

REAVI

MONITORAMENTO DE VEÍCULOS EM ÁREAS PRIVADAS DE ORGANIZAÇÕES

MONITORING OF VEHICLES IN ORGANIZATIONS PRIVATE AREAS

Fabio Fernando Kobs *

Tiago Pinotkewicz **

RESUMO

O sistema de rastreamento veicular está cada vez mais presente no cotidiano das empresas com frota própria. O artigo buscou apresentar uma solução de rastreamento veicular para monitoramento dos veículos de terceiros que adentram as empresas, através da elaboração de um rastreador GPS capaz de ser fixado de maneira temporária, e que forneça informações da posição, com regramentos de controle para que determinado veículo não adentre áreas restritas. Utilizou-se o módulo GPS Neo-6M para a obtenção das coordenadas geográficas e o módulo SIM800L e o NodeMCU para o envio de dados através da rede para a plataforma IoT Ubidots. Elaborou-se um protótipo funcional que envie dados para o servidor e que verifique se o veículo ao qual o rastreador está acoplado adentrou alguma área não permitida, e em caso positivo, relatando via e-mail a situação. O dispositivo demonstrou eficácia, sinalizando corretamente a entrada e saída das áreas de interesse pré-definidas.

Palavras-chave: Neo-6M; GPS; rastreamento veicular; SIM800L; NodeMCU.

ABSTRACT

The vehicle tracking system is increasingly present in the daily lives of companies that have their own fleet. This system is mostly used to monitor events that occur outside the companies. On the other hand, large companies that have heavy traffic of third-party vehicles within their headquarters often do not have control over where these vehicles are, which can characterize risks to the organization's security and setbacks in receiving goods. With this in mind, the article sought to present a vehicle tracking solution for monitoring third-party vehicles entering companies, through the development of a GPS tracker capable of being temporarily fixed, which does not require coupling to the vehicle's electrical system, and that provides position information, and with control rules so that a given vehicle does not enter restricted areas. With that, a functional prototype that verifies if the vehicle to which the tracker is connected has entered any area not allowed, and if so, reporting the situation via email. The device developed was able to demonstrate effectiveness, correctly signaling the entry and exit of pre-determined areas of interest.

Keywords: Neo-6M; GPS; Vehicle tracking; SIM800L; NodeMCU.

Data de submissão: 02 de dezembro de 2021

Data de aprovação: 07 de dezembro de 2021

Disponibilidade: DOI 10.5965/2316419010172021060

* UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: fabio.kobs@udesc.br

** UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: t.piontkewicz@gmail.com

Revista Eletrônica do Alto Vale do Itajaí – REAVI, v.10, n° 17, p. 060-067, dez. 2021.

1 INTRODUÇÃO

A última década nos trouxe um número enorme de inovações em diversas áreas. Dentre elas, uma das tecnologias que se tornou cada vez mais presente dentro do cotidiano das empresas e pessoas foi o sistema de posicionamento global, mais conhecido pela sigla GPS (em inglês *global positioning system*). Antes do GPS, para que as pessoas pudessem viajar para uma cidade nova era necessário um mapa e seguir a viagem parando para pedir informações, também, as empresas não tinham acesso às informações relacionadas aos seus veículos, em tempo real e à distância. Esses são alguns exemplos de como o GPS beneficiou empresas e pessoas.

Grandes empresas, principalmente aquelas que possuem um grande parque fabril, tem um grande fluxo de entrada e saída de veículos de terceiros em suas instalações. Geralmente ao adentrar na empresa estes veículos possuem apenas uma orientação de como proceder, sendo indicados na portaria para onde seguir, porém nesse processo não existem garantias de que o referido veículo realmente se deslocou até o ponto correto. Esta falta de monitoramento pode acarretar veículos não permitidos adentrando em áreas restritas ou atrasando o sistema carga e descarga da organização. Dado este panorama um sistema de rastreamento veicular removível pode auxiliar no controle de frota externa que circula dentro das instalações das empresas.

O sistema de rastreamento GPS pode ser empregado de maneira eficaz para o controle de fluxo de veículos de terceiros dentro das empresas, sendo uma tecnologia que vem se tornando cada vez mais acessível, devido ao barateamento dos equipamentos e a evolução da tecnologia.

