

SISTEMA DE GEOLOCALIZAÇÃO DE GADO

Palavras-Chave: LoRa, Rastreamento, IoT

Autores:

RAUL GALDINO TANCREDO (bolsista) [UNICAMP - FEEC]

ALEX RODRIGO FACINA [UNICAMP - FEEC/DECOM]

Prof. Dr. GUSTAVO FRAIDENRAICH (orientador) [UNICAMP - FEEC/DECOM]

INTRODUÇÃO:

Este projeto tem como principal objetivo a pesquisa e testes de sistemas embarcados com desenvolvimento focado ao uso da modulação de rádio LoRa (*Long Range*, em inglês), que é uma tecnologia de rádio *LPWAN* de baixa potência e grande área de cobertura (*Low-Power Wide Area Networks*) para o rastreamento de animais no âmbito da agropecuária através de aquisição de dados GPS e envio destas informações via Internet para fins de monitoramento.

Em um primeiro momento, após pesquisar os sistemas disponíveis, foram realizados testes dos limites físicos da comunicação dos dispositivos e testes de eficiência energética. Constatado o funcionamento dos sistemas de teste, o desenvolvimento se voltou ao uso da Internet como meio de reter as informações de rastreamento utilizando o padrão LoRaWAN para que estas informações estejam disponíveis online para o desenvolvimento de um sistema de monitoramento.

METODOLOGIA:

O sistema consiste em uma placa micro controladora de baixo consumo (End-Device) que receberá sentenças GPS e após o processamento dos dados formará um pacote de bytes que será enviado via LoRa. Em um poste na região onde o End-Device ficará funcionando, é instalado um receptor usando um minicomputador com módulos LoRa e

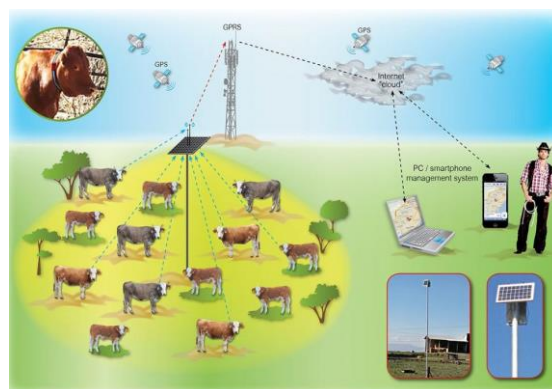


Figura 1 - Representação do sistema a ser desenvolvido. Fonte: Cattle Watch.

GPS a fim de receber e processar os dados de acordo com os protocolos usados (armazenamento local de informações na placa ou enviando via Internet: LoRa e LoRaWAN, respectivamente).

A compatibilidade com uma plataforma de sistemas embarcados conhecida é necessária pois muitos dos ambientes de desenvolvimento já estão prontos: Arduino IDE (Integrated Development Environment), Microsoft Visual Studio Code, etc. Como as placas disponíveis no mercado compartilham destes ambientes de desenvolvimento, muitas delas já vem com as ferramentas necessárias que são disponibilizadas on-line para fazer o carregamento do código à placa.



Figura 2 - Duas versões das placas T-Beam que diferem na versão do módulo de rádio LoRa.

Para os testes iniciais já havia sido escolhida a placa TTGO T-Beam (Figura 2), uma placa de desenvolvimento com o sistema de rádio LoRa e GPS de fácil aquisição e que possui compatibilidade à plataforma Arduino. Com um chip de gerenciamento de energia e conector de bateria embutido na placa, foi testado um sistema com placa solar e testes de consumo em bancada.

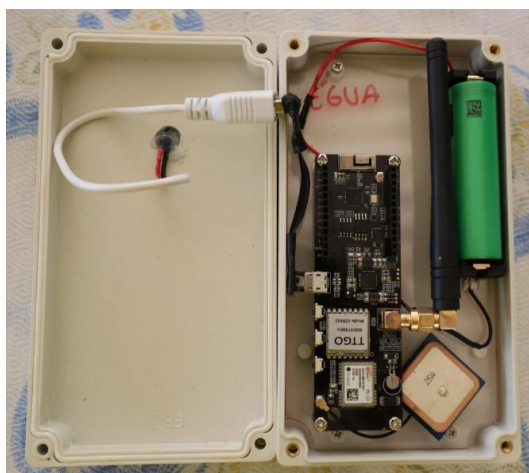


Figura 3 - Interior da caixa com rastreador.



Figura 4 – Equipamento preso à égua com uma cinta.

Constatado o funcionamento dos códigos de envio P2P (Peer-to-Peer, informação enviada pelo rastreador e processada diretamente no receptor) e aquisição das coordenadas GPS, foram montados os sistemas para simular a aplicação final: uma placa TTGO T-Beam foi colocada em uma caixa hermética que possui uma placa fotovoltaica que dá energia ao sistema e carrega a bateria (Figura 3) e esta caixa é presa à um animal ou algo que possa se mover a fim de adquirir as coordenadas GPS e enviá-las usando LoRa (Figura 4). Além disso, o código da placa possui a função *Deep-Sleep* (*Sono Profundo*): o código só acorda (consome mais energia) para fazer a aquisição de dados e enviar o pacote via LoRa e *dorme* logo em seguida para economizar energia.

