

Estrutura de rede de comunicação IoT para monitoramento de vagas no CEFET-MG.

Gabriel Santos, Anthony Chiaratti

Resumo – No âmbito da mobilidade urbana dos grandes centros urbanos os estacionamentos são um dos grandes vilões, já que trazem consequências negativas para a população, para a estrutura da cidade e até para o meio ambiente. Nesse contexto, o presente trabalho busca uma alternativa viável financeiramente e estruturalmente que possa ser aplicada dentro dos estacionamentos do CEFET-MG. Tal solução baseia-se em fornecer uma informação online em tempo real, com baixo gasto energético e longo alcance, empregando então os conceitos de Internet das Coisas. O resultado alcançado com o hardware utilizado permitiu identificar o veículo e enviar tal informação sem fio com sucesso, mostrando que a proposta é factível.

Palavras-chave – sensor, estacionamento, IoT, cidades inteligentes

I. INTRODUÇÃO

A questão da mobilidade urbana é um problema sério na maioria das grandes cidades brasileiras. Isso porque, a grande densidade populacional nessas áreas, somadas a falta de qualidade do transporte público e a popularização dos carros, faz com que exista um número de veículos individuais maior do que a capacidade de infraestrutura urbana é capaz de suportar. Nesse caso, um dos protagonistas são os estacionamentos, pois cada novo veículo necessita de uma nova vaga. Logo, as cidades não são capazes de criarem novas vagas no mesmo ritmo em que novos carros chegam ao trânsito. Um exemplo é a cidade de São Paulo, em que, Exame (2014), todos os dias existe um déficit de mais de 30% de vagas de estacionamento.

As consequências para a falta de estacionamento vão desde impactos ambientais, irritação dos motoristas até o prejuízo no planejamento urbano. A partir do momento em que uma quantidade muito grande de carros está transitando por mais tempo sem necessidade, tal como o processo de percorrer diferentes caminhos para procurar uma vaga, ele está consumindo mais combustível fóssil, contribuindo para o aumento dos gases do efeito estufa, além de contribuir para congestionamentos. Ainda segundo Exame (2014), a Cidade do México foi capaz de reduzir em 18 mil toneladas a quantidade de CO₂ a partir da implementação de uma solução inteligente para estacionamentos.

Além do estresse gerado nos motoristas pelo ato de procurar por vagas tem-se a sua valorização em termos financeiros, já que ele é um recurso escasso. Assim, o preço

para estacionar é motivo de insatisfação, com o preço da hora pelo carro parado sendo mais caro que com o carro trafegando a uma velocidade média de 60km/h, soma-se a isso o aumento constante do preço das vagas de estacionamento, tal como mostra o recorde no índice de inflação para estacionamentos em Belo Horizonte em 2011, alcançando incríveis 18,5% [2]. Não menos importante, também se tem a popularização de profissionais não regulamentados, como os “flanelinhas”, pessoas que abordam os motoristas cobrando por uma vaga pública. Como se já não bastasse esse fato, eles acabam por extorquir os motoristas através da cobrança de preços abusivos, só recebendo, pois, foi imposta na população uma cultura do medo, em que quando os motoristas não pagam, eles têm seu veículo danificado, conforme mostrado em [3].

Por último, um problema ainda muito grave está relacionado com o prejuízo no planejamento urbano nas grandes cidades com a criação de estacionamentos. Isso porque esses são locais que ocupam uma área muito grande, ocupando espaços valiosos que poderiam ser usados com uma outra razão, já que um estacionamento nem sempre está ocupado todo o tempo. Por exemplo, segundo Sisson, P. (2020), uma vaga de 6x3 metros tem a mesma área de um estúdio (apartamento de baixo custo) na cidade de Paris. Logo, a questão dos estacionamentos é tão grave que tem interferência nos problemas das grandes cidades além do escopo da mobilidade urbana e da poluição ambiental

II. PROBLEMÁTICA

Diante do exposto anteriormente, percebe-se que a questão dos estacionamentos nas grandes cidades é um problema que afeta não somente a esfera da mobilidade urbana, mas também leva ao aumento do custo de vida da população, a diminuição da sua qualidade de vida, aumento da poluição ambiental e prejuízos para o planejamento urbano no âmbito de residências habitacionais. Somado a isso, segundo a ONU, até 2050, 90% da população estará concentrada nos grandes centros urbanos. Ou seja, para o contexto dos estacionamentos nos centros urbanos, é possível inferir que esse é um problema que, se não for solucionado, tende a se agravar no futuro.

Já no caso do contexto interno do CEFET-MG pode-se afirmar que essa problemática também é presente. Isso porque as instalações físicas da instituição não são capazes de suportar a demanda por vagas de estacionamento, tanto no campus Nova Suíça quanto no campus Nova Gameleira.

Aqui, as consequências, além das anteriores, também passam pelo aumento do número de carros estacionados em lugares proibidos, como calçadas, vagas especiais e próximos a esquinas. Em determinadas situações, isso pode fazer com que o fluxo do trânsito normal seja interrompido. Além disso, veículos estacionados em passeios atrapalham a circulação de pedestres e deixa-os sujeitos a acidentes, situação comum na rotina da instituição CEFET-MG.

Portanto, diante da relevância do tema, esse é um trabalho que visará propor uma solução para monitoramento das vagas de estacionamento em tempo real, usando como caso prático a situação interna presente no CEFET-MG.

III. METODOLOGIA

A proposta para o problema baseou-se na utilização dos princípios de eficiência, viabilidade estrutural e financeira. Nesse contexto, a utilização de um equipamento capaz de aplicar os conceitos de IoT como sendo “um sistema interligado de objetos capazes de transferir e coletar dados através de uma rede sem fio e sem a intervenção humana”, Aeris (2021) que vai de encontro as características citadas anteriormente, foi a escolhida.

