

GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GMA

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA PARA O RASTREAMENTO DO DESLOCAMENTO EM TEMPO REAL DE BANCOS DE MACRÓFITAS EM RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS

LOURIVAL LIPPMANN JUNIOR(1); LAERTE CLADEMIR DA ROSA JUNIOR(1); CARLOS ADEMAR PURIM(1); SORAIA TAMIE QUICU(6); CLÁUDIO DONIZETI DE LIMA JR.(6); CARLOS CARVALHO NASCIMENTO(4); DANIELLE DRAGO(1); LUIZ FERNANDO BRUM TEIXEIRA(1); RAFAEL MOREIRA MIGGIORIN(1); WILLIAM CESAR FARIAS(1)

LACTEC(1); RIO PARANAPANEMA ENERGIA(4); RIO PARANÁ ENERGIA S. A.(5); CTG BRASIL(6)

RESUMO

A presença de macrófitas aquáticas em reservatórios de usinas hidroelétricas impacta tanto o meio ambiente como sua operação. O desprendimento dessas plantas resulta em elevados investimentos em intervenções periódicas de limpeza das grades de proteção e até mesmo podem interromper a geração de energia em casos extremos. Neste trabalho foram desenvolvidos geolocalizadores para serem afixados em bancos de macrófitas, que transmitem em intervalos regulares a sua localização georreferenciada. Ao receber a informação, a central de monitoramento compara com a localização anterior detectando provável deslocamento. O equipamento contempla as características para operação em superfície aquática e apresentam elevada autonomia energética.

PALAVRAS-CHAVE: macrófitas aquáticas, monitoramento, barragens, segurança, IoT, rede LoRa

1.0 INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas são importantes elementos nos corpos de água devido à sua alta produtividade primária e o seu papel na dinâmica destes ecossistemas. A classificação dessas plantas como flutuantes, emersas, submersas com folhas flutuantes, submersas enraizadas e submersas livre é relacionada ao hábito, refletindo o grau de adaptação destas plantas ao meio aquático (1). As taxas de crescimento das macrófitas são reguladas por fatores ambientais como temperatura, luminosidade, concentração de nutrientes e biológicos como competição e herbivoria (2). Tais fatores tendem a manter as populações de macrófitas em estabilidade. As atividades antrópicas estão relacionadas ao crescimento excessivo desses vegetais, devido ao aumento da disponibilidade de nutrientes (3). Nessas condições, podem ocorrer deslocamento de bancos de macrófitas, como observado no reservatório de Jupia. Neste reservatório, detectou-se o deslocamento de grandes volumes de plantas, principalmente submersas do gênero *Egeria*.

2.0 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO PILOTO

Esse projeto será executado no reservatório da UHE Jupia na cidade de Três Lagoas localizada no estado do Mato Grosso do Sul, próxima à divisa com o estado de São Paulo. Essa área específica do reservatório é composta pelos rios Tietê (até a UHE Três Irmãos) e Paraná (até a UHE Ilha Solteira), conforme mostra a Figura 1.

Após os estudos realizados nas etapas anteriores do projeto, onde foram levantados os pontos mais críticos de formação de macrófitas dentro do reservatório, a infraestrutura proposta se localizará em áreas estratégicas como um projeto piloto, e caso seja comprovada a sua eficiência, caberá à CTG Brasil ampliar a sua rede para toda a área do reservatório, podendo obter dados em tempo real para as tomadas de decisões.

O projeto piloto completo vai se utilizar de três soluções distintas para monitorar o crescimento e deslocamento de macrófitas. Essas três soluções são compostas pelos seguintes sistemas:

- Monitoramento por geolocalizadores;
- Monitoramento por imagens da superfície;
- Monitoramento por sonares das macrófitas submersas.

O desenvolvimento aqui será focado na solução do monitoramento através de geolocalizadores, por apresentar uma solução inovadora e bastante econômica.

