

## UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BEACON ASSOCIADA AO MAPA TÁTIL SONORO PARA ORIENTAÇÃO ESPACIAL DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

João Vilhete Viegas D'Abreu<sup>a</sup>, Camila Prata Almeida<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED/UNICAMP; <sup>b</sup> Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação – FEEC/UNICAMP

### Resumo

Com o objetivo de auxiliar na orientação espacial de pessoas com deficiência visual, através da percepção sonora e tátil, o Núcleo de Informática Aplicada à Educação – (NIED/UNICAMP) vem desenvolvendo e aprimorando o instrumento Mapa Tátil Sonoro (MTS). Neste sentido, no processo de utilização do MTS foi notória a necessidade de proporcionar maior autonomia ao seu público alvo no que diz respeito à. Assim, este projeto tem como finalidade a implementação da tecnologia *Beacon* no mapa e no aplicativo *SmartMTS* para facilitar a localização física do instrumento de forma rápida e segura. *Beacon* e *SmartMTS* juntos se constituem em ferramentas de comunicação do usuário com o MTS. Para tal o estudo e teste da tecnologia em questão foram realizados, considerando as diversas localidades em que o MTS possa estar inserido. Os resultados dos testes mostraram-se satisfatórios para a aplicação da *Beacon* junto ao instrumento de orientação espacial MTS, possibilitando também a idealização de novas técnicas a serem implementadas futuramente.

### Abstract

In order to assist in the spatial orientation of people with visual impairments, through sound and tactile perception, the Núcleo de Informática Aplicada à Educação – (NIED/UNICAMP) has been developing and improving the Sound Tactile Map (MTS) instrument. In this sense, in the process of using the MTS, the need to provide greater autonomy to its target audience was notable. Thus, this project aims to implement the *Beacon* technology on the map and in the *SmartMTS* application to facilitate physical location the instrument quickly and safely. *Beacon* and *SmartMTS* together constitute user communication tools with MTS. To this end, the study and testing of the technology in question were carried out, considering the various locations in which the MTS may be inserted. The test results proved to be satisfactory for the application of *Beacon* with the spatial orientation instrument, also enabling the idealization of new techniques to be implemented in the future.

**Palavras-chave:** Acessibilidade; Beacon; Orientação Espacial.

**Key words:** Accessibility, Beacon, Spatial Orientation

### 1. Introdução

O Mapa Tátil Sonoro (MTS) é um instrumento de orientação espacial cujo o objetivo é auxiliar pessoas com deficiência visual na compreensão de espaços urbanos e prédios. Assim, o uso do MTS vem contribuindo com a demanda de inclusão social e espacial de seu público alvo, referente ao uso do ambiente físico e arquitetônico de maneira digna e acessível.

A atual versão do MTS, na Figura 1, consiste em um mapa com os pontos de referência representados na forma volumétrica, em escala, com um certo grau de detalhamento arquitetônico. Cada objeto volumétrico contém uma etiqueta NFC (*Near Field Communication*), responsável pela sua identificação, podendo ser lida pelo aplicativo *SmartMTS*. O aplicativo *SmartMTS* uma vez instalado no celular do usuário, é responsável por retornar uma mensagem sonora, que identifica o local referenciado pela etiqueta lida (Rocha, Piccolotto & D'Abreu, 2017).

Com o objetivo de proporcionar maior autonomia na usabilidade do instrumento, o projeto trata-se do estudo e implementação da tecnologia *Bluetooth Low Energy Beacon*, apresentada na Figura 2, de modo a viabilizar a localização física do instrumento MTS.



Figura 1: MTS da região próxima à Biblioteca Central Cesar Lattes – BCCL/Unicamp.