Sendo assim, a solução passa por um sensor (conjunto de *hardware* e *software*) capaz de identificar a presença do veículo na vaga através de um magnetômetro, do envio da informação sem fio utilizando o protocolo LoRaWAN e a exibição para o usuário final por meio de uma interface com o usuário online. A Figura 1 exibe de maneira visual um esquemático da solução completa.

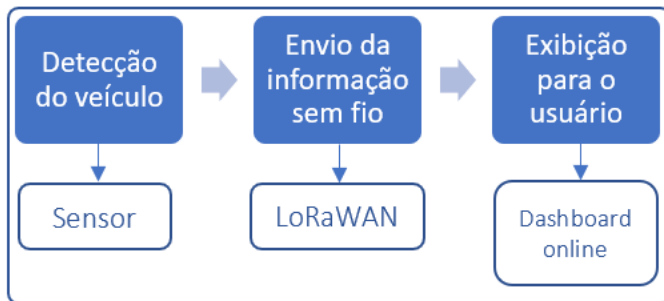


Figura 1 - Diagrama da solução.

Além disso, buscando-se atingir a melhor performance possível, o firmware utilizado pelo sensor foi baseado no Zephyr RTOS, garantindo maior vida útil a bateria.

IV. DESENVOLVIMENTO

Aqui serão descritos os testes realizados afim de validar a solução proposta pela Figura 1.

A. Detecção do veículo

Para a detecção do veículo foi empregado o circuito integrado FXOS8700, o qual é um conjunto de acelerômetro e magnetômetro triaxial e um sensor de temperatura. Para o presente trabalho, somente a utilização do sinal do magnetômetro foi necessária. Nesse caso, o carro sendo um objeto majoritariamente composto por metais, é capaz de alterar

o campo magnético da Terra a sua volta, produzindo um sinal na saída do magnetômetro diferente para a situação que existe a presença ou não do veículo. A Figura 2 mostra de maneira visual como o carro é capaz de alterar as linhas de campo magnético a sua volta e, então, permitir a identificação pelo magnetômetro.

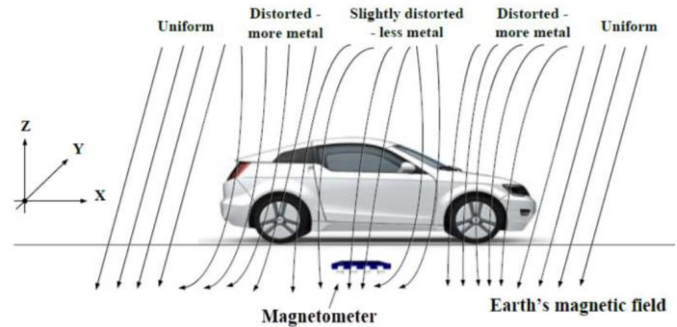


Figura 2 - Variação do campo magnético a partir da presença de um veículo. Birchenko, Y., 2020

Nesse caso, o primeiro teste consistiu em analisar a diferença do sinal de saída do magnetômetro para a situação de carro presente na vaga e carro ausente. Tal sinal é caracterizado pelo valor de campo magnético nos eixos X, Y e Z. Então, para identificação do veículo, utilizou-se o módulo desse vetor ($|M|$). A Figura 3 mostra os resultados obtidos para a situação em que o veículo ficou alternando entre estar presente ou ausente na vaga por um tempo em torno de 60s para cada situação, sendo a frequência de aquisição do sinal de 1Hz e o teste realizado pelo autor.

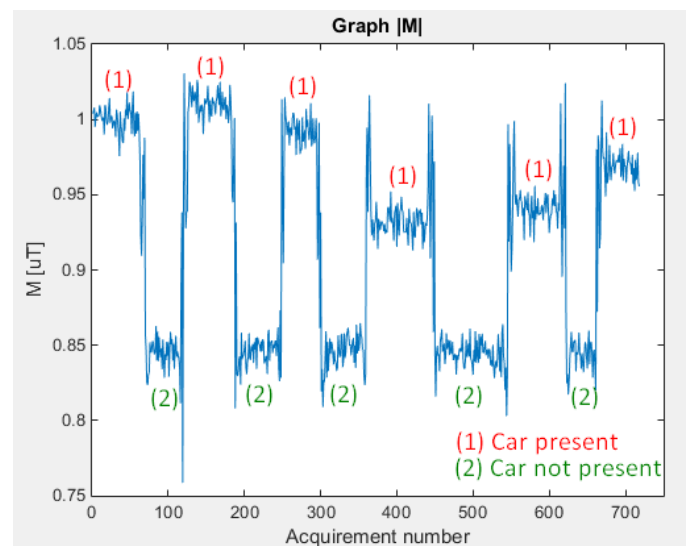


Figura 3 - Variação do valor de saída do módulo do vetor do magnetômetro a partir da presença ou não do veículo. Acervo do autor.

Analisando a Figura 3 percebe-se que a presença do veículo foi sempre responsável por produzir uma variação de no mínimo 10% no módulo do vetor. Outros testes foram realizados e apresentaram resultados semelhantes. Sendo assim, foi possível concluir que o sensor era capaz de identificar o

veículo com sucesso. Nesse caso, não se investigou o comportamento para diferentes veículos (carros, caminhonetes, motos, caminhões, etc), sendo o veículo utilizado um modelo Toyota Etios Hatch. Tal fato se deu em consequência da pandemia do COVID-19, que limitou recursos e deslocamentos. Portanto, a investigação de qual seria o comportamento para diferentes modelos de veículos seria algo essencial, ficando aqui registrado a sugestão do autor para melhorias futuras.