Para receber as informações dos testes preliminares, foi adquirido uma placa que possui módulos GPS e LoRa e pode ser conectada como uma *shield* (escudo) ao minicomputador Raspberry Pi 3B+ (Figura 5). Esta placa pode funcionar como um computador quando carregado com o sistema operacional Raspbian (mantido pela própria fornecedora) e, portanto, armazenar as informações recebidas via LoRa™ em arquivos usando Python, por exemplo.



Figura 5 - Receptor P2P usando Shield com LoRa e GPS.

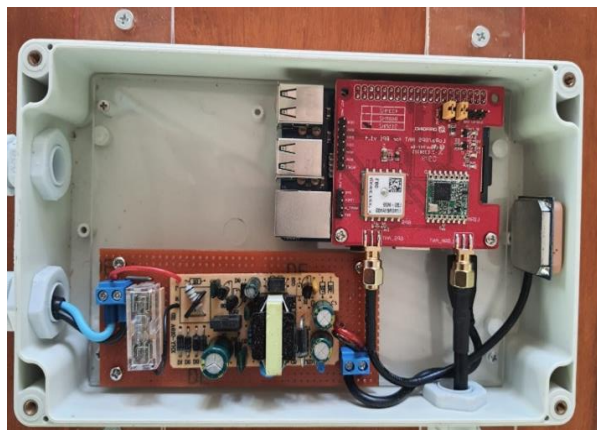


Figura 6 – Interior do sistema que é instalado no poste.

Constatado o funcionamento das placas com a implementação do sistema P2P, começaram então os testes de LoRaWAN. O protocolo LoRaWAN foi criado para que seja possível interligar dispositivos LoRa que funcionam com bateria à rede internet por meio de um gateway (Figura 6) e existe um sistema chamado *The Things Network* (TTN) que gerencia sua própria rede usando este protocolo e fornece ferramentas para lidar com os dispositivos existentes no mercado.

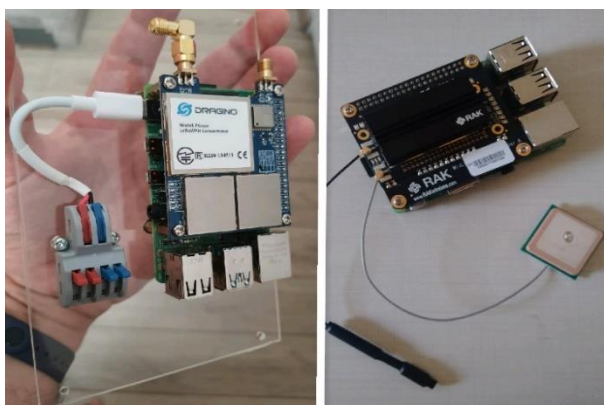


Figura 6 - Gateways com Raspberry Pi com duas shield's LoRaWAN de fornecedores diferentes.

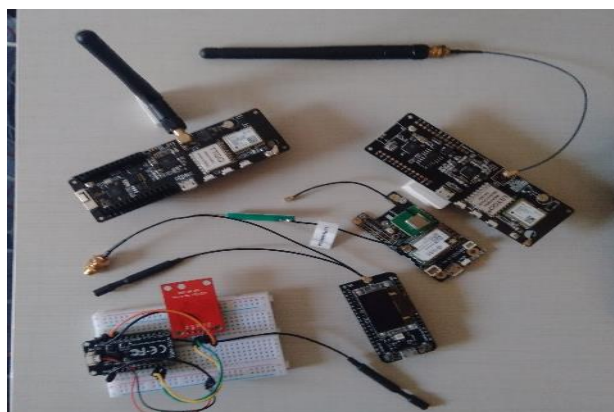


Figura 7 - Todas as placas End-Devices usadas nos testes LoRaWAN.

Junto ao TTN os dispositivos são cadastrados em *Aplicativos* que possuem várias funções: API's (*Application Programming Interface*); Integrações com sistemas já estabelecidos; formatações de pacotes recebidos; etc. Com as API's é possível fazer a leitura do tráfego da rede e armazenar as informações em banco de dados e o próprio site possui *Consoles* para verificar os dados em tempo real já formatados para mostrar as informações necessárias.

O gateway pode ser uma placa dedicada que os fabricantes fazem (mais caro) ou, então, é possível diminuir os gastos ao comprar uma shield LoRaWAN para Raspberry Pi (Figura 6), que funciona no mesmo princípio da shield vermelha da Dragino (Figura 5). A diferença aqui é que os módulos LoRa destas novas shield's são específicos para comunicação bidirecional enquanto lidam com as credenciais de segurança necessárias para acessar a rede LoRaWAN e vários dispositivos ao mesmo tempo. Para a instalação no local para recebimento das informações, ela é feita da mesma maneira dos testes P2P (Figura 8) e assim o gateway fará parte da rede LoRaWAN como um *gateway público*.