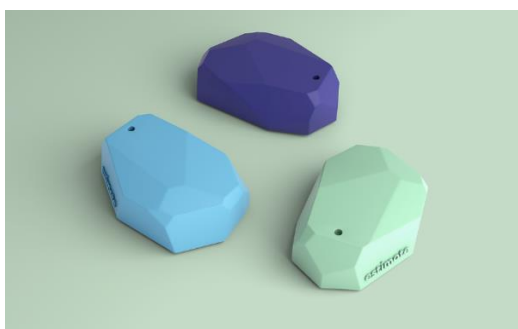


Figura 2: *Bluetooth Low Energy Beacon* utilizada no projeto.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1 Quadro teórico

Existe uma grande dificuldade em pessoas com deficiência visual na compreensão de sobre o espaço como um todo. Para tal, o tato e a audição são seus grandes aliados para a orientação espacial, sendo assim pertinente a aplicação de mapas e maquetes com recursos táteis e sonoros para tal finalidade. Através do trabalho com mapas ou maquetes táteis é possível desenvolver a capacidade de construir conceito espacial analisando o local como um todo e sintetizando uma nova concepção sobre noção espacial, trazendo maior independência para localização e locomoção para o usuário.

No campo da acessibilidade para pessoas com deficiência visual, pesquisas voltadas para a implementação de mapas táteis sonoros atuais podem ser citadas tais como; Kaklanis, Votis e

Tzovaras, (2013), que discutem sobre uma ferramenta para a geração automática de mapas multimodais com feedback háptico e de áudio usando dados *OpenStreetMap*. Brock et al (2013) discute as limitações de mapas de papel com linhas em relevo utilizados para tornar a informação geográfica acessível, em relação ao conteúdo e à apresentação de informações.

## 2.2 Exposição do Problema

A atual versão do MTS possibilita ao seu público alvo a identificação de uma determinada localidade. Contudo, o instrumento de orientação espacial não apresenta recursos que permitam à pessoa com deficiência visual localizar o MTS. Assim, após a realização de teste de usabilidade em projetos anteriores (Almeida & D'Abreu, 2018), notou-se a necessidade do aprimoramento do software *SmartMTS* e de implementações de hardware que possibilitasse a autonomia do usuário do MTS, no que tange a localização do instrumento pelo usuário.

## 2.3 Método

Baseada no *Bluetooth Low Energy* (BLE), a tecnologia *Beacon* se constitui em um dispositivo transmissor de ondas de rádio (RF), com grande capacidade de penetração em estruturas e baixo consumo de energia. Devido ao seu crescente uso e grande desempenho para aplicações de geolocalização em ambientes internos, esta tecnologia vem sendo empregada para detecção de proximidade, apresentando boa precisão [3].

O modelo utilizado, *Estimote Proximity Beacon*, possui alcance máximo de BLE de 100 metros em locais fechados, bateria com duração média de 3 anos e estrutura pequena, por volta de 30 centímetros, sendo esta impermeável. Tais características do hardware utilizado no projeto permitem a sua instalação junto ao MTS em locais abertos.

Inicialmente foi implementado o método de proximidade para a detecção de um Mapa Tátil Sonoro nas proximidades do usuário. Para tal, utilizou-se o parâmetro *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), obtido a partir da leitura do sinal transmitido pelo dispositivo *Beacon*, para estimar a distância entre transmissor-receptor. Assim, ao instalar a *Beacon* em um MTS, o smartphone do usuário é informado se há ou não um instrumento de orientação espacial em sua proximidade, como apresentado no esquema da Figura 3.

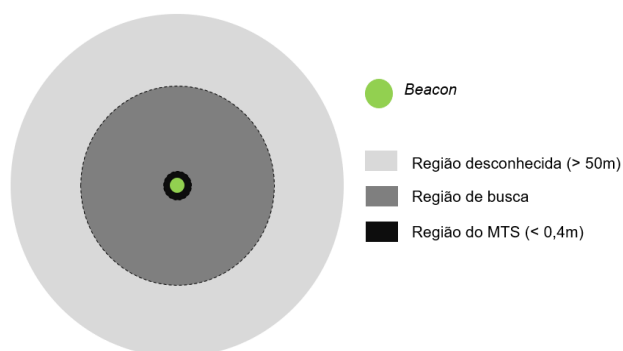


Figura 3: Representação esquemática do método de proximidade aplicado em ambientes abertos.