B. Envio da informação sem fio

A segunda parte consiste em formatar essa informação da presença do veículo e enviá-la para a internet utilizando o protocolo de comunicação LoRaWAN. Nesse caso, optou-se por utilizar a rede neutra fornecida pela American Tower, a qual possui cobertura para toda a região da capital Belo Horizonte, incluindo o campus do CEFET-MG. A justificativa para escolha da infraestrutura de rede neutra vem do fato da não necessidade de construção de receptores, mas somente a integração com essa infraestrutura que já está instalada e pronta para uso.

Já a utilização do LoRaWAN se baseia nas características desse tipo de protocolo e sua relação com o contexto de aplicabilidade do sensor. Em outras palavras, o LoRaWAN é adequado para comunicações em longas distâncias, com baixo consumo de energia, pequena quantidade de dados trafegados e poucas mensagens diárias, possui alta interferência a ruídos e é passível de possuir autenticação e encriptação da mensagem, características que torna essa a opção mais adequada entre os protocolos NB-IoT e Sigfox.

Aqui, todo o processo desde o envio da informação pelo sensor até sua visualização pelo usuário é feito por diferentes agentes, o que aumenta a complexidade do projeto. Assim, a empresa American Tower é responsável somente por fornecer a infraestrutura de cobertura (antenas/gateways) para o sinal de rádio do LoRa. A integração dessa infraestrutura com a internet fica a cargo da Everynet (*Network Server*). A partir daqui a informação é distribuída para diversos *brokers*, ou seja, sistemas que recebem essas informações vindas da rede do *Network Server* e, então, são capazes de integra-las a suas aplicações (*Application Server*). Nesse último caso, a opção escolhida foi a da PROIOT, devido a sua facilidade de lidar com projetos de menor porte e com suporte para pessoas físicas. Assim, a Figura 4 mostra esquematicamente como ficou definida a relação entre as empresas utilizadas ao longo do projeto

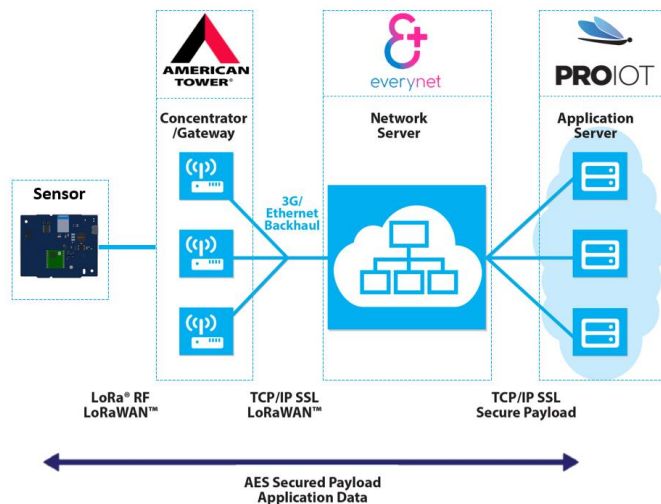


Figura 4 - Relação das empresas e suas funções ao longo do projeto.

Além do fluxo da informação passar por diferentes etapas em diferentes sistemas, outro ponto de desafio ao longo do projeto foi a questão de consulta de informação e documentação. Por exemplo, a empresa American Tower não divulga informações da localização dos seus gateways, dificultando no início do projeto a questão de ter a certeza que a falha na comunicação não estava relacionada com a falta do sinal (“áreas de sombra”). Também, a empresa Everynet adaptou a pilha da camada MAC (*Media Access Control*) do código do LoRa especificamente para o Brasil, não tendo uma documentação bem redigida sobre as novas adaptações. Por último, o sistema da PROIOT apresentou bugs ao longo do processo de desenvolvimento que estavam relacionados somente ao sistema próprio dos mesmos, fazendo com que os resultados da comunicação ficassem prejudicados por erros de terceiros e não do sensor.

Depois dos desafios anteriores terem sido superados a partir de novas implementações no *firmware* e a comunicação ter sido estabelecida com sucesso, buscou-se testar sua robustez com o servidor de aplicação da PROIOT. Sendo assim, inicialmente, foi realizado um teste de comunicação em diferentes pontos da cidade com o objetivo de confirmar que as diversas áreas eram cobertas pelo sinal. Nesse contexto, foram realizados mais de 5000 *uplinks* e a comunicação ocorreu com sucesso com mais de 30 *gateways* espalhados pela região metropolitana de Belo Horizonte, conforme pode ser visto pela Figura 5, em que cada alfinete amarelo representa a localização de um gateway e o alfinete azul representa a localização do campus do CEFET-MG Nova Gameleira.

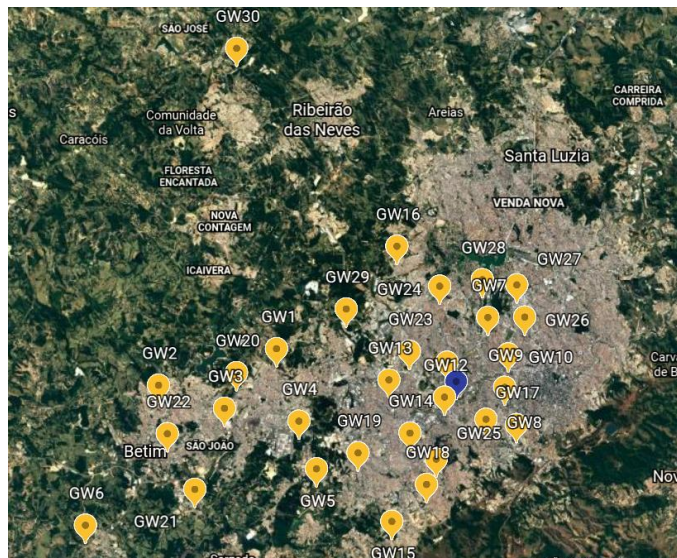


Figura 5 - Localização dos gateways ao longo da área da região metropolitana de Belo Horizonte.