Atualmente, a partir de pesquisa bibliográfica e documental evidenciou-se que diversas empresas oferecem soluções voltadas ao rastreamento veicular, porém a maioria dos casos oferta apenas rastreadores que são acoplados diretamente na parte elétrica do veículo a ser rastreado e não tem o foco no controle de tráfego de veículos no espaço interno da empresa, que é o problema da pesquisa que este artigo buscou resolver.

Desta forma o artigo apresenta o objetivo geral de desenvolver um aparelho para envio de dados de GPS para servidor em nuvem, a fim de identificar se o veículo rastreado está em áreas de interesse ou fora delas. Também, para atingimento do objetivo geral os seguintes objetivos específicos se fazem necessários, sendo: 1) Identificar os componentes eletrônico; 2) Criar o *schema* de conexão do sistema eletrônico do rastreador; 3) Gerar o script de envio de dados de GPS para o servidor; 4) Criar as *geofences* que delimitam as áreas de interesse; e 5) Confeccionar um protótipo funcional da solução.

A estrutura do artigo compreende uma breve fundamentação teórica dos elementos chave, incluindo o estado da arte do tema, além da apresentação dos procedimentos metodológicos, do desenvolvimento da solução, dos resultados do teste funcional e conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE

Diversos trabalhos foram publicados nos últimos anos buscando novas formas de rastreamento GPS que utilizem de hardware livre e com foco em baixo custo. Suas aplicações englobam diversas áreas, como o monitoramento de pessoas com deficiência cognitiva (WHERTON et al., 2018), sistemas de segurança para motocicletas (ARTONO, 2020), e rastreamento de veículos em estruturas de estacionamento interno (GAO et al., 2017).

Além do rastreamento GPS, outra funcionalidade importante é a *geofencing*. Uma *geofence* é um perímetro, delineado virtualmente para uma área geográfica real. Podemos com isso determinar se o objeto saiu ou adentrou a área demarcada. As *geofences* foram usadas para criação de um sistema de monitoramento para crianças, que avisa os pais se a mesma deixar a área determinada (RAGHAVAN, 2020), e foi utilizada em estudos relacionados com a COVID-19, como no monitoramento de pessoas em período de *lockdown* (SAHBUDIN, 2020; TAN et al., 2020) e na prevenção de entrada de pessoas em zonas de contenção contra a COVID-19 (ROSALINE et al., 2020).

O Arduino se mostrou um sucesso como componente de um sistema de rastreamento veicular de baixo custo desenvolvido por Mustafa (2019) e Ibraheem e Hadi (2018). O mesmo apresentou bons resultados, emitindo as informações sem *delay*, independentemente do ruído, interferência ou das edificações que cercavam o veículo.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source*. Ela é capaz de ler inputs, vindos dos mais diversos componentes, e transformá-los em uma saída, como acender um led, acionar um motor, dentre outros (ARDUINO, 2018).

O módulo GPS Neo-6M também é mencionado em publicações recentes, se mostrando uma ótima ferramenta de precisão, tendo alcançado uma precisão de dez metros, e aproximadamente 95% de precisão, quando comparado com a geolocalização de um celular (ABBAS, 2019).

O GPS é um utilitário de propriedade dos EUA que fornece aos usuários serviços de posicionamento, navegação e cronometragem (PNT, em inglês *positioning, navigation, and timing*) (GPS, 2021). Este sistema consiste em três segmentos: o segmento espacial, o segmento de controle e o segmento do usuário. A Força Aérea dos EUA desenvolve, mantém e opera os segmentos de espaço e controle (GPS, 2021). O segmento espacial consiste em uma constelação de satélites GPS emitindo sinais de rádio para os usuários, que, em 9 de janeiro de 2021, consistia em 31 satélites operacionais (GPS, 2021).

O segmento do usuário é o utilizado nas aplicações diárias, consistindo em um receptor GPS, que recebe os sinais dos satélites GPS e usa essa informação para calcular a posição tridimensional e o tempo do usuário. Esses receptores GPS estão presentes em dispositivos que vão desde celulares a pequenos módulos, como o Neo-6M. Este módulo implementa uma arquitetura compacta e opções de alimentação e memória que o tornam ideal para dispositivos móveis movidos à bateria que visam um baixo custo e tamanho restrito (UBLOX, 2011).