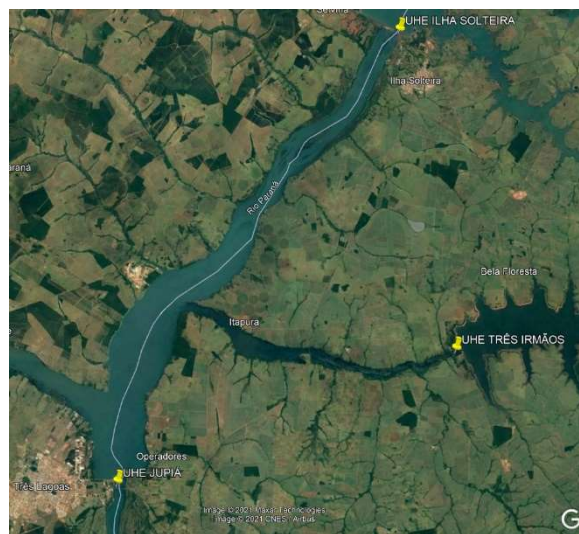


Figura 1 - Área do Reservatório da UHE Jupia.

3.0 MONITORAMENTO POR GEOLOCALIZADORES

A ideia básica do geolocalizador é de um dispositivo que fosse facilmente “lançado” sobre um banco de macrófitas e ficasse transmitindo regularmente sua posição georreferenciada. Quando o banco de macrófitas começasse a se deslocar, a central de monitoramento perceberia este deslocamento para acionar um alerta. Como especificação de projeto, este equipamento deveria apresentar as seguintes características básicas:

- Custo razoavelmente baixo para possibilitar a instalação de vários dispositivos. Alguns bancos de macrófitas vão exigir mais de um geolocalizador, pois são enormes e é comum apenas que parte se desprenda e se desloque;
- Autonomia de energia para a operação dos seus circuitos eletrônicos;
- Não exigir nenhum procedimento de instalação, ou seja, que pudesse ser lançado por algum drone ou mesmo do barco utilizando-se de alguma vara e ali permanecer estável.
- Apresentar navegabilidade (não afundar) quando se desprender de alguma macrófita em movimento.

Para atender a estas premissas, foram consideradas as seguintes soluções:

- Comunicação por rede LoRa – Long Range Network (4), uma tecnologia de comunicação de baixo custo, longo alcance e de baixíssimo consumo de energia, focada para dispositivos de IoT;
- A autonomia de energia deveria ser provida por painel solar e armazenamento em bateria para a operação no período noturno;
- O *design* deveria atender a facilidade de instalação e fosse discreta para não ser chamariz para furtos ou vandalismos.
- Inicialmente previa-se a necessidade de um acelerômetro para detectar a movimentação do geolocalizador, mas este requisito foi abandonado, uma vez que a movimentação inicial da macrófita é extremamente lenta podendo não ser detectado ou indicar falsos alarmes. Foi consensado que a posição georreferenciada captada pelo circuito GPS teria a assertividade necessária para indicação do deslocamento.

3.1. Desenvolvimento da eletrônica do geolocalizador

Com estas condições de contorno, foi iniciado o desenvolvimento utilizando-se de protótipos artesanais para testes em campo, como pode ser visto na Figura 2. Estes protótipos ainda não tinham a preocupação com os aspectos de *design* e nem com a autonomia de energia.

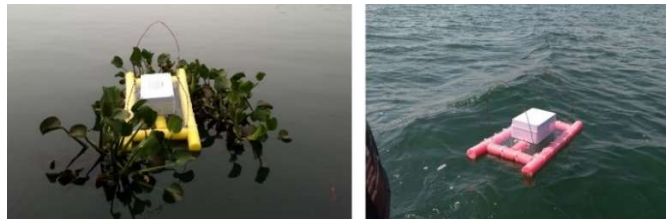
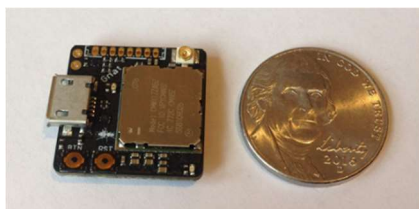


Figura 2 - Primeira campanha de testes com os primeiros protótipos do geolocalizador.

Nestes protótipos foram utilizados um módulo LoRa com GPS integrado conhecido como GNAT (5). Esse módulo possui tamanho de 20mm x 20mm (Figura 3) e é composto por um rádio LoRa como processador da família STM32, módulo GPS e um acelerômetro. Como opção de custo, também foi considerado a utilização do módulo TTGO T-Beam (6) (Figura 4) com arquitetura ESP32. Esse módulo possui as mesmas características de funcionamento na rede LoRa, oferecendo um custo mais baixo, mas não tem incorporado o acelerômetro. Como o acelerômetro não seria mais um requisito, o desenvolvimento caminhou com a utilização do módulo TTGO T Beam com arquitetura ESP32.