Aplicando um zoom na região do campus do CEFET-MG, tem-se as respectivas distâncias, mostradas pela Figura 6, em relação aos gateways mais próximos. Percebe-se que essa região é rodeada por no mínimo 4 gateways com uma distância satisfatória para o alcance do protocolo LoRaWAN. Visando validar essa informação, foram feitos envios de sinais em diversos pontos dentro do estacionamento do CEFET-MG. Os resultados confirmaram que toda a área dos estacionamentos apresenta cobertura para o sinal da rede LoRa.

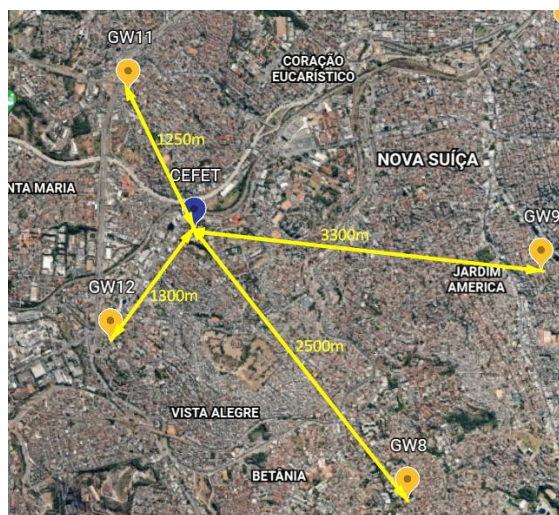


Figura 6 - Distâncias do estacionamento do CEFET-MG para os gateways mais próximos.

Depois de estabelecida a comunicação com sucesso com o *Application Server* e confirmando que a área de interesse (estacionamento do CEFET-MG) possuía cobertura, buscou-se avaliar qual a influência do carro na qualidade do sinal. Isso porque, conforme já discutido anteriormente, o carro por ser composto por metais (bons condutores) será responsável por atenuar a potência do sinal de transmissão e recepção do sensor.

Então, para avaliar a influência do veículo, realizou-se a comunicação no mesmo local (sem movimentar o sensor), alterando-se somente a presença ou não do veículo na vaga. Foram feitas aproximadamente 40 tentativas de estabelecimento da comunicação para cada situação.

A métrica para avaliar a alteração da qualidade do sinal pelo veículo foi feita através dos parâmetros de SNR e RSSI. O primeiro, *Signal Noise Ratio*, indica a razão entre a potência do sinal recebido com a potência do ruído, ou seja, quanto mais positivo esse parâmetro, mais fácil é do receptor realizar a demodulação corretamente. O LoRa é capaz de funcionar entre +10dB e -20dB, sendo -20dB o limite mínimo de funcionamento. Já o *Received Signal Strength Indication* é a potência do sinal recebido em milliwatts. Quanto mais próximo de 0, melhor o sinal está. Ou seja, a qualidade do sinal pode ser melhor percebida quanto maior for o valor da soma do RSSI e do SNR.

Os resultados obtidos analisando exatamente esses dois parâmetros podem ser vistos na Figura 7

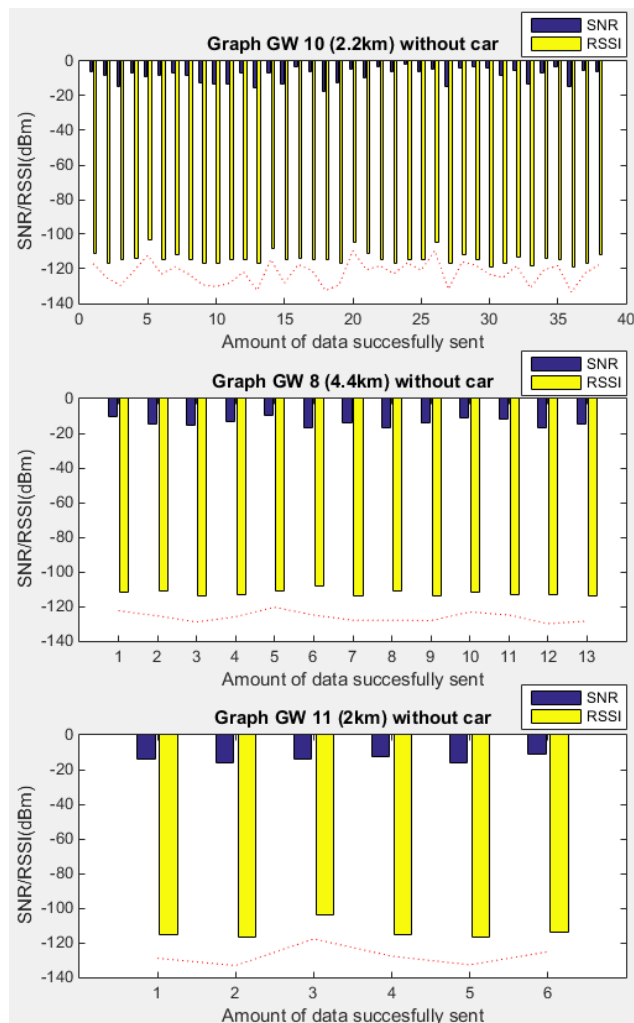


Figura 7 – Avaliação da qualidade do sinal para condição sem a presença do carro.