O SIM800L é um módulo compacto, que pode ter suas ações controladas por um microcontrolador, como o Arduino, por exemplo, através de interface serial. (SIMCOM, s.d.) Dentre as ações que este módulo é capaz de executar elencam-se os seguintes exemplos: o envio de SMS, chamadas de voz (caso tenha acoplado um microfone e um alto falante) e envio de dados através da rede celular. Como em um celular, é necessário um cartão SIM para funcionar (DAUD, 2017).

O módulo SIM800L aceita comandos Hayes para receber instruções. Os comandos Hayes foram criados para solucionar problemas de interface, permitindo a qualquer computador controlar as funções do modem através de uma porta serial.

O NodeMCU é uma placa IoT de *software e hardware* de código aberto. O mesmo é utilizado para projetos IoT de todos os tipos, devido ao seu baixo custo. O mesmo foi utilizado no projeto como opção ao Arduino e ao módulo SIM800L (YUAN, 2017).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa em relação aos propósitos do artigo é o de pesquisa descritiva, onde pretendeu-se apresentar uma solução de rastreamento veicular de baixo custo para empresas com alto tráfego de veículos de terceiros nas suas instalações, a fim de garantir de que o veículo rastreado esteja de acordo com o seu objetivo dentro da empresa.

A fim de compreender os principais conhecimentos para o desenvolvimento do sistema eletrônico do rastreador e as tecnologias disponíveis para visualizar os dados colhidos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental.

Para o desenvolvimento do protótipo do utilizou inicialmente um Arduino Uno e um módulo SIM800L, estes sendo posteriormente substituídos por um NodeMCU, devido a problemas enfrentados, posteriormente descritos. Também foram utilizados um regulador de tensão e um módulo GPS Neo-6M. O sistema foi alimentado por uma bateria recarregável. Estes componentes foram escolhidos devido ao seu baixo custo e fácil configuração, o que torna o equipamento economicamente viável.

Após o entendimento dos fatores envolvidos na confecção da solução, ela foi testada e validada através da criação de um protótipo, sendo testado em uma área delimitada por *geofences*. Os dados são enviados para a plataforma Ubidots¹, via HTTP usando a rede 2G de dados, através do módulo SIM800L. Com esses dados a plataforma mostra em tempo real o posicionamento do veículo e cria alertas caso ele adentre em áreas pré-determinadas.

4 PROTÓTIPO DO APLICATIVO

Inicialmente identificou-se os melhores componentes eletrônicos para integrar o hardware do dispositivo. Em um primeiro momento optou-se pelo uso de um Arduino, alimentado por uma bateria 9V, uma placa Neo-6M para obter as informações de GPS e uma placa SIM800L, esta alimentada por uma bateria de lítio de 3,7V e 1200mAh. O motivo para duas baterias no projeto é que o módulo SIM800L foi desenvolvido inicialmente para celulares, e exige picos de maior intensidade de corrente, para achar a rede celular e se conectar a ela. Caso a bateria adicional de 3,7V não seja adicionada ao protótipo, o módulo SIM800L reinicia após cada tentativa de conexão com a rede móvel, quando ligado diretamente ao Arduino.

Se fez necessário também o desenvolvimento de um segundo dispositivo, devido a problemas encontrados na comunicação do módulo SIM800L com a rede. Este módulo juntamente com o Arduino, foram substituídos por um NodeMCU, alimentado por uma bateria 9V ligada a um regulador de tensão LM2596, e utilizando-se do módulo Neo-6M.