(a)



(b)

Figura 3 - (a) Módulo LoRa GNAT (b) Módulo ESP32 TTGO T-Beam.

3.2. Evolução do projeto do geolocalizador

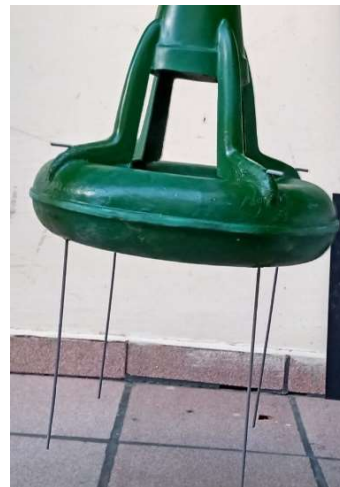
Como foi definido que a função de acelerômetro não mais seria necessária, a continuidade do desenvolvimento se deu com a utilização do módulo TTGO T-Beam. Foram também definidos e incorporados o módulo fotovoltaico, as baterias e os respectivos circuitos de recarga. Assim foi possível se definir um design para o dispositivo geolocalizador.

Devido às características das macrófitas de superfície, foi necessário desenvolver um involucro mecânico específico para que possam ser acomodados nos bancos de macrófitas. Assim, foi projetado uma carcaça para facilmente se acomodar por sobre os bancos de macrófitas e, caso o banco venha a se desmanchar, ele possa flutuar para então ser resgatado e reutilizado como mostrado na Figura 4(a). A estrutura do geolocalizador foi fabricada em fibra de vidro e possui uma parte elevada para acomodar toda a eletrônica, bem como a antena de comunicação e o módulo fotovoltaico para recarga das baterias.

Na boia (parte inferior), foram colocadas hastes metálicas que por gravidade penetram entre as ramificações da planta e assim servem como fixadores nos bancos de macrófitas. Como essas hastes passam livremente por um tubo que transpassa a boia, elas se movimentam pelo seu próprio peso e pelo balanço das macrófitas até chegar ao fim de curso. Foi definida a cor verde para a pintura para caracterizar uma espécie de camuflagem.



(a)

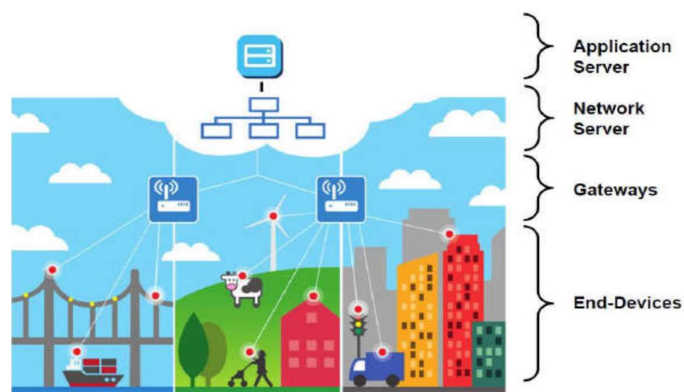


(b)

Figura 4 - (a) Protótipo final do geolocalizador (b) Detalhe das hastes para penetração nas macrófitas.

4.0 ARQUITETURA DA REDE LORA

Dentro da sua concepção, a topologia da rede LoRa, esta é composta pelos meios físico e digital sendo organizada em camadas. No nível mais baixo, estão os dispositivos de campo ou *end-devices*. Esses dispositivos vão se comunicar com os gateways usando o protocolo LoRaWAN e estes, por sua vez vão se comunicar com o servidor de rede para então chegar no servidor de aplicação (Figura 5).



Fonte: Imagem disponível em vários sites da internet

Figura 5 - Topologia da rede LoRa.

4.1. Módulo Gateway

Para esse projeto, foi especificado um gateway de baixo custo para ser utilizado em campo durante a etapa do projeto piloto. Esse gateway é fabricado pela empresa RadioEnge que tem capacidade de receber pacotes de dados em até oito canais simultaneamente. Sua aplicação é realizada em conjunto com uma placa Raspberry Pi, possuindo um barramento para integração. Assim, a Raspberry possui uma aplicação customizada através de uma imagem no formato ISO gravada em um cartão SD. Esse cartão conectado a placa Raspberry torna o conjunto Raspberry + módulo um gateway pronto para ser utilizado, conforme Figura 6, sendo necessário apenas efetuar a configuração do mesmo em um site como o ThethingsNetworks (7) para habilitar o seu funcionamento.