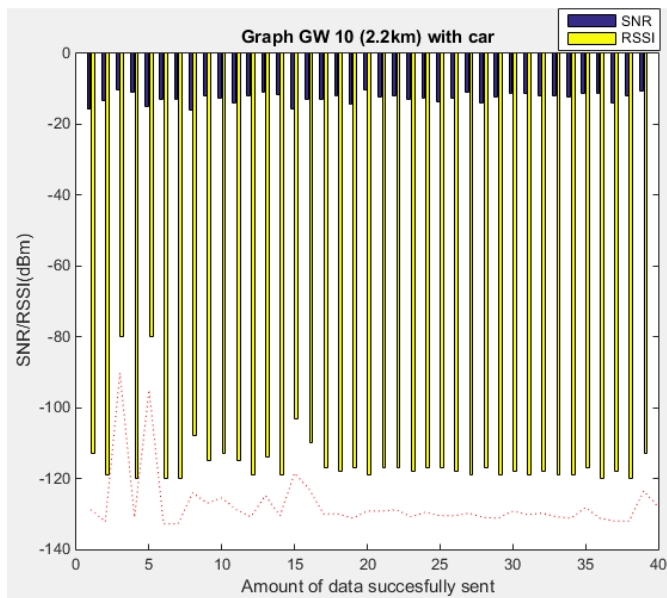


Figura 8 – Avaliação da qualidade do sinal para condição de carro presente.

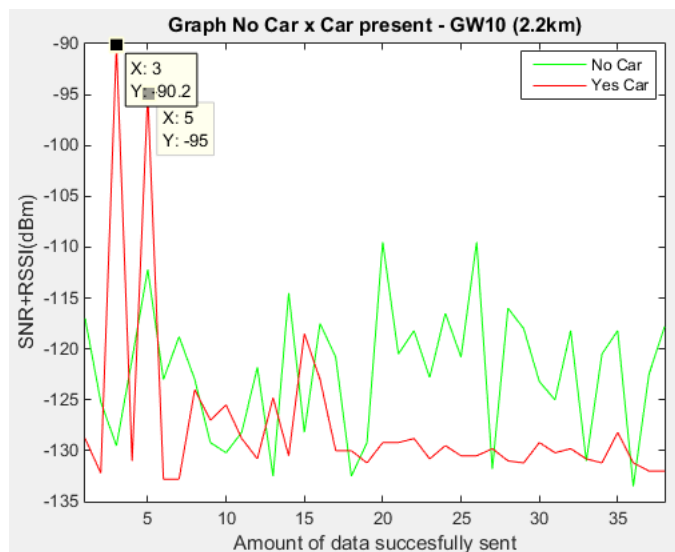


Figura 9 - Comparação da qualidade do sinal para presença e não presença do veículo.

Comparando-se a Figura 7 (sem carro) com a Figura 8 (com carro) a primeira conclusão é que o carro foi responsável por diminuir a quantidade de gateways que receberam o mesmo pacote enviado de 3 para 1. Isso porque, em 40 tentativas de envio da mesma informação para quando não existia o carro, o gateway 10 recebeu os 40 pacotes, enquanto o gateway 8 recebeu 13 e o gateway 11 recebeu 6 vezes. Já para quando o veículo estava presente, a comunicação só foi estabelecida com sucesso com o gateway 10 as 40 vezes. Também, pela Figura 9, que compara os valores de SNR somados com RSSI para a situação de carro presente e carro ausente, percebe-se que para a maioria dos pontos, retirando somente os pontos para X=3 e X=5, houve um aumento significativo do somatório do valor de SNR + RSSI para a situação que não existe carros, confirmando

que o veículo é responsável por atenuar o sinal a partir do momento em que deixa esses parâmetros mais negativos, mas que, mesmo assim, ainda foi possível comunicar com ao menos um gateway em todas as tentativas, sem ocorrer a perda de pacotes.

C. Exibição para o usuário

Nesse ponto, estabelecendo-se a comunicação sem fio com sucesso com o *Application Server*, formatou-se o envio do pacote de dados com as informações da Tabela 1.

Por exemplo, um pacote de dados enviado como 0xAA01BB02CC10 indicaria a presença do veículo na vaga 02 com uma bateria de 16%.

De posse de todas as informações necessárias e tendo criado um pacote de dados com significado conhecido que pode ser decifrado pelo *Application Network*, criou-se um dashboard para indicar visualmente para o usuário essas informações.

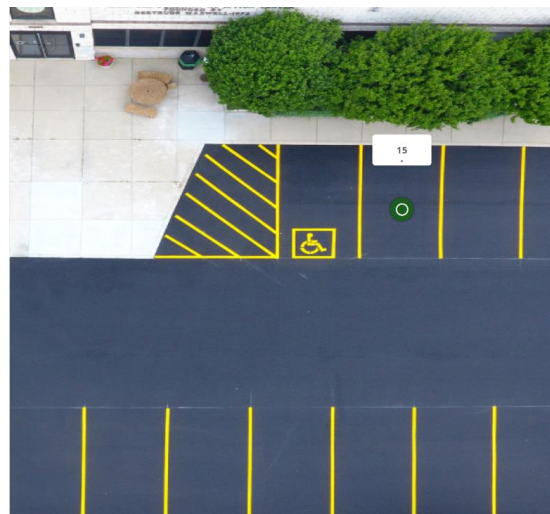


Figura 10 - Dashboard indicando ausência do veículo (sensor verde – vaga disponível) e identificativo da vaga como sendo a de nº15.

