,5 dias Bateria 1500mAh = 5.400.000sec = 381 ciclos = 8 dias Bateria 2000mAh = 7.200.000sec = 508 ciclos = 11 dias	

O dispositivo permanece em modo operacional por 66 s (tempo obtido em testes de bancada), e permanece em repouso por 30 min (tempo escolhido para cálculos, porém pode ser configurado pelo usuário).

Os consumos do sistema foram retirados misturando testes práticos com informações nas folhas de dados de cada item. Pelos cálculos, nota-se que com um tempo de repouso de 30 min e uma bateria de 2.000 mA·h é possível atingir 10 dias com o dispositivo ainda em funcionamento. Caso o tempo de repouso seja configurado em uma hora, a duração da bateria passa a ser de 21 dias.

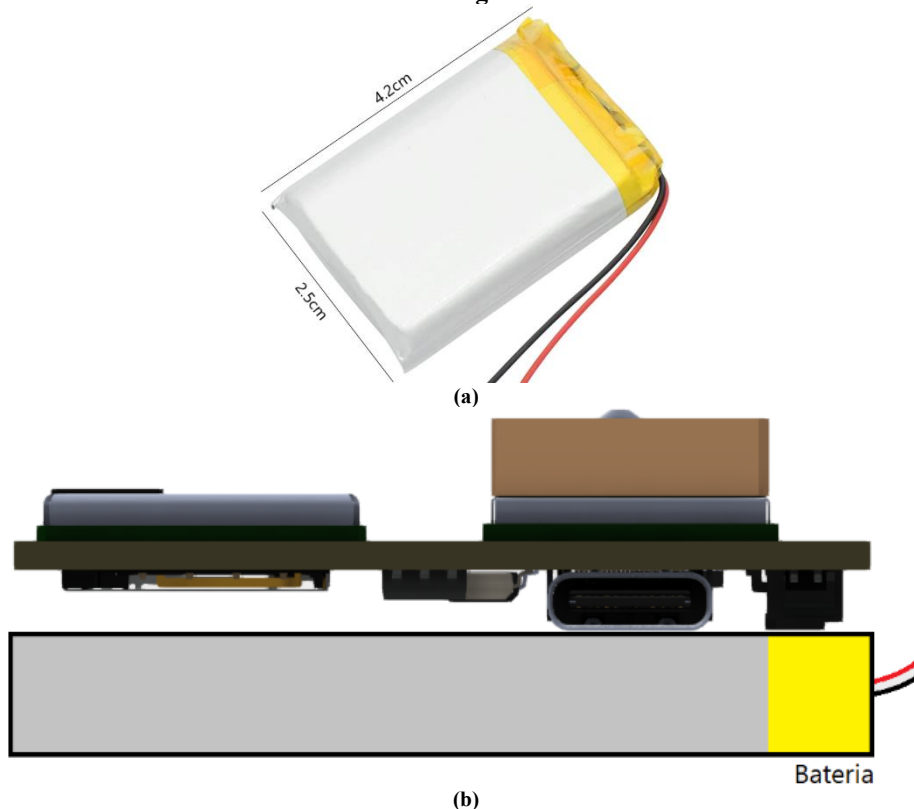
4.8.3 Layout da PCI

Com todos os componentes definidos, foi possível criar uma PCI para se descobrir o tamanho que a parte eletrônica do produto teria (Figura 14). Todos os componentes necessários foram inseridos e todas as trilhas foram traçadas no layout da Figura 14. Portanto, será obtido um tamanho de PCI muito próximo ao desta simulação.

Figura 14 – Medidas da eletrônica final: (a) vista superior e (b) vista inferior.

4.8.4 Encapsulamento

Para se obter o tamanho final do produto também é necessário contar com o espaço ocupado pela bateria. Com a bateria de 2.000 mA·h escolhida, buscou-se a de menor tamanho possível. Foi encontrado uma bateria que atende perfeitamente as necessidades do produto ocupando um espaço muito similar ao que a PCI também ocupa, possibilitando uma melhor montagem na versão final do produto (Figura 15).

Figura 15 – Esboço da final do produto: (a) dimensões da bateria e (b) diagrama de montagem.

Somando eletrônica com a bateria, obtém-se o tamanho de todos os componentes do dispositivo. O gabinete deve então acomodar um sistema com dimensões: 46 mm de comprimento, 25 mm de largura e 20 mm de altura. Não faz parte do escopo deste artigo a criação de um gabinete personalizado para o produto, mas com as informações acima é possível verificar que o dispositivo terá tamanho suficiente para ser utilizado até mesmo por animais de pequeno porte.

4.9 Atendimento dos Requisitos com o Produto

Nem todos os requisitos levantados puderam ser validados uma vez que o desenvolvimento do produto se deu apenas até certo ponto neste artigo. Alguns dos requisitos que envolviam o gabinete por exemplo não puderam ser testados.