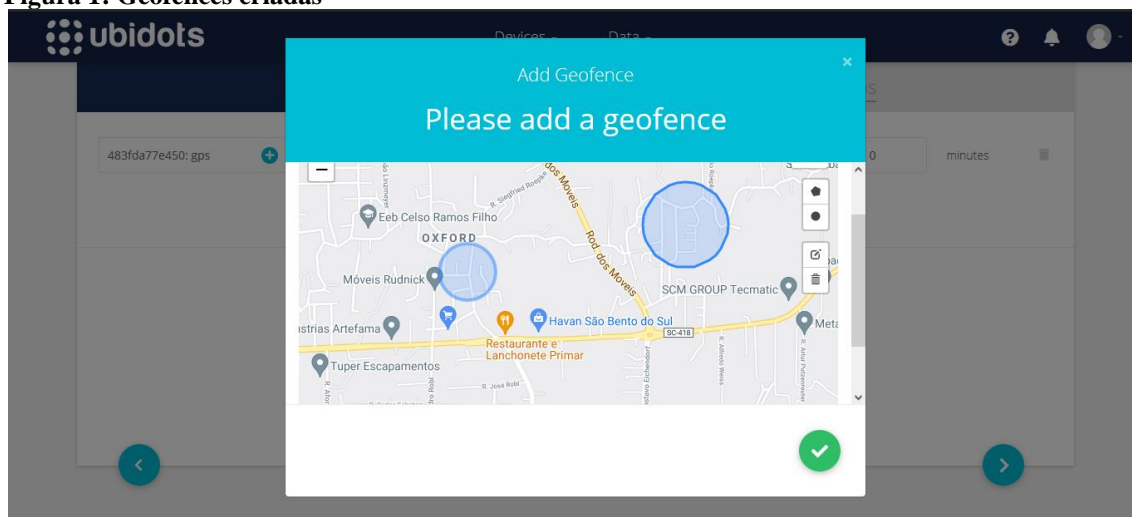
Para a prototipação do aplicativo foi necessária a criação de uma conta na plataforma Ubidots. Após o cadastro, na tela de *dashboard* inseriu-se um *widget* do tipo mapa e com base nos dados enviados pelo dispositivo para a plataforma, tornou-se possível inserir o ponto no mapa.

Para monitoramento das áreas de interesse, criou-se duas *geofences*, e foram configurados dois tipos de eventos, uma para cada *geofence*: para uma delas, quando o dispositivo adentrasse a área delimitada, dispara um e-mail informando que o mesmo adentrou a área. Já para a outra

¹ www.ubidots.com

geofence tem-se um evento que também dispara um e-mail de alerta quando o dispositivo deixasse a cerca geográfica. Pode-se verificar as *geofences* a partir da Figura 1.

Figura 1: Geofences criadas



Fonte: Dados da pesquisa.

5 RESULTADOS DO TESTE FUNCIONAL E DISCUSSÃO

Após a montagem do circuito eletrônico fez-se a validação do funcionamento das placas. Para a Neo-6M verificam-se as latitudes e longitudes retornadas pelo módulo e plotadas em um mapa, para conferir se a posição retornada correspondia com a posição informada por um GPS de telefone celular. Esta comparação foi necessária pois o GPS contido em dispositivos celulares é o equipamento mais confiável e com preço acessível para realizar o teste. Verificou-se que a diferença entre os pontos mostrados pelo dispositivo celular e o módulo Neo-6M foi bastante pequena, apresentando variações em torno de três metros de distância um do outro.

Para a SIM800L realizaram-se testes com amperímetro, para verificar se a bateria estava enviando a energia suficiente para a placa trabalhar, o que foi constatado, trabalhando entre 3,7V a 4,1V, tensão recomendada pelo fabricante para o bom funcionamento da mesma. O segundo teste com a placa se deu com o envio de comandos Hayes básicos, para verificar a comunicação entre a placa e o serial do Arduino. Foram também enviados comandos para a verificação de parâmetros como a intensidade do sinal da rede celular e status de rede. Inicialmente os resultados obtidos com a placa foram bem-sucedidos, obtendo um bom sinal de rede nos locais testados, estes sendo próximos dos locais abrangidos pelas *geofences* posteriormente criadas.

Após os testes, realizou-se a sequência para o envio de dados via HTTP para a API Ubidots, também via comandos Hayes, porém nesse ponto a placa SIM800L começou a responder de maneira inesperada, reiniciando a placa a cada tentativa de conexão com o servidor. Após a reinicialização a placa não efetuava a conexão com a rede, e após alguns minutos, quando a conexão com a rede ocorria, o processo de erro se repetia.