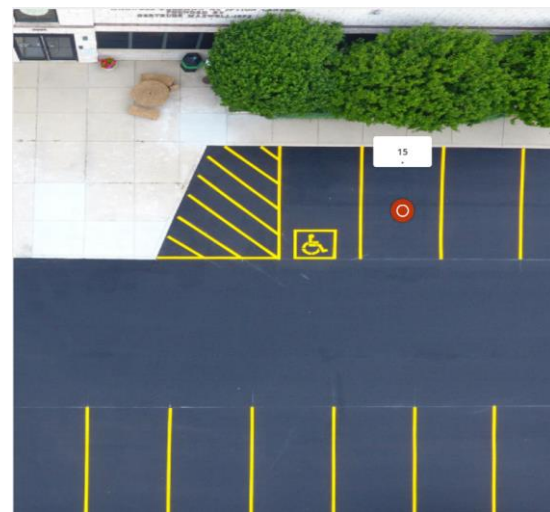


Figura 11 - Dashboard indicando presença do veículo (sensor vermelho - vaga ocupada) e identificativo da vaga como sendo a de nº15.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG

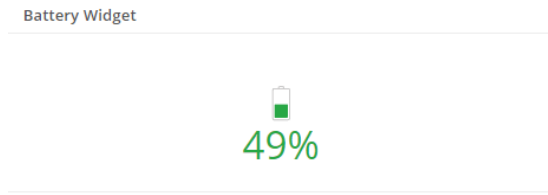


Figura 12 - Widget indicativo da porcentagem da bateria do sensor.

TABELA I
FORMATAÇÃO DO PACOTE DE DADOS ENVIADO

Byte	NOME	EXEMPLO
1	Apelido para presença do carro	AA
2	Carro presente	0x00 → Carro ausente 0x01 → Carro presente
3	Apelido para identificador da vaga	BB
4	Identificador da vaga	0xFF → Carro na vaga (255) _d
5	Apelido para identificador da porcentagem da bateria	CC
6	Porcentagem da bateria	0x63 → Bateria em 99%

D. Vida útil

Buscou-se mensurar qual seria a vida útil do sensor. Entretanto, antes de entrar no cálculo exato do tempo de duração do sensor a partir do consumo de corrente, é necessário entender qual foi a lógica programada no sensor para identificação do veículo.

Inicialmente o microcontrolador roda uma rotina para fazer uma calibração do valor do campo magnético a seu redor sem a presença do carro. A partir daí ele é capaz de saber que uma variação percentual (configurada no firmware) nesse valor encontrado inicialmente se refere a presença do veículo. Nesse caso, toda vez que existe um estado de mudança da vaga, por exemplo, saindo de ocupada para disponível ou de disponível para ocupada, é iniciada a rotina de envio da informação para o servidor. Essa rotina de identificação da mudança do estado da vaga pode ser configurada para ser feita a cada (T) segundos, fora desse tempo o firmware fica executando uma rotina de delay. O fluxograma da Figura 13 exemplifica de maneira superficial como funciona o código fonte

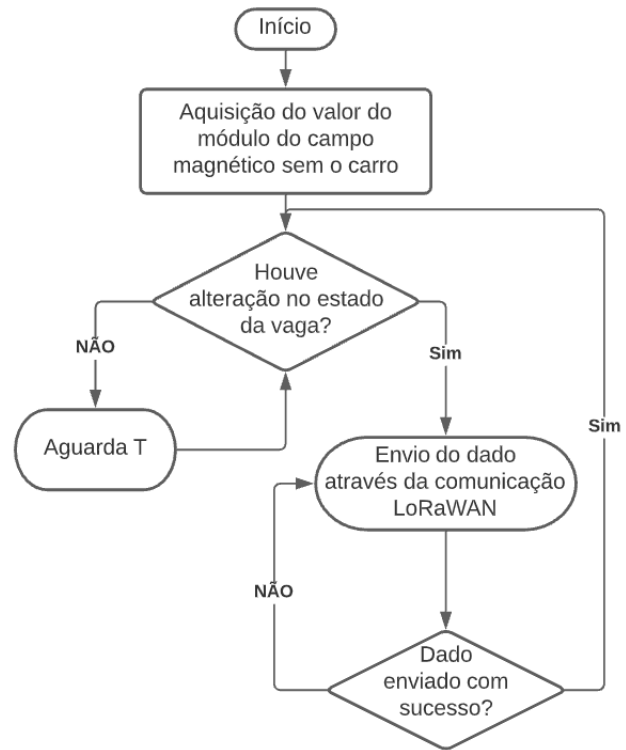


Figura 13 - Fluxograma do funcionamento do código fonte.

Aqui, percebe-se que essa não é a maneira mais otimizada de executar essas tarefas. Isso porque, em vez do sensor sempre checar se houve uma modificação no estado da vaga, poderia ser utilizada uma interrupção externa no pino do microcontrolador vindo do magnetômetro. Ou seja, o magnetômetro, identificando que houve alteração no seu valor, enviaria um sinal de saída aplicada ao *pinout* do microcontrolador, acordando-o. Isso aumenta a vida útil do sensor já que o sensor evita gastar bateria inutilmente para checar se uma informação (de alteração da vaga) existe ou não. Porém, durante o desenvolvimento do código, não se conseguiu alcançar resultados satisfatórios para essa abordagem, optando por utilizar a explícita na Figura 13, conhecida como “espera ocupada”.

