

Dispositivo de geolocalização para auxílio de idosos com perda de memória

Gabriel Tutia, Leonardo Centenaro Ramos

Resumo - É reconhecido mundialmente, segundo a ONU, o fenômeno do envelhecimento da população. Dentre os diversos problemas relacionados ao envelhecimento, está o decaimento das funções cognitivas do ser humano. Este trabalho busca uma solução não invasiva para o problema da perda de memória em idosos. Pretende-se obter uma prova de conceito de um dispositivo de *mobile Health* que seja capaz de localizar o idoso e identificar se ele está numa área segura. Após um estudo realizado na literatura sobre dispositivos *mHealth*, foi feita uma análise mecatrônica para identificar os subsistemas necessários para o dispositivo proposto. Os projetos para cada subsistema foram realizados e ao final são apresentados os testes após a integração dos sistemas. Além do dispositivo proposto, o trabalho ainda entregou uma ferramenta de monitoramento do paciente a ser utilizada por médicos ou familiares.

Palavras-chave - mHealth; Geolocalização; Idoso

1 Introdução

O envelhecimento da população já é um fenômeno reconhecido no mundo todo devido à diminuição da mortalidade, acarretando na inversão da pirâmide etária. De acordo com um relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) divulgado em 2013, espera-se que o número de pessoas com mais de 60 anos dobre até 2050.

Acompanhado desse envelhecimento populacional, os avanços tecnológicos na área da saúde são cada vez maiores. Um exemplo disso são os dispositivos e serviços *mHealth*, que segundo a Organização Mundial da Saúde (2011) tratam-se de práticas médicas e de saúde pública suportadas por dispositivos *mobiles* como telefones portáteis, dispositivos de monitoramento de pacientes, assistente pessoal digital (PDAs) e outros.

É muito comum a utilização desses dispositivos para o monitoramento do estado de um paciente através da medição de fatores fisiológicos como batimento cardíaco, pressão arterial, temperatura corporal e outros sinais vitais. Algumas aplicações de dispositivos *mHealth* foram

expostas por (CHIARINI et al., 2013) em um artigo de revisão de literatura sobre tecnologias encontradas nesse segmento entre 2008 e 2012. Dentre eles estavam trabalhos como o de (WU et al., 2009), um dispositivo em formato de anel utilizado para medir batimento cardíaco e temperatura corporal, e o de (BOUROUIS et al., 2011), sensores *wireless* posicionados em áreas específicas do corpo para medir pulso e oxigenação.

Também é reconhecido que, com o envelhecimento, ocorram alterações nas funções cognitivas do ser humano. Segundo a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (2011), existe uma tendência que habilidades como comunicação, orientação topográfica, memória recente e raciocínio prático entrem em declínio a partir dos 70 anos de idade. Tal declínio pode levar a uma perda de independência do idoso, o que está intimamente ligado com a sua qualidade de vida.