Para a execução dos testes do método de proximidade foi implementado um algoritmo, por meio da linguagem de programação Java, de uma aplicação Android para a obtenção da distância. Tal aplicação foi realizada a partir da biblioteca *Nearby* e do Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) disponibilizado pela *Estimote*. A implementação está descrita no fluxograma da Figura 4.

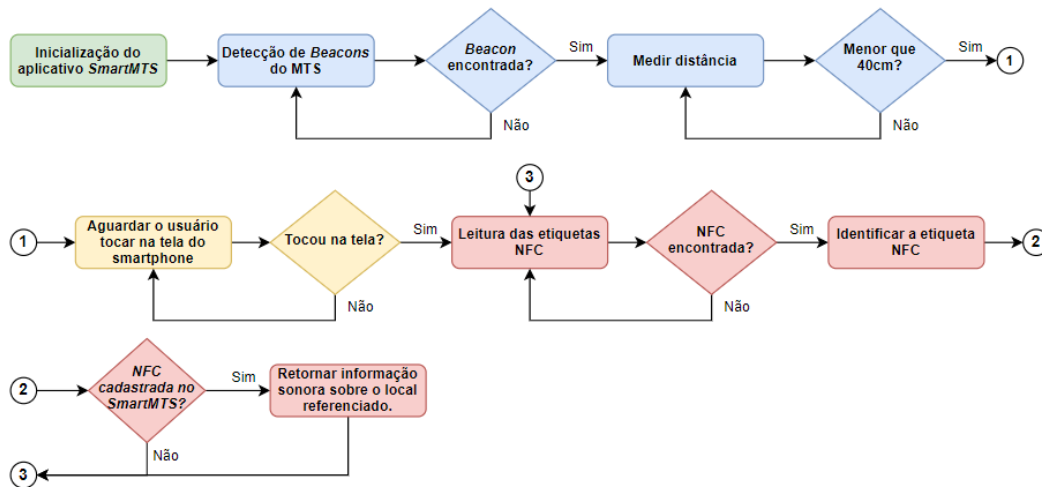


Figura 4: Fluxograma do software SmartMTS, com a implementação do método de proximidade.

Por fim, dado que a antena da *Beacon* não é direcional, isto é, não indica a direção do sinal transmitido, utilizou-se o sistema de localização por trilateração. Tal método parte da ideia de que conhecemos a posição de três pontos de referência, neste caso três dispositivos *Beacon*, e a distância destes em relação a um ponto de posição desconhecido. Os dispositivos de transmissão estão centrados em três círculos de raio conhecido, como apresentado na Figura 5, cuja intersecção dá-se no ponto de interesse, sendo este o MTS.

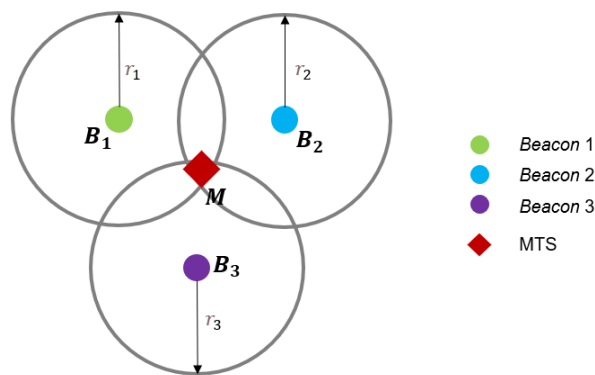


Figura 5: Método da Trilateração aplicado com Beacons para a localização do MTS.

## 2.4 Resultados

Ao utilizar apenas um dispositivo *Beacon*, os testes em ambiente fechado apresentaram desempenho semelhante ao encontrado em outras pesquisas, com um erro médio de 1 metro (Menon

et al, 2017). Já em ambientes abertos, o erro na indicação da distância foi maior, estando próximo a 1,8 metros. As condições ambientais como chuva e presença de obstáculos como árvores e poste interferiram nas medições do RSSI, gerando erros na ordem de 2,5 metros na indicação da localização (Figura 6). O método de trilateração reduziu os erros médios em 13% e 22% em testes indoor e outdoor, respectivamente, quando comparados aos resultados obtidos anteriormente.