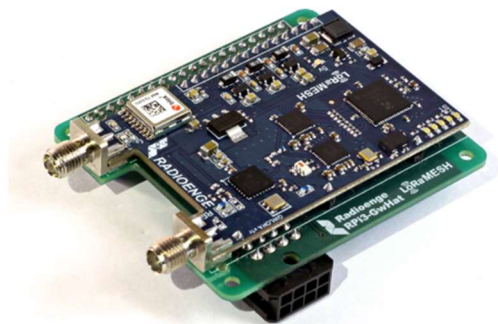


Figura 6 - Gateway LoRaWAN Radioenge.

5.0 INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO

Como já mencionado, o geolocalizador é um dos sistemas que vai monitorar o deslocamento de bancos de macrófitas superficiais juntamente com um sistema de monitoramento de imagens com IA. Assim, os gateways serão instalados nas mesmas torres onde estarão as câmeras e as estruturas de comunicação de banda larga para as imagens.

Após os estudos realizados em etapas anteriores do projeto, onde foram levantados os pontos mais críticos de formação de macrófitas, a infraestrutura proposta se localizará em áreas estratégicas como um projeto piloto, e caso seja comprovada a sua eficiência, a CTG Brasil poderá ampliar esta rede para outras áreas do reservatório.

O enlace de rádio a ser implementado está apresentado na Figura 7, mostrando os posicionamentos estratégicos dos pontos de infraestrutura, onde estarão localizadas as torres com as câmeras de monitoramento e os gateways da rede LoRa e os transmissores, receptores e repetidores de rádio. Nessa região o rio Tietê encontra o rio Paraná e ambos acumulam macrófitas, porém nesses locais serão possíveis identificar o deslocamento dessas plantas em ambos os rios.



Figura 7 - Topologia do enlace de rádio proposto para a implementação do sistema de monitoramento.

A rede de dados proverá a cobertura de um trecho dentro da área de domínio do reservatório e é composta por quatro sítios de repetição de dados (repetidores) e três enlaces. Os pontos propostos são posições aproximadas e as antenas estarão a uma altura de 30 metros em relação ao solo, exceto a torre do repetidor que deverá ser instalada dentro da UHE Jupia ou algum ponto próximo, que até o momento não foi possível identificar e tampouco especificar essa altura. Dessa forma, o modelo proposto para o repetidor da UHE Jupia corresponde a uma altura de 10 metros em relação ao solo.

Os pontos onde serão instaladas as torres receberam nomenclaturas, sendo elas:

- Base UHE Jupia;
- Torre Eldorado;
- Torre Foz Rio Tietê/Paraná;
- Torre Ponte Rio Tietê.

Assim, os enlaces propostos ainda são teóricos e poderão sofrer alterações, pois dependem de autorização dos proprietários das áreas, bem como autorizações específicas para as construções estabelecidas por meio de contratos de comodatos, os quais já foram requisitados e encontram-se em andamento.

Já no sistema de rádio enlace planeja-se utilizar equipamentos do fabricante Ubiquiti, pois este fornece uma ampla gama de produtos e soluções para infraestrutura de sistemas de tecnologia da informação. A própria Ubiquiti oferece de forma gratuita em seu website uma ferramenta para simular a criação de links de rádio enlace, sugerindo os equipamentos recomendados para a construção do sistema. Após essas simulações, a composição do sistema seguirá o diagrama ilustrado na Figura 8.