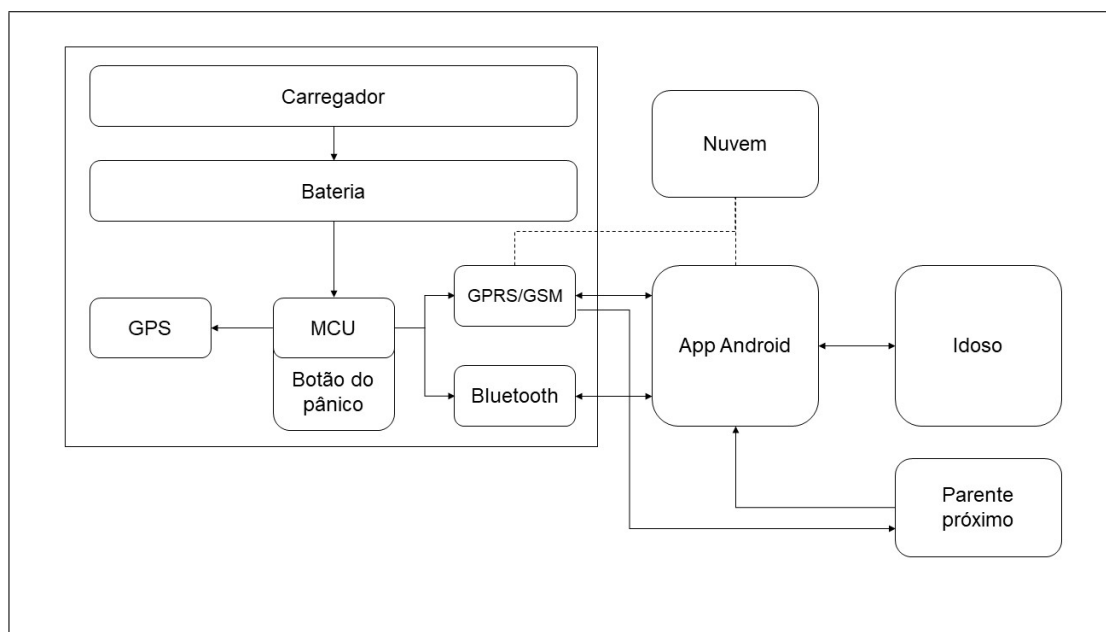
2 Objetivos

O objetivo desse trabalho é, como prova de conceito, criar um dispositivo *mHealth* de geolocalização que consiga identificar situações em que um idoso esteja em um lugar desconhecido, podendo estar perdido ou confuso. Uma vez identificada alguma situação de risco, o dispositivo tentará se comunicar com o idoso para verificar se de fato ele se encontra em perigo. No caso de uma resposta negativa ou nenhuma resposta dentro de um tempo limite, o dispositivo enviará uma mensagem de socorro a um contato de emergência contendo a localização atual aproximada do idoso.

A forma de comunicação escolhida com o paciente será através do seu *smartphone*. Como muitos idosos em idade mais avançada possuem dificuldade na utilização de celulares, o projeto também abordará um aplicativo em Android com uma interface simplificada para facilitar essa comunicação. Além disso, o aplicativo também ajudará a definir parâmetros de segurança como o endereço da casa do paciente e o contato de emergência.

Em relação a arquitetura do dispositivo, com os conhecimentos aprendidos após o estudo da literatura, foi feita uma análise mecatrônica para entender os subsistemas que seriam necessários para a realização do aparelho. Na Figura 1 está exposta a arquitetura proposta.

Figura 1 – Arquitetura proposta



Como se trata de uma prova de conceito, sistemas como o carregador e a bateria não serão tratados nesse trabalho. Os sistemas restantes foram divididos em três: um sistema que abordará o microcontrolador com Bluetooth e o módulo GPS/GPRS; um segundo sistema que funciona como um botão do pânico não físico, que será focado apenas na identificação de situações de perigo; e o aplicativo em Android para comunicação e configuração dos parâmetros de segurança.

Como objetivo secundário está previsto o armazenamento em nuvem do histórico de localização do usuário para aplicações futuras. Esses dados podem ser importantes tanto para o paciente quanto para seus médicos ou familiares.

3 Subsistemas

3.1 Subsistema 1 - Controle, Bluetooth, GPS e GPRS/GSM

Para controle das situações de perigo e comunicação Bluetooth, escolheu-se o microcontrolador ESP32, principalmente pela sua capacidade de processamento, memória e número de entradas e saídas. A localização por meio do GPS, além do recebimento e envio de mensagens SMS, é executado pelo módulo SIM808. A comunicação entre o microcontrolador e o módulo GPS/GPRS/GSM é realizada por uma comunicação serial TX-RX.

Para realizar tal comunicação, escreveu-se uma biblioteca nova capaz de fazer a leitura da localização pelo SIM808 e enviar um SMS com o controle do ESP32. A biblioteca criada, usando o IDE do Arduino 1.8.7, pode ser encontrada na página do GitHub: <https://git.io/fpcXW>. A biblioteca realiza uma série de etapas iniciais de verificações e definições de funcionalidades para iniciar corretamente o tratamento das situações de perigo.

Após as configurações iniciais, o microcontrolador e o módulo SIM808 integram-se com o aplicativo Android por Bluetooth para definição de parâmetros como número do contato de emergência e localização da casa do paciente. Para validar a conexão, o aplicativo envia um código UUID (Universally Unique Identifier), já definido no microcontrolador, para certificar-se de que ele está conectado com o módulo certo.