- **Adquirir Geolocalização:** Requisito atingido, através da utilização de GPS.
- **Enviar informações para o usuário:** Requisito atingido, através de mensagens enviadas via rede GSM.
- **Possibilitar carregamento da bateria:** Requisito atingido. Foi possível testar e projetar um sistema de carregamento de bateria.
- **Possibilitar ser configurado pelo usuário:** Requisito atingido. O usuário através de comandos pré-definidos consegue configurar o dispositivo.
- **Ser utilizável por animais de pequeno porte:** Requisito atingido. O dispositivo pôde ser projetado com um tamanho reduzido possibilitando o uso por animais pequenos.
- **Duração da bateria maior que a média dos concorrentes:** Requisito atingido. Com a bateria e configuração de uso escolhida o dispositivo atingiu 11 dias de duração da carga da bateria, se destacando frente aos concorrentes. Lembrando que a depender da configuração este tempo deve aumentar.
- **Custo:** Muitos fatores devem ser levados em consideração no preço final de um produto. O dispositivo proposto pôde ser projetado escolhendo módulos de baixo custo. A soma dos principais componentes do circuito eletrônico ficou em US\$ 19,16. Ainda seria necessário calcular o custo da fabricação e montagem da PCI, da fabricação e montagem do gabinete, custo de homologação, além do frete dos materiais, embalagem e custos de distribuição.

5 CONCLUSÃO

Este artigo propôs o desenvolvimento de uma coleira com rastreamento via GPS para ser utilizada em animais de estimação. O tema foi escolhido pela conexão que nós humanos possuímos com os animais e pelo potencial de mercado que este produto possui em nosso país.

Antes de se iniciar quaisquer testes, uma pesquisa foi realizada para verificar quais as principais necessidades dos clientes em relação ao possível produto. Esta pesquisa confirmou algumas suposições levantadas quando o produto foi imaginado, assim como trouxe outras informações interessantes sobre o ponto de vista dos possíveis usuários. No decorrer do trabalho, foram levantados requisitos baseando-se nos dados coletados, como a pesquisa realizada pelo autor e outros estudos pertinentes ao tema deste artigo. Também foi analisado os produtos similares existentes no mercado, para poder saber quais os principais pontos que eles deixavam de atender. Com todas as informações levantadas foi possível definir a tecnologia ideal para implementar a solução proposta: módulos eletrônicos foram adquiridos e um dispositivo para validação foi montado e testado. Por fim, foi projetada a eletrônica da versão final do produto junto com a validação dos requisitos levantados inicialmente.

Ao final, todos os requisitos que foram possíveis de serem validados foram atingidos. Pode-se concluir então que o produto tem um potencial real de ser desenvolvido e aplicado no mercado nacional, trazendo tranquilidade aos usuários e somando de forma positiva a nossa sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABINPET (Brasil). **Mercado Pet Brasil 2021**. 2021. Disponível em: <http://www.abinpet.org.br/download/abinpet_folder_2021.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- CAETANO, Elaine Cristina Salvaro. **As contribuições da TAA - Terapia Assistida por Animais à Psicologia**. 2010. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Psicologia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.
- CARVALHO, Edilson Alves de. **Noções básicas de sistema de posicionamento global GPS**. 2008. Disponível em: <http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia_PAR_UAB/Fasciculos%20-%20Material/Leituras_Cartograficas_II/Le_Ca_II_A08_MZ_GR_260809.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- GERIGAN, C.; OGRUTAN, P. **AT Commands in Project Based Learning**. *Engineering Sciences*, Brasov, v. 4, n. 53, p. 1-8, 02/2011.
- HUSSAIN, Tayyab. **Checking the integrity of Global Positioning Recommended Minimum (GPRMC) sentences using Artificial Neural Network (ANN)**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geomatics, University of Gavle, Gavle, 2009.
- LAHIRI, Kanishka et al. **Battery-Driven System Design: a new frontier in low power design**. 2011. Ece, C&C Research Labs, San Diego, 2011.
- MINDMINERS (São Paulo) (org.). **Animais de Estimação: Cachorro**. 2018. Disponível em: <https://rdstation-static.s3.amazonaws.com/cms/files/18283/1531317387MindMiners_I_PETS_Cachorro_Final.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

OLIVEIRA, Déria de *et al.* **O luto pela morte do animal de estimação e o reconhecimento da perda.** 2013. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Psicologia Clínica, Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

PIROTTI, Rodolfo Pedó; ZUCCOLOTTO, Marcos. **Transmissão de dados através de telefonia celular: arquitetura das redes GSM e GPRS.** *Revista Liberato*, Novo Hamburgo, v. 10, n. 13, p. 82-89, 2009. Semestral. Disponível em: <<http://www.revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/136/126>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

SCHNEIDER, Keila Kleveston. **Modelos Analíticos na Predição do Tempo de Vida de Baterias Utilizadas em Dispositivos Móveis.** 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Modelagem Matemática, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

SINHA, Rashmi Sharan *et al.* **A survey on LPWA technology: Lora and NB-IoT.** 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959517300061>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

TATIBANA, Lilian Sayuri; COSTA, Adriane Pimenta da. **Relação homem-animal de companhia e o papel do médico veterinário.** *V&Z em Minas*, Minas Gerais, v. 1, n. 103, p. 12-18, Out/Nov/Dez, 2009. Trimestral. Disponível em: <<http://www.crmvmg.gov.br/RevistaVZ/Revista03.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

UOL ECONOMIA (Brasil). **Mercado pet dispara no Brasil apesar da crise e da pandemia. 2021.** Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/afp/2021/04/21/mercado-pet-dispara-no-brasil-apesar-da-crise.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

WEISS, Emily *et al.* **Frequency of Lost Dogs and Cats in the United States and the Methods Used to Locate Them.** *Animals, Wichita*, v. 10, n. 2, p. 301-315, jul. 2012.