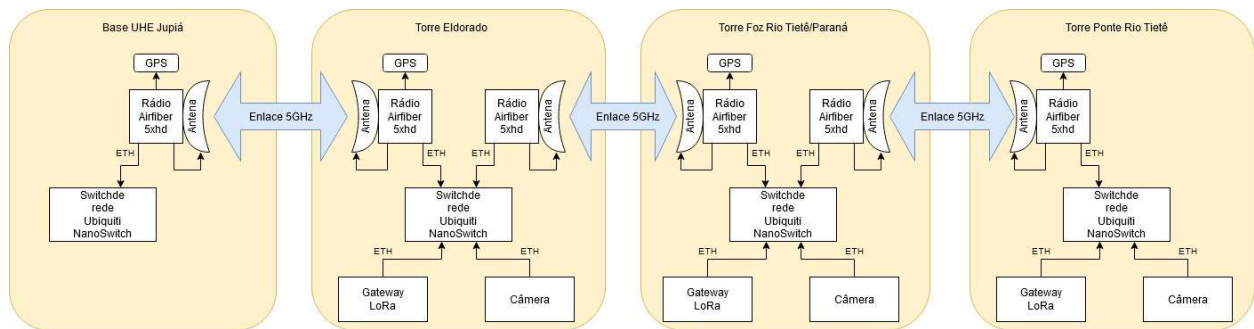


Figura 8 - Diagrama de composição do sistema de rádio enlace proposto.

Além dos equipamentos de comunicação, também estarão inclusos os gateways LoRa e câmeras para o sistema de monitoramento de macrófitas por imagens, que serão conectadas ao *switch* de rede através de uma interface Ethernet presente em cada torre.

6.0 TESTES E RESULTADOS

6.1. Primeira e segunda campanha de testes

Embora ainda não possua a infraestrutura de comunicação construída, foram realizadas campanhas de testes em campo com os protótipos dos geolocalizadores no reservatório da Usina UHE Jupia. As duas primeiras campanhas foram específicas para testar o algoritmo desenvolvido para os módulos GNAT, onde o gateway LoRaWAN ficou posicionado dentro da embarcação e na beira do rio (Figura 9). Já os circuitos dos geolocalizadores foram soltas em pequenas embarcações para seguirem a correnteza do rio (Figura 2).



Figura 9 - Posicionamento do Gateway LoRaWAN durante os testes de comunicação.

Mesmo com alturas insuficientes adotadas nos testes, essas duas campanhas serviram para avaliar o funcionamento do sistema nas condições do reservatório, obtendo êxito na comunicação em uma distância de até 2.150 metros, na linha d'água. Para a comunicação de dados com o servidor de aplicação TheThingsNetworks (Figura 10) foi utilizado um modem 4G nas áreas próximas ao município de Itapura – SP. Já o gateway e os dispositivos de campo foram testados utilizando a frequência de operação homologada pela ANATEL, 915MHz.

APPLICATION DATA							pause	clear
Filters								
<input type="button" value="uplink"/> <input type="button" value="downlink"/> <input type="button" value="activation"/> <input type="button" value="ack"/> <input type="button" value="error"/>								
	time	counter	port					
⚡	12:10:19			dev addr: 26 00 12 D1	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		
⚡	12:09:00			dev addr: 26 00 25 F0	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		
⚡	12:08:18			dev addr: 26 07 1C B0	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		
⚡	12:07:50			dev addr: 26 07 21 44	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		
⚡	12:07:43			dev addr: 26 00 24 A8	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		
⚡	12:07:15			dev addr: 26 00 1C 97	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		
⚡	12:07:01			dev addr: 26 07 1E 83	app eui: A0 00 00 00 00 01 00	dev eui: A8 40 41 00 01 81 C8 47		

Figura 10 - Dashboard TheThingsNetworks recebendo os dados de posicionamento dos geolocalizadores.

6.2. Terceira campanha de testes em campo

A terceira campanha de testes em campo também foi realizada no reservatório da UHE Jupia, onde foram avaliados os protótipos dos geolocalizadores, envolvendo o seu lançamento nas macrófitas submersas, quando também foram executados testes de comunicação com o servidor de aplicação para monitoramento em tempo real e testes de flutuabilidade e integração da eletrônica com a mecânica.

6.3. Testes de lançamento e flutuabilidade

O primeiro teste desta terceira campanha foi para avaliar a facilidade do lançamento dos geolocalizadores e a auto fixação dos mesmos nos bancos de macrófitas (Figura 11).



Figura 11 - Testes de lançamento dos protótipos de geolocalizadores nos bancos de macrófitas.

Além dos testes em bancos de macrófitas, também foram verificadas as condições de flutuabilidade do protótipo, fazendo-se o lançamento diretamente na correnteza do rio. Foram realizados dois tipos de avaliação, sendo um em águas calmas no rio Tietê e outro em águas mais agitadas no rio Paraná. A Figura 12 mostra o protótipo boiando em ambos os rios, sendo o rio Tietê, à esquerda, e o rio Paraná, à direita.



Figura 12 - Testes de flutuabilidade dos protótipos.