Com isso, o microcontrolador entra em uma rotina de verificação de situações de perigo, onde ele periodicamente realiza a leitura da sua posição atual, verificando se ele está dentro de um raio de segurança de 0,5km definido com centro na casa do usuário. Se ele estiver fora desse raio, o microcontrolador envia uma mensagem perguntando se o paciente está bem, a fim de evitar falsos positivos. Se a resposta for negativa ou não houver resposta, é enviada uma mensagem com a localização atual aproximada do usuário para o contato de emergência pré-cadastrado.

3.2 Subsistema 2 - Botão do pânico não físico

A forma escolhida para delimitar uma zona de segurança foi um raio de 0,5km ao redor da residência do paciente. Com essas informações, o módulo faz a leitura da localização atual do usuário e realiza um cálculo para determinar a distância até a sua casa. A Comissão Federal de Comunicações dos Estados Unidos (Federal Communications Commission - FCC) define a seguinte fórmula para calcular a distância (D) entre dois pontos cujo par (latitude, longitude) é dado (ϕ_1, λ_1) e (ϕ_2, λ_2) :

$$D = \sqrt{(K_1 \Delta \phi)^2 + (K_2 \Delta \lambda)^2}. \quad (1)$$

Onde

$$K_1 = 111,13209 - 0,56605\cos(2\phi_m) + 0,0012\cos(4\phi_m)$$

$$K_2 = 111,41513\cos(\phi_m) - 0,09455\cos(3\phi_m) + 0,00012\cos(5\phi_m)$$

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

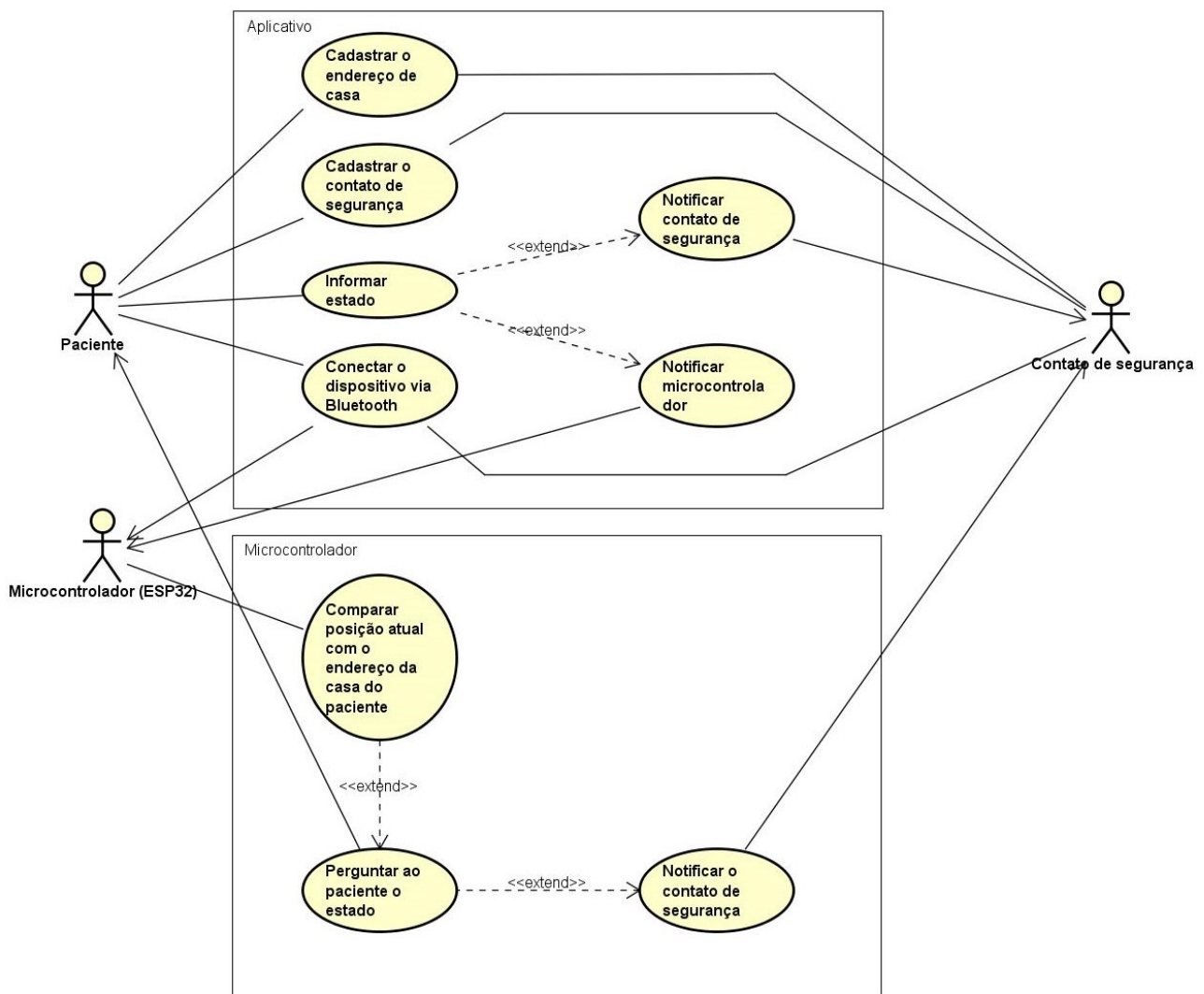
$$\phi_m = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$$