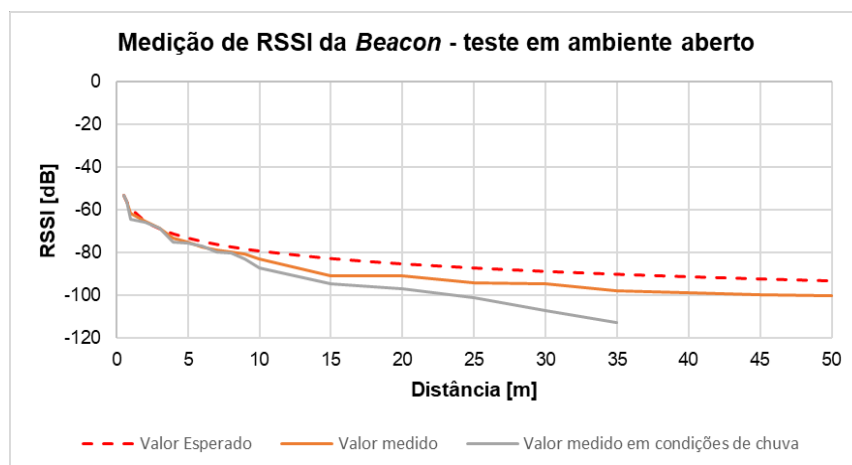


Figura 6: Medição de RSSI para teste em ambiente aberto.

## 2.5 Discussão

A aplicação do método de proximidade mostrou-se eficiente para a localização do MTS a distâncias menores que 10 metros em ambientes abertos, mesmo com condições ambientais adversas. Notou-se que a associação de mais de um dispositivo transmissor de rádio frequência trouxe melhor desempenho para a implementação realizada no *SmartMTS*. Apesar de proporcionar melhores resultados, o uso de três dispositivos Beacon apresentou maior complexidade de implementação, assim como na instalação dos dispositivos

O uso da tecnologia *BLE Beacon* mostrou-se promissora quando associada ao Mapa Tátil Sonoro. Ao aplicar o método de proximidade percebeu-se um bom desempenho para ambientes fechados, o que torna esta solução viável para mapas cujo objetivo é descrever a área interna de um estabelecimento. Já para ambientes abertos e regiões maiores, o uso complementar do método da trilateração mostrou-se bastante satisfatório.

## 3. Conclusões

Apesar de suas limitações a longas distâncias, a associação da tecnologia *BLE Beacon* ao aplicativo *SmartMTS* mostrou-se uma solução de baixo custo e acessível para a orientação espacial de pessoas com deficiência visual no que se refere à localização física do instrumento de forma rápida e segura. Esperamos que esta inovação possa alcançar em um curto espaço de tempo um maior número de pessoas do público alvo do instrumento, como forma de inclusão social e melhoria de qualidade de vida.

## Referências

ALMEIDA, C. P.; D'ABREU, J. V. V. Aprimoramento e desenvolvimento de ferramentas de hardware e software para o Mapa Tátil Sonoro (MTS). Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP, Campinas, SP, n. 26, 2018. DOI: 10.20396/revpibic262018263. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/eventos/index.php/pibic/article/view/263>. Acesso em: 20 ago. 2021.

BROCK, A. et al (2013). Map design for visually impaired people: past, present, and future research. MEI – Médiation et information, L'Harmattan, 2013, Handicap et communication, p- 117-129. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01099497>.

KAKLANIS, N., VOTIS, K. e TZOVARAS, D. (2013). Open Touch/Sound Maps: A System to convey street data through haptic and auditory feedback. Computers & Geosciences, n 57 p 59-67. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/cageo](http://www.elsevier.com/locate/cageo).

MEMON, Sugandh et al. Smart indoor positioning using BLE technology. In: 2017 4th IEEE International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS). IEEE, 2017. p. 1-5.

ROCHA, D. F.; PICCOLOTTO, B. P.; D'ABREU, J. V. V. Relatório Final do Projeto: Implementação em smartphones de leitor de tags NFC associado à Mapa Tátil Sonoro para acessibilidade urbana de pessoas com deficiência visual. 2017.