Conforme se pode observar nas próprias imagens, o protótipo obteve um excelente desempenho em águas calmas, porém apresentou-se bastante instável na região mais agitada, inclusive sofrendo um tombamento. A solução para esse problema foi resolvida com a colocação de um lastro de chumbo para baixar o centro de gravidade do equipamento.

6.4. Teste de comunicação da rede LoRa

Esse teste ocorreu de forma independente para validar as possíveis posições dos gateways de comunicação ao longo do rio. O diagrama da Figura 13 ilustra a rede de comunicação utilizada no teste e a integração entre os diversos elementos.

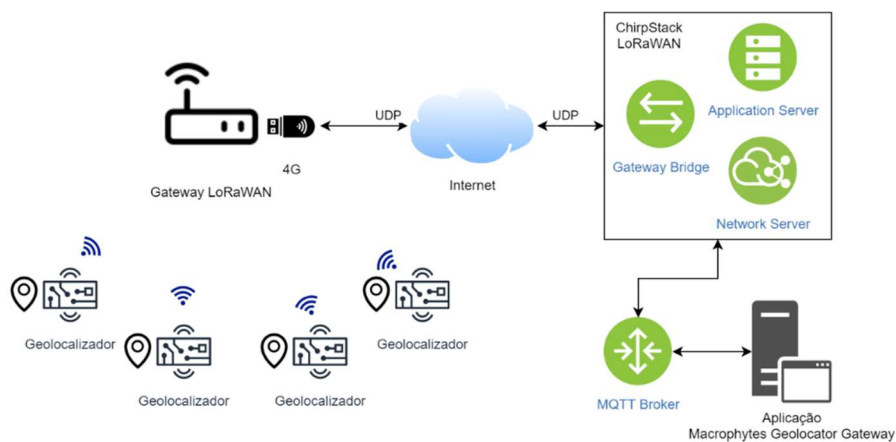


Figura 13 - Diagrama de comunicação da rede LoRa.

Os dispositivos geolocalizadores e o gateway LoRaWAN foram levados para o local do teste, a fim de avaliar o desempenho da comunicação LoRaWAN *in loco*. Para conectar-se ao servidor, o gateway utilizou como *backhaul* a rede de comunicação celular, por meio de um modem USB. Dessa forma, o local do primeiro teste de comunicação foi realizado na área próxima à localização da torre da foz do rio Tietê, segundo a Figura 14.



Figura 14 - Teste de comunicação do gateway no local de instalação de uma das torres.

Como infraestrutura de servidores LoRaWAN, utilizou-se o ChirpStack¹, instalado em uma máquina virtual em nuvem disponibilizada para o projeto. A porta de comunicação do servidor Chirpstack Gateway Bridge recebe os dados dos gateways. Dessa forma, foi possível verificar que o gateway LoRaWAN estava online em campo na posição pretendida na própria tela do Chirpstack (Figura 15).

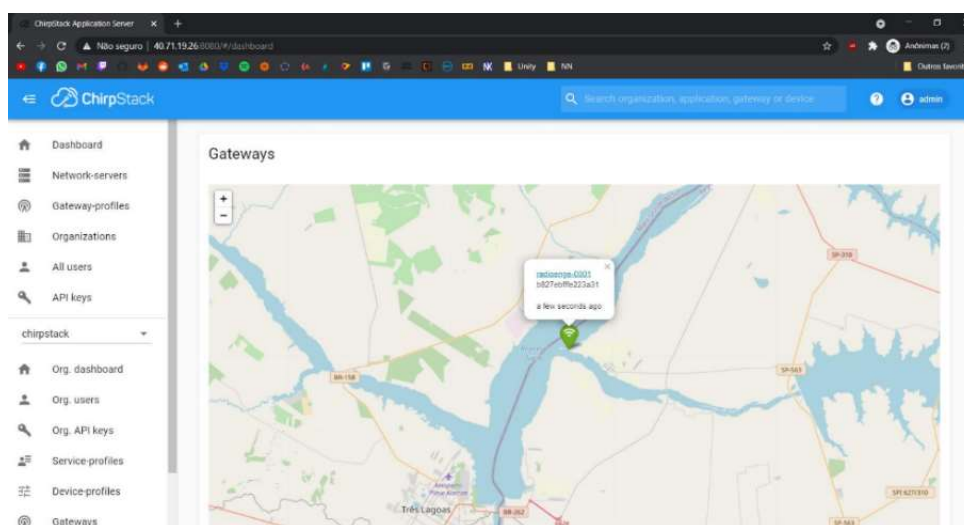


Figura 15 - Tela do servidor ChirpStack.