Com isso, o microcontrolador calcula a distância do usuário até a sua casa e verifica se ele está fora do raio de segurança pré-definido.

3.3 Subsistema 3 - Smartphone do paciente

Em relação ao *smartphone* do paciente, foi criado um aplicativo em Android para atender às funções necessárias ao projeto. Para facilitar a implementação do aplicativo foi criado um diagrama de casos de uso que está exposto na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama de casos de uso



Inicialmente, é preciso cadastrar o endereço da residência do paciente e o número do contato de emergência, o que pode ser feito por ambos os atores. Em seguida, deverá ser realizada a conexão via Bluetooth com o microcontrolador para que ele possa iniciar o seu monitoramento.

Feita essa comunicação, o microcontrolador começa a comparar a localização atual com a latitude e longitude da residência do paciente. Caso essa distância seja superior ao raio limite de 0,5km, ele pergunta ao usuário o seu estado atual. A pessoa pode informar que está bem e então uma notificação é enviada ao microcontrolador, evitando um falso positivo. Caso o paciente informe que não está bem ou não informe nada dentro do tempo limite, uma notificação é enviada ao contato de segurança.

O aplicativo também foi desenvolvido pensando no seu público alvo. Assim, procurou-se simplificar ao máximo o layout do aplicativo para que os usuários tenham mais facilidade ao utilizá-lo. Poucos botões foram incluídos na tela principal do aplicativo e o tamanho da fonte foi escolhida pensando em pacientes que possam ter uma visão mais desgastada. Por fim, assim que o aplicativo é instalado, já são pedidos todos os parâmetros de segurança necessários, o que pode ser bastante útil visto que muitos pacientes começarão a utilizar o dispositivo na presença de um familiar ou conhecido.

O Android Studio, que é o principal software de programação em Android atualmente, foi utilizado para a implementação do aplicativo. O nível mínimo de API necessário para que o aplicativo funcione é a API 18, que corresponde à versão do Android 4.3 Jelly Bean. Segundo o Android Studio, aproximadamente 95,9% dos smartphones e tablets com sistema operacional Android poderão utilizar o aplicativo.

O código desenvolvido pode ser acompanhado no seguinte GitHub: <https://git.io/fpc1O>. Algumas telas do aplicativo produzido se encontram na Figura 3.