Assim, tendo sido conhecido como se comporta em maneira geral o código, pode-se abordar a vida útil do sensor. Aqui, optou-se pela utilização de uma bateria de 2400mAh de Li-SoCl₂, ideal para aplicações com baixo consumo de energia e que requerem tempo de funcionamento longo, pois possuem uma baixa corrente própria de descarga.

A Figura 14 mostra o formato de onda de corrente para o momento em que o sensor estabeleceu a comunicação e está enviando-a para o servidor. É importante ressaltar que no momento da medição utilizou-se um fator de aumento da corrente de 10x. Nesse caso, percebe-se que a variação máxima da corrente é em torno de 45mA e demora-se um tempo de 1,5s para enviar a informação.

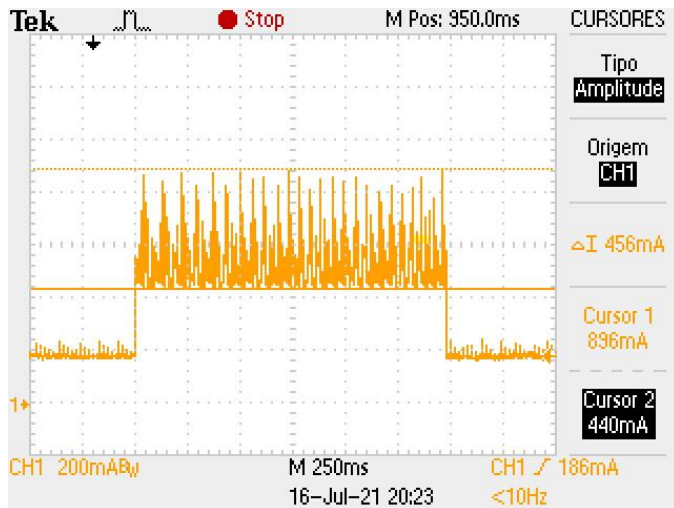


Figura 14 - Consumo de corrente para momento em que estabeleceu-se a comunicação e o envio de pacotes.

Um ciclo completo contendo um intervalo de tempo maior pode ser visto com mais detalhes na Figura 15, em que os picos maiores representam os momentos em que a comunicação foi estabelecida e o restante do intervalo quando o sensor estava na rotina de *delay*. Assim, tem-se que a corrente média consumida em pelo sensor em *delay* foi de aproximadamente 5mA. Para mensurar qual o tempo de vida útil será feita uma estimativa de que haveriam no máximo 20 identificações de veículos por dia por sensor e elas estariam divididas em intervalos iguais ao longo do dia. Ou seja, existe um ciclo de trabalho a cada 4320 segundos (segundos de um dia / número de ciclos = 86400/20), onde 1.5s deles é destinado ao envio da informação e o restante para o sensor em stand-by.

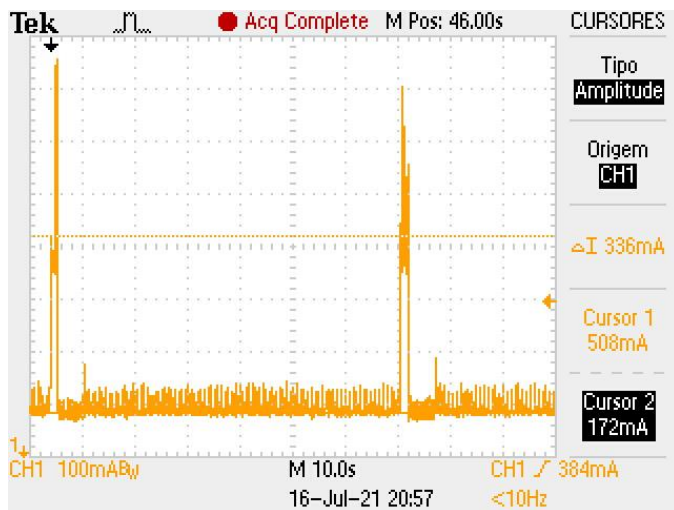


Figura 15 - Ciclo completo.

Percebe-se que o regime de ciclo de trabalho do sensor é intermitente, ou seja, não possui a mesma corrente para todas as situações. Nesse caso, a capacidade de carga (C) da bateria pode ser dada pela fórmula abaixo

$$C = \frac{I_1 \cdot T_1 + I_2 \cdot T_2}{T_1 + T_2}$$

Onde I_1 significa o valor médio da corrente para quando a informação está sendo enviada, T_1 o tempo que essa corrente durou e I_2 o valor da corrente para o modo stand-by e T_2 o tempo da corrente em stand-by. Substituindo os valores encontrados anteriormente, tem-se

$$C = \frac{45mA \times 1,5s + 5mA \times 4318,5s}{1,5s + 4318,5s}$$

$$C = \frac{313091mAs}{6477,75s} \rightarrow C = 3,34mA$$

Logo, o tempo de vida útil da bateria será dado por

$$T = \frac{2400mAh}{3,34mA} = 718,5h \rightarrow T = 30 \text{ dias}$$

Aqui, percebe-se que o resultado alcançado ficou distante do esperado. Isso se deve ao fato de que a corrente de stand-by de 5mA foi medida para quando o sensor não estava executando uma rotina de *sleep*, já que não foi usada uma interrupção para identificar o veículo e que permitiria, então, acordar o microcontrolador. Caso tivesse sido usado esse caminho, a corrente de stand-by em vez de 5mA poderia ser igual a 20uA, segundo o datasheet. Substituindo esse valor na fórmula, encontra-se

$$T = 101.052h \rightarrow T = 4210 \text{ dias} = 11 \text{ anos}$$

Porém, aqui ainda não se inclui a corrente de descarga proveniente da própria bateria nem a influência de temperatura de trabalho. Considerando que com essas variáveis se teria uma queda de 20% de rendimento, mesmo assim atinge-se um longo período de vida útil do sensor próximo a 9 anos.