Figura 8 - Instalação do receptor no poste.

Para conectar os End-Devices à rede LoRaWAN, foram adquiridas outras 4 placas para testes (Figura 7): outra TTGO T-Beam com um módulo de rádio diferente; RAK WisBlock 4631; duas placas Heltec Cubecell - uma placa AB01 (só possui o módulo LoRa e o microcontrolador) e outra AB02S (canal GPS dedicado e display OLED). Com exceção da T-Beam, estas outras placas prometem modos de operação de micro consumo para ter uma eficiência energética melhor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Nos testes ponto-a-ponto o objetivo era verificar tanto o consumo de energia (testes com a placa presa ao animal com um colar) e os limites de transmissão (usando um carro para se deslocar). O código para verificar consumo de energia conseguiu funcionar por cerca de 2 dias e 8 horas sendo alimentado por uma bateria e com a placa solar. Neste caso, a placa solar fornece cerca de 200 mA em condições ideais com a placa T-Beam consumia uma média de 50 mA.

Nos testes de distância, o código era mais simples por não ter implementado o sono profundo. Neste caso, a rotina que a placa executava era simplesmente adquirir a sentença GPS e enviar usando LoRa. No poste com a placa Raspberry Pi, um código Python era colocado remotamente para funcionar a fim de que cada vez que recebesse um pacote LoRa, a distância entre a coordenada do poste e a do transmissor fosse calculada e todas as informações eram então armazenadas em um arquivo para análise posterior.

Neste último teste, foram verificadas transmissões constantes para até 5km de distância entre o poste-receptor e o transmissor. Foram também verificadas transmissões que indicaram distâncias maiores que 7km, mas o relevo local e a presença de construções no percurso percorrido pelo transmissor não contribuíram para a aquisição de dados suficientes que indiquem um melhor desempenho à tecnologia.

Para os testes LoRaWAN, a melhor placa foi a Heltec Cubecell AB02S pois o suporte da fabricante para os códigos fontes é muito bom e é uma placa que, programada com o Deep-Sleep, possui um consumo muito baixo: enquanto a placa solar fornece em torno de 200 mA, esta placa

Cubecell AB02S consome uma média de 8 mA durante o ciclo de trabalho, indicando que o desempenho energético é bem melhor que nos testes P2P com a placa T-Beam.

CONCLUSÕES:

A tecnologia de rádio LoRa tem muita capacidade de revolucionar aplicações no campo, não só apenas com o rastreamento para a agropecuária. Nos testes P2P, realizados em um sítio, muitas sugestões e ideias de uso foram sendo dadas para tarefas cotidianas que podem ser projetadas de modo a serem operadas por comandos simples.

O protocolo LoRaWAN traz muitas possibilidades também, pois permite o envio/recebimento de pacotes de dados via Internet, mas que exige um conhecimento maior de programação. Como as placas têm um baixo consumo de energia e tem um custo reduzido, isso permite que manutenções no sistema sejam menos frequentes.

Enquanto o padrão LoRaWAN foi sendo difundido, muitas empresas grandes perceberam a grandeza deste sistema e começaram a investir, até mesmo investindo na minimização de custos para tecnologias já estabelecidas. Um exemplo recente é a Huawei que fechou contrato com a Empresa Informática Agropecuária para iniciar testes de um sistema similar aqui no Brasil.

Como é uma plataforma programável, pode-se usar tanto o protocolo oficial (LoRaWAN) quanto o mais básico (apenas LoRa). As aplicações LoRaWAN se baseiam em gateways que são públicos e desta forma faz com que seja um sistema com infraestrutura de baixo custo que possibilita situações em que apenas a aquisição dos End-Devices seja necessária (desde que na região já existam gateways implementados).

BIBLIOGRAFIA

- [1] ROCHETI, E. O. **Análise da Camada Física da Modulação LoRa e Simulação de um Rádio LoRa em MATLAB**. Campinas, UNICAMP, 2019.
- [2] **LoRa Alliance®**. Disponível em: <https://lora-alliance.org/>
- [3] Viviane Taguchi, UOL. **Empresa chinesa vai monitorar brasileiro com sensores na cabeça**. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2021/08/04/empresa-chinesa-de-smartphones-vai-monitorar-gado-brasileiro.htm>
- [4] **The Things Network**. Disponível em: <https://www.thethingsnetwork.org/>
- [5] **LilyGO**. Disponível em: <http://www.lilygo.cn/>
- [6] **RAKWireless**. Disponível em: <https://www.rakwireless.com/en-us>
- [7] **Heltec Automation**. Disponível em: <https://heltec.org/>