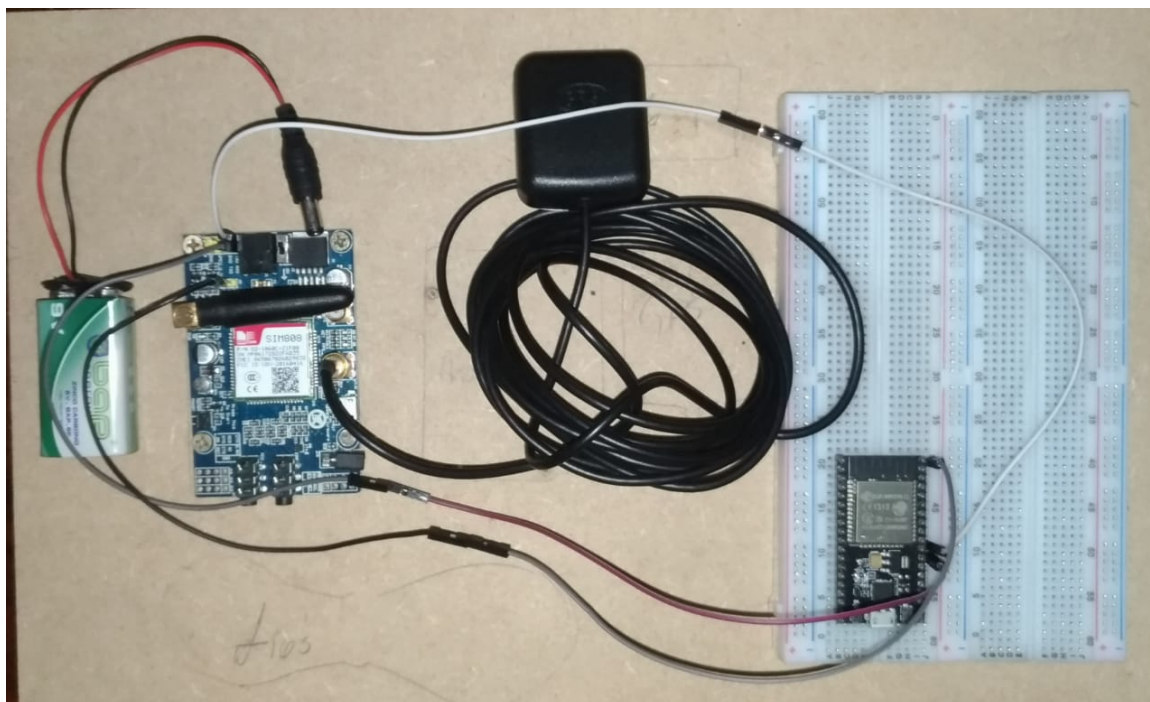
Figura 3 – Telas do aplicativo em Android desenvolvido



4 Integração e resultados

Após a implementação dos projetos detalhados, foi realizado um teste de integração entre os subsistemas. Para a integração e facilidade no transporte dos componentes, montou-se uma maleta para carregar o protótipo do trabalho. Em uma tábua de madeira, colou-se uma protoboard com o ESP32 e, parafusando o módulo SIM080, conectaram-se os componentes para comunicação TX-RX, como apresentado na Figura 4. Nota-se a pilha de 9V utilizada para alimentar o SIM808, além do dispositivo GPS e os três fios de comunicação serial e terra. Ademais, o aplicativo criado foi baixado em um *smartphone* para os testes.

Figura 4 – Protótipo para testes com SIM808 e ESP32



No aplicativo, foi definido um endereço conhecido como o endereço da casa do paciente e um número também conhecido no campo de contato de emergência. Em seguida, foi feita com sucesso a comunicação Bluetooth entre ambos os dispositivos, ocorrendo a troca de informações entre eles.

Realizada a troca de informações, iniciou-se o monitoramento da posição do sensor de GPS. A distância calculada pelo microcontrolador no teste foi de 1,44km, enquanto a distância apontada pelo Google Maps foi de 1,54km. Como a medição indicada foi superior ao raio limite pré-determinado de 0,5km, foi considerado que o paciente estava em situação de perigo e uma mensagem de SMS foi enviada ao seu *smartphone*. Passado um tempo limite pré-determinado de 30s, uma outra mensagem de SMS foi enviada do microcontrolador ao número do contato de segurança. Assim, realizou-se um teste bem-sucedido de um ciclo completo como projetado para o dispositivo.