Na continuidade da terceira campanha, testes adicionais foram realizados na prainha de Itapura no Rio Tietê, cujos resultados foram similares aos anteriormente relatados.

7.0 CONCLUSÃO

Esses testes validaram com êxito o sistema de comunicação na região do projeto piloto, porém foram executados de forma limitada devido à disponibilidade de rede 4G para comunicação com a Internet, enquanto a estrutura de comunicação do projeto não está pronta. Quanto à rede LoRa, esta se mostrou eficiente para a aplicação, onde os protótipos coletaram corretamente as suas posições georreferenciadas e de acordo com a expectativa do projeto.

Do ponto de vista construtivo, os protótipos apresentaram facilidade de instalação, acomodação e estabilidade quando afixados em bancos de macrófitas. Com relação à estabilidade em flutuação isolada, ou seja, diretamente sobre a superfície da água, os mesmos não suportaram águas agitadas. Um lastro de chumbo na parte inferior corrigiu o problema, já foram feitos testes e vai fazer parte da versão final. Está previsto no projeto piloto a fabricação de 30 unidades de geolocalizadores.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) TRINDADE, C.R.T.; PEREIRA, S.A.; ALBERTONI, E.F.; PALMA-SILVA, C. Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do Campus Carreiros – FURG, Rio Grande, RS. **Cadernos de Ecologia Aquática**, Rio Grande, v. 5, p. 1-22, 2010.

(2) THOMAZ, S.M. Fatores ecológicos associados à colonização e desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, p:13-25, 2002.

¹ Open-source LoRaWAN Network Server (8)

(3) POMPÊO, M.L.M. **As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo**. In: Pompeo, M.L.M. (ed.). Perspectivas na Limnologia do Brasil. São Luis: Gráfica e Editora União, 1999.

(4) LORA ALLIANCE. What is LoRaWAN Specification. **LoRa Alliance Website**. Disponível em: <<https://loralliance.org/about-lorawan/>>. Acesso em: 11 set. 2021.

(5) TLERA CORP. Welcome to Tlera Corp. **Tlera Corp Website**. Disponível em: <<https://www.tindie.com/stores/tleracorp/>>. Acesso em: 11 set. 2021.

(6) LILYGO. Lilygo Products. **Lilygo**. Disponível em: <<http://www.lilygo.cn/products.aspx?TypeId=50060&FId=t3:50060:3>>. Acesso em: 11 set. 2021.

(7) THE THINGS NETWORK. The things network. **The things network**. Disponível em: <<https://www.thethingsnetwork.org/>>. Acesso em: 11 set. 2021.

(8) CHIPSTACK. Gateway Bridge. **Chipstack**. Disponível em: <<https://www.chirpstack.io/gateway-bridge/>>. Acesso em: 11 set. 2021.

9.0 DADOS BIOGRÁFICOS



(1) LOURIVAL LIPPMANN JUNIOR

Engenheiro Eletrônico pelo ITA, Mestre em Automação Industrial pela UTFPR, técnico em Eletrônica pelo CEFET-PR. Experiência de 35 anos na área de P&D para o setor elétrico, ex-professor de engenharia na UTFPR e PUC-PR. É pesquisador no LACTEC, atuando em projetos de P&D para o setor elétrico nos temas: conectividade para *Smart Grid* e *Smart City*, fontes alternativas de energia, *energy harvesting*, sistemas de armazenamento e visão computacional.

(2) LAERTE CLADEMIR DA ROSA JUNIOR

Pesquisador no departamento de Eletrônica no Lactec. Engenheiro Eletricista formado pela PUCPR em 2005, com especialização em Teleinformática e Redes de Computadores pela UTFPR 2007 e mestrado profissional em Desenvolvimento de Tecnologias pelo Lactec 2015. Atua como pesquisador no departamento de Eletrônica no Lactec desde 2007 na área de sistemas embarcados, sistemas de comunicação e sistemas de medição de energia.