E. Housing

Visando adequar o hardware a bateria foi feito um *housing* de impressão 3D conforme pode ser visto pela Figura 16.

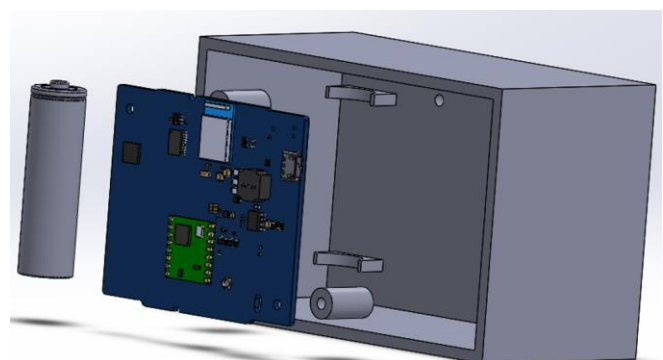


Figura 16 - Vista explodida da montagem da bateria, hardware e da caixa.

F. Hardware

A Figura 17 mostra qual foi o hardware utilizado bem como os principais circuitos. Percebe-se que a placa é composta por uma quantidade de componentes e circuitos maiores do que os realmente utilizados no projeto em estudo. Isso porque, para melhorias futuras, esses circuitos poderiam ser aproveitados para novas funcionalidades e melhoria do projeto em questão.

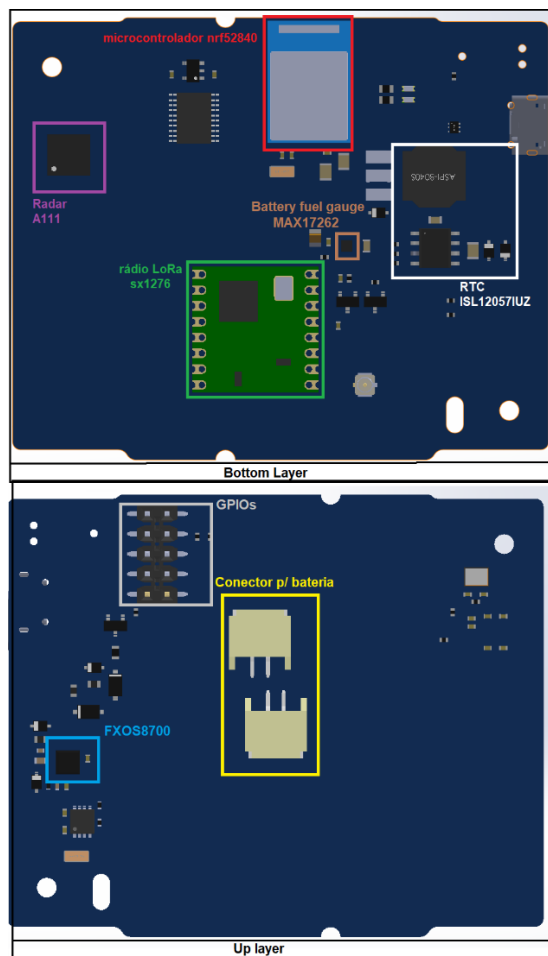


Figura 17 - Hardware utilizando destacando-se os principais circuitos e componentes empregados.

V. CONCLUSÃO

O trabalho é capaz de reconhecer com sucesso o veículo estacionado em uma vaga a partir da medição da variação do campo magnético, enviar a informação sem fio pelo protocolo LoRaWAN e apresentar esses dados em uma interface visual amigável para o usuário. Sendo assim, aqui fica validado o emprego dos componentes e tecnologia escolhidos para a aplicação.

Em relação a vida útil da bateria foi possível estimar um tempo de funcionamento, porém melhorias para o incremento dessa operação foram sugeridos. Nesse ponto, a falta de equipamentos de testes, como medidores de corrente, durante o a pandemia do COVID-19 (período em que esse trabalho foi

realizado), foi fator determinante para dificultar a implementação de uma solução mais eficiente.

Portanto, os resultados aqui demonstram que essa é uma solução adequada e possível de ser empregada para notificação aos usuários dos estacionamentos. Em adição, os dados provenientes poderiam ser utilizados de uma maneira ainda mais complexa a partir de uma política de preços dinâmica, em que os valores das vagas dos estacionamentos variariam de acordo com a demanda.

REFERÊNCIAS

- [1] Exame. 2014. **Estacionamentos, os novos vilões da mobilidade urbana**. Disponível em: <<https://exame.com/brasil/estacionamentos-os-novos-viloes-da-mobilidade-urbana/>> Acesso em 20 março de 2021].
- [2] Jornal Nacional. 2011. **Motoristas não encontram vagas de estacionamento nas grandes cidades do Brasil**. Disponível em <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/02/motoristas-nao-encontram-vagas-de-estacionamento-nas-grandes-cidades-do-brasil.html>>. Acesso em 21 de março de 2021.
- [3] Vinícius Cassela. 2018. **Flanelinha é preso após tentar extorquir dinheiro de motorista no DF**. Disponível em <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2018/09/26/flanelinha-e-preso-apos-tentar-extorquir-dinheiro-de-motorista-no-df.ghtml>> Acesso em 21 de março de 2021.
- [4] Sisson, P., 2020. **Cities' parking problem won't be solved with more parking - City Monitor**. Disponível em: <<https://citymonitor.ai/transport/cities-have-a-parking-problem-more-parking-is-not-the-solution>> Acesso em 21 de março de 2021.