Buscando encontrar o erro nas leituras do GPS, decidiu-se realizar uma série de levantamentos de pontos para determinar o erro entre a distância calculada pelo microcontrolador pela leitura GPS e a distância real. Para isso, a latitude e longitude dos pontos da casa e da posição atual foram mostradas como eram registradas pelo microcontrolador. A distância calculada por ele e pelo Google Maps, considerada como a real, foram comparadas e os seus erros e percentuais calculados.

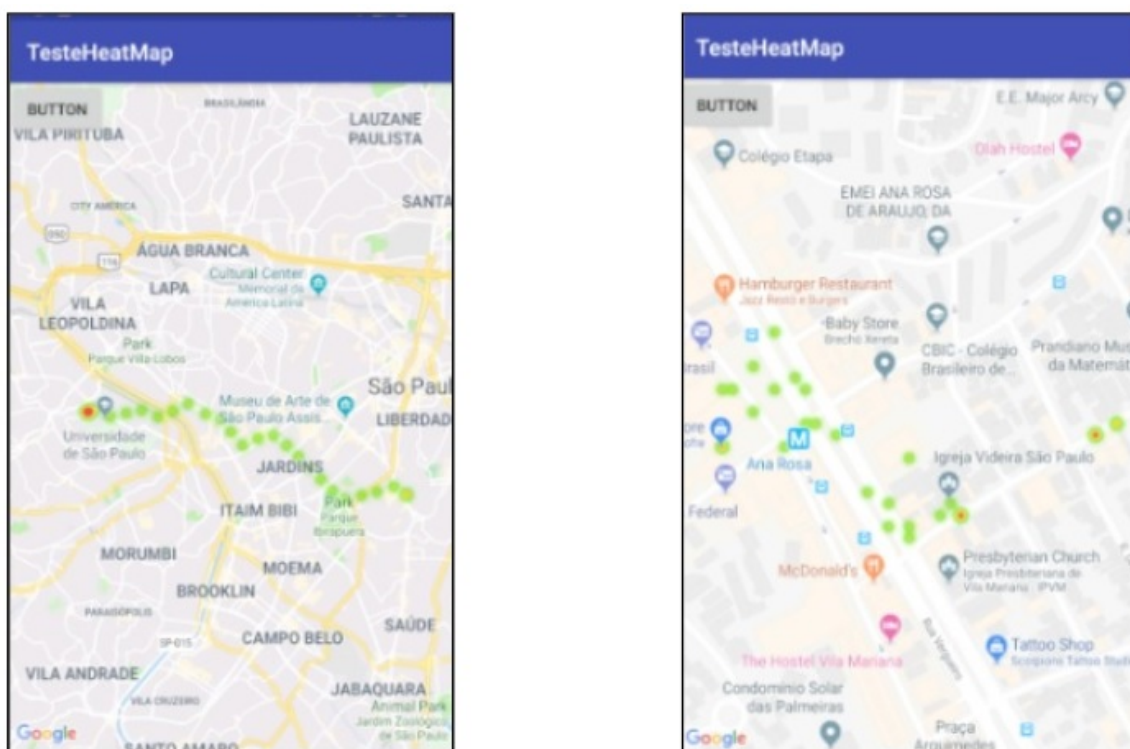
Tanto a leitura do GPS quanto a aplicação da equação podem influenciar no cálculo dos resultados. Muitos fatores interferem na leitura do GPS, como um céu muito nublado, número de edifícios na proximidade e poluição, por exemplo. Para os pontos levantados, averiguou-se que o erro aumentou percentualmente com a distância, chegando a quase 300m para um distância de 10km. Portanto, considerando-se um erro esperado de 10%, não é recomendado um raio de segurança maior do que 1km.

5 Discussão - aplicativo de monitoramento

A forma utilizada para identificar uma situação de perigo foi através de um raio de 0,5km ao redor da casa do paciente. Entretanto, é possível que o usuário esteja num lugar seguro fora desse raio ou que esteja num lugar desconhecido dentro desse limite. Uma forma de aprimorar este método seria através de um mapa dinâmico, que se modifica de acordo com o histórico de localização do usuário e entende quais locais são seguros ou não.