Inicialmente acreditou-se se tratar de um problema de alimentação para a placa SIM800L, visto que o problema apresentado era bastante semelhante à situação descrita anteriormente, onde a alimentação dela foi feita diretamente na placa Arduino. Foram realizados testes de intensidade

de corrente e tensão enviada para o módulo, e, a partir destes constatou-se que não se tratava de problemas com o fornecimento de energia para a placa. Os demais componentes do sistema também foram testados separadamente e não se identificou falhas nos mesmos.

Após a verificação na parte de hardware, houve o envio de novos comandos para o módulo SIM800L e ele não conseguiu mais conectar-se à rede. Como possíveis causas deste problema pode-se apontar duas possíveis causas para o problema, sendo a) o módulo usado para teste estava com danificado, o que não pôde ser comprovado com a substituição do módulo, pois havia apenas um disponível para o protótipo; ou b) a operadora do cartão SIM utilizado no teste não permitia a conexão do dispositivo na rede celular de maneira contínua.

Devido aos problemas enfrentados com o primeiro protótipo, iniciou-se a busca por uma alternativa, e optou-se pelo desenvolvimento de um segundo dispositivo, usando o NodeMCU, e conectando com o servidor através de rede wireless Wi-Fi, também via HTTP.

Com isso a placa Arduino e a SIM800L foram removidas do hardware, porém foi necessária a adição de um regulador de tensão entre a bateria e o NodeMCU, a fim de evitar o superaquecimento da placa, diminuindo a tensão de entrada de 9V para 5V.

A conexão do novo dispositivo com a API da Ubidots foi relativamente simples, e os dados foram enviados para o mapa assim que o novo dispositivo foi validado. Verificada a conexão bem-sucedida, validou-se a entrada e saída das *geofences* criadas. No primeiro teste, ao adentrar a primeira cerca geográfica, a plataforma enviou um e-mail informando que o dispositivo estava dentro da área delimitada, conforme o esperado. Na segunda *geofence* o resultado obtido também transcorreu conforme o esperado, porém desta vez quando o dispositivo deixou a área delimitada, conforme o programado.

6 CONCLUSÃO

Este artigo se propôs a desenvolver um aparelho para envio de dados de GPS para servidor em nuvem a fim de identificar se o veículo rastreado está em áreas de interesse ou fora delas. Usou-se para isso eventos de entrada e saída de cercas geográficas de interesse, com a finalidade de aplicação em áreas privadas de empresas.

Os resultados obtidos demonstram a eficácia do dispositivo elaborado, sinalizando corretamente a entrada e saída das áreas de interesse pré-definidas. O protótipo elaborado alcançou o objetivo de baixo custo proposto, totalizando R\$70,33 gastos para a confecção do mesmo. Esta solução pode ser facilmente replicada e aplicada por organizações para um maior controle do trânsito interno de veículos em suas instalações, o que traz mais segurança para elas. Infelizmente o dispositivo final desenvolvido apresenta limitações, tendo em vista que sua forma de comunicação com o servidor se dá através do sinal Wi-Fi, e não através da rede 2G, conforme idealizado no dispositivo inicial. Desta forma apenas áreas com cobertura Wi-Fi nas delimitações das *geofences* conseguirão aplicar o segundo protótipo desenvolvido de maneira eficaz.