(3) CARLOS ADEMAR PURIM

Professor aposentado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologias pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Lactec. Até 2020 foi Gerente da Divisão de Eletrônica do Lactec onde atuou por 18 anos. Na sua trajetória profissional destacam-se ainda o trabalho como Gerente de P&D da Schause S/A e como sócio e Diretor Técnico da empresa Conecta Automação Ltda. Atualmente atua como Consultor Senior do Lactec.

(4) SORAIA TAMIE QUICU

Soraia Tamie Quicu é bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia Industrial - FEI e Mestre em Conhecimento, Tecnologia e Inovação pela Fundação Instituto de Administração - FIA e em Business Strategy pela La Verne University. Atua como especialista de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na CTG Brasil, multinacional que opera no Brasil focado 100% em geração de energia limpa.

(5) CLÁUDIO DONIZETI DE LIMA JR

Graduado em Engenharia Elétrica com Habilitação em Telecomunicações pela PUC-Campinas. Analista de Planejamento da Operação da Rio Paraná Energia - CTG Brasil.

(6) CARLOS CARVALHO NASCIMENTO

Carlos Carvalho Nascimento é Técnico em Mecânica pela Escola Técnica Federal de São Paulo, graduado em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia Mauá com MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas e Liderança em Inovação pelo MIT Professional Education. Atua com gestão de ativos operacionais e de manutenção do setor elétrico, desenvolvimento de negócios e na gestão de portfólio de inovação através do programa de Pesquisa & Desenvolvimento regulado pela ANEEL. Atualmente é responsável pela área de P&D I da CTG Brasil, multinacional que opera no Brasil focado 100% em geração de energia limpa.

(7) DANIELLE DRAGO

Mestre em Eng^a Florestal e graduada em Eng^a Cartográfica, ambos pela UFPR e MBA em Gerenciamento de Projetos (UVV-ES). Apresenta experiência técnica em produção cartográfica, principalmente em fotogrametria e

geoprocessamento. Desde 2016 é pesquisadora da área de Geossoluções do LACTEC, tendo exercido atividades decorrentes de aerolevantamentos com perfilamento a laser e análises multicritério geoespaciais voltadas para a elaboração de mapas de sensibilidade para o setor energético. A partir de 2018 passou a atuar majoritariamente na coordenação de projetos de P&D - Aneel para o alcance de soluções de monitoramento da problemática de macrófitas aquáticas em reservatório da concessionária CTG Brasil.

(8) LUIZ FERNANDO BRUM TEIXEIRA

Graduado em Eng. Industrial Elétrica com ênfase em Eletrônica e Telecomunicações pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (1992). É pesquisador no Lactec desde abril de 2007, atua na área de Geossoluções em projeto de P&D no desenvolvimento de sistema de download e processamento periódico de imagens orbitais gratuitas. Atuou principalmente nos seguintes temas: processamentos digitais de imagens; desenvolvimento de sistemas nas plataformas web, Windows, Android e iOS; simulações para treinamentos ou testes de conceito de produto; programação de robôs industriais e cálculo de perda de energia em sistemas de distribuição de energia elétrica.

(9) RAFAEL MOREIRA MIGGIORIN

Ocupa o cargo de Especialista em TI nos Institutos Lactec, no departamento de Desenvolvimento de Software e Usabilidade, atuando como coordenador de projetos de software, tendo como principais clientes empresas e instituições governamentais. Principal foco é a coordenação de equipes para o desenvolvimento de projetos de sistemas web. Anteriormente ocupou a posição de líder técnico na Bematech Hardware por 3 anos. Principal área de atuação em sistemas embarcados, desenvolvendo de firmwares para impressoras fiscais e térmicas. Mestrado obtido pelo Laboratório de Metrologia e Automatização da Universidade Federal de Santa Catarina. Formação em Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrônica e Telecomunicações.

(10) WILLIAM CESAR FARIAS

Possui graduação em Ciência da Computação pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Mestrado em Computação Forense na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. Conduziu algumas atividades de ensino na Pontifícia Universidade Católica do Paraná. É Pesquisador no LACTEC. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Análise e Desenvolvimento de Sistemas Computacionais, atuando nos temas: Reconhecimento de padrões, Processamento de Imagens, Verificação de Assinaturas Off-Line, Realidade Aumentada com Unity3D, Geoprocessamento, Desenvolvimento web utilizando as tecnologias JAVA EE, WebServices SOAP e REST, Frontend com Angular, Desenvolvimento Mobile Nativo para Android.