Tal alternativa elevaria bastante a complexidade do dispositivo. Entretanto, foram realizados alguns experimentos que poderão ajudar na continuidade do projeto. Inicialmente, o aplicativo foi conectado a um banco de dados na nuvem da Amazon Web Services e, periodicamente, passou a guardar nessa base as coordenadas geográficas do paciente.

Figura 5 – Aplicativo de monitoramento



De posse do histórico de localização do usuário, foi criado um segundo aplicativo que faria a visualização desses dados através de um mapa de calor utilizando funções da API de Mapas do Google. Na Figura 5, é possível visualizar o resultado desses experimentos. Na primeira imagem foi simulado um trajeto de carro, enquanto que na segunda lugares aleatórios próximos foram escolhidos para formar o que seria o dia a dia do paciente.

6 Conclusão e trabalhos futuros

O presente trabalho propôs um dispositivo de geolocalização que busca auxiliar idosos com perda de memória. Enquanto os pacientes possuem mais autonomia ao sair de casa, pois sabem que em uma situação de perigo eles receberão socorro, os familiares também poderão ficar mais tranquilos sabendo que serão notificados em caso de alguma emergência. A tentativa de resgatar a autonomia em pacientes com idade mais avançada é bastante relevante, uma vez que a sua perda está intimamente relacionada com a queda da qualidade de vida.

O trabalho também se encaixa na categoria de dispositivos *mHealth* e, como visto na literatura, existem muitos dispositivos deste tipo que utilizam outros sensores para verificar o estado do paciente. Dessa forma, o projeto pode ser encarado como modular, podendo ser aprimorado e incorporado com novos sensores que ajudarão a identificar diferentes situações emergenciais do paciente.

Para tanto, a escolha pelo microcontrolador ESP32 é bastante positiva, pois ele possui muitas entradas GPIO e um alto poder de processamento. Além disso, a construção de bibliotecas para comunicação via Bluetooth e SMS entre o ESP32, SIM808 e o aplicativo em Android também facilita o aprimoramento com novas medições.

Outro ponto bastante positivo está em relação ao público alvo. O foco do dispositivo projetado foi pacientes com idade mais avançada e que possuem uma queda em relação às suas funções cognitivas. O mesmo dispositivo, porém, pode ser utilizado para outros perfis que também buscam uma autonomia maior em suas vidas como autistas ou pessoas com demência mental leve. No quesito da segurança, o dispositivo também pode ser utilizado para crianças.

REFERÊNCIAS

Tratado de Geriatria e Gerontologia. Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia. 3ª Edição, Editora Guanabara Koogan (Grupo GEN), 2011.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). World Population Ageing 2013. ST/ESA/SER.A/348.

WHO Global Observatory for eHealth. (2011). mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. World Health Organization.

BOUROUIS, Abderrahim; FEHAM, Mohamed; et al. Ubiquitous Mobile Health Monitoring System for Elderly (UMHMSE). International Journal of Computer Science and Information Technology (IJCSIT), volume 3, number 3, pages 74-82, 2011.

CHIARINI, Giovanni; RAY, Pradeep; et al. mHealth Technologies for Chronic Diseases and Elders: A Systematic Review. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, volume 31, issue 9, pages 6-18, 2013.

WU, Yu-Chi; CHEN, Pei-Fan; et al. A Mobile Health Monitoring System Using RFID Ring-Type Pulse Sensor. 2009 Eighth IEEE International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 2009.

Title - Localization device for elderly with memory loss

Abstract - The population ageing phenomenon is, according to the United Nations, known worldwide. Among the problems related to ageing, one specific is the deterioration of cognitive functions. This work aims for a non invasive solution for elderly with memory loss. It is intended to obtain, as a proof of concept, a mHealth device that could locate the elderly and identify if they are in a safe zone. After reviewing the literature about mHealth devices, a mechatronic analysis was made to identify the subsystems needed for the proposed work. The projects for each subsystem were executed and integrated for final tests. Besides the device, this work also delivered a patient monitoring tool to be used by doctors or relatives.

Keywords - mHealth, Localization, Elderly

Gabriel Tutia, aluno do quinto ano de engenharia mecatrônica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Leonardo Centenaro Ramos, aluno do quinto ano de engenharia mecatrônica com ênfase em engenharia biomédica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.