Este trabalho deixa em aberto para possíveis trabalhos futuros várias possibilidades, como a roteirização dos deslocamentos entre a entrada da empresa e os pontos de interesse, evitando assim deslocamentos ineficazes, e, também, a adição de controle de velocidade do veículo rastreado dentro da empresa, diminuindo assim o risco de acidentes dentro das vias privadas da empresa.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A. H. et al. **GPS based location monitoring system with geo-fencing capabilities.** AIP Conference Proceedings 2173, 020014 (2019). Disponível em: <<https://doi.org/10.1063/1.5133929>>. Acesso em: 05 setembro 2021
- ARDUINO. **What is Arduino?** Disponível em: <www.arduino.cc/en/Guide/Introduction/>. Acesso em: 30 agosto 2021.
- ARTONO, B.; LESTARININGSIH, T.; YUDHA, R. G. P.; BACHRI, A. A. Motorcycle Security System using SMS Warning and GPS Tracking. **Journal Of Robotics and Control (Jrc)**, [S.L.], v. 1, n. 5, p. 150-155, 7 abr. 2020. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18196/jrc.1531>>. Acesso em: 26 agosto 2021.
- DAUD, P. et al. Design of Vehicle Tracking System using MCU STM32F103RET6 and SIM908. **Internetworking Indonesia Journal**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 3-7, jun. 2017. Acesso em: 30 agosto 2021.
- GAO, R.; ZHAO, M.; YE, T.; YE, F.; WANG, Y.; LUO, G. Smartphone-Based Real Time Vehicle Tracking in Indoor Parking Structures. *Ieee Transactions on Mobile Computing*, [S.L.], v. 16, n. 7, p. 2023-2036, 1 jul. 2017. **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/tmc.2017.2684167>>. Acesso em: 26 agosto 2021.
- GPS. **GPS Overview:** The Global Positioning System. Disponível em: <<https://www.gps.gov/systems/gps/>>. Acesso em: 05 setembro 2021.
- IBRAHEEM, I. K.; HADI, S. W. Design and Implementation of a Low-Cost Secure Vehicle Tracking System. 2018. **International Conference on Engineering Technology And Their Applications (Iiceta)**, Al-Najaf, p. 146-150, maio 2018. IEEE. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/iiceta.2018.8458096>>. Acesso em: 30 agosto 2021.
- MUSTAFA, A.; AAL-NOUMAN, M. I.; AWAD, O. A. Cloud-Based Vehicle Tracking System. **Iraqi Journal of Information & Communications Technology**, [S.L.], v. 2, n. 4, p. 21-30, 23 fev. 2020. College of Information Engineering - Al-Nahrain University. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.31987/ijict.2.4.81>>. Acesso em: 26 agosto 2021.
- RAGHAVAN, K.; GEORGE, S. M.; PRAHLAD, A. D.; DEEKSHA, T. M.; SRIKAR, K. C. Child Tracking and Monitoring. **Journal Of Computational and Theoretical Nanoscience**, [S.L.], v. 17, n. 9, p. 4041-4044, 1 jul. 2020. American Scientific Publishers. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1166/jctn.2020.9016>>. Acesso em: 26 agosto 2021.

ROSALINE, A. A. et al. Tracking the Covid zones through geo-fencing technique.

International Journal of Pervasive Computing And Communications, [S.L.], v. 16, n. 5, p. 409-417, 13 jul. 2020. Emerald. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/ijpcc-06-2020-0057>>. Acesso em: 30 agosto 2021.

SAHBUDIN, M. A. B. et al. Geo-Covid: Movement Monitoring Based on Geo-Fenceframework for Covid-19 Pandemic Crisis. **Advances In Mathematics: Scientific Journal**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 7385-7395, setembro 2020.

SIMCOM. **SIM800L**: smart machine smart decision. Smart Machine Smart Decision. [20--].

Disponível em: <<https://simcom.ee/documents/SIM800L/SIM800L%20SPEC170914.pdf>>.

Acesso em: 05 setembro 2021.

TAN, J. et al. IoT Geofencing for COVID-19 Home Quarantine Enforcement. **Ieee Internet Of Things Magazine**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 24-29, set. 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/iotm.0001.2000097>>. Acesso em: 26 agosto 2021.

UBLOX. **NEO-6 series**: versatile u-blox 6 GPS modules. 2011. Disponível em: <https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_ProductSummary_%28GPS.G6-HW-09003%29.pdf>. Acesso em: 05 setembro 2021.

WHERTON, J.; GREENHALGH, T.; PROCTER, R.; SHAW, S.; SHAW, J. Wandering as a Sociomaterial Practice: extending the theorization of gps tracking in cognitive impairment.

Qualitative Health Research, [S.L.], v. 29, n. 3, p. 328-344, 14 set. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/1049732318798358>>. Acesso em: 30 setembro 2021.

YUAN, M.; **Getting to know NodeMCU and its DEVKIT board**. IBM Developer; 12 jun.

2017. Disponível em: <<https://developer.ibm.com/tutorials/iot-nodemcu-open-why-use/>>. Acesso em: 05 setembro 2021.