|  |  |
| --- | --- |
| CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC | |
| (   ) PRÉ-PROJETO     ( X ) PROJETO | ANO/SEMESTRE: 2021/2 |

Aplicativo MÓVEL de realidade virtual para auxiliar pessoas cegas a transitarem em determinados ambientes

Guilherme Barth

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador

# Introdução

De acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), aproximadamente 18,6% da população da brasileira possui alguma deficiência visual. Desse total, 506 mil pessoas não conseguem avistar e outras 6 milhões de pessoas (3,2%) contém severas dificuldades para enxergar. Segundo uma pesquisa realizada por Barbosa (2019), a maior dificuldade dos pedestres cegos ou com alguma acuidade visual é transitarem em ruas e avenidas da sua cidade, pôr o terreno ser muito irregular e com buracos ou sem a devida acessibilidade.

Radabaugh (1993) afirma que para as pessoas sem deficiência, a tecnologia é um facilitador, porém para pessoas com alguma deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis. Uma forma de se propiciar uma melhoria no deslocamento dessas pessoas é com o uso de tecnologias, dentre essas existem as bengalas, textos em braile. Dentro das tecnologias digitais se presencia algumas que podem ser utilizadas com os atuais dispositivos móveis, tais como os recursos de localização de *Global Position System* (GPS), uso de Beacons e o próprio sensor Light Detection and Ranging (LiDAR). Segundo a Pix Force (2018), é um sensor óptico ativo que emites feixes de luz compreendidas na região do infravermelho do espectro eletromagnético, o seu comprimento de onda pode variar entre 0,7µm até 1000 µm, e determina a distância baseado no tempo de reflexão do laser no objeto. Entre essas tecnologias, também pode-se utilizar os Beacons para efetuar o micro georreferenciamento.

Segundo Krause (2018), os Beacons Bluetooth são transmissores que utilizam Bluetooth Low Energy 4.0 (BLE) para emitir o sinal para os dispositivos compatíveis. O BLE é uma rede wireless utilizada para transmitir em pequenas distâncias, até um metro, com um valor específico que foi configurado. O Beacon pode ser utilizado em sistemas de Indoor Positioning System (IPS), por exemplo, em uma sala comercial onde é possível orientar e quantificar as pessoas que acessam determinados cômodos e com os valores dos Beacons mais visitados é possível reestruturar a loja para uma melhoria na disposição dos produtos. Na figura 1 é demonstrado ao lado direito alguns exemplos de Beacons que estão disponíveis no mercado, e ao lado esquerdo possuímos alguns desenvolvidos nos laboratórios da FURB.

Figura 1 - Diferentes tipos de Beacons

Uma imagem contendo mesa, diferente, comida, grupo

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Krause (2018).

De acordo com Freitas (2018) a comunicação é essencial para a pessoa deficiente conseguir perceber a sua presença e devidas intenções de ajuda e orientação. Trazendo para a parte técnica, podemos realizar comandos vocais utilizando o Text to Speech e Speech to Text. Segundo a Google Cloud (2021) é possível realizar essa tradução de texto para voz e vice-versa de três maneiras; (i) a primeira de reconhecimento síncrono, (ii) a segunda de maneira assíncrona e a (iii) terceira de forma de *streaming*. A forma de reconhecimento síncrona utiliza *Represential State Transfer* (REST), que é um conjunto de restrições utilizado nas requisições *HyperTextTransferProtocol* (HTTP) para que atendam as diretrizes definidas na arquitetura, utiliza também do Google *Remote Procedure Call* (gRPC) o qual é uma arquitetura RPC de código aberto projetado pela Google para obter uma comunicação de alta velocidade entre microsserviços, assim é enviado o áudio inteiro com os dados e efetuado a averiguação desses dados e retorna em texto após a sua execução, podendo ter áudios de até 1 minuto. Com a forma assíncrona, funciona de maneira semelhante a síncrona, ela utiliza REST e gRPC, envia os dados do áudio para a *Application Programming Interface* (API) correspondente e inicia-se uma operação de longa duração. Após a conclusão do reconhecimento, é convertido em forma de texto, além de poder ter tamanho máximo de 480 minutos. Por fim, o modo de *streaming* que realiza o reconhecimento dos dados do áudio fornecidos em um *stream* gRPC bidirecional, ou seja, existe um caminho de entrada e saída de valores. Enquanto o áudio é processado, o texto resultado já é apresentado, podendo sofrer algumas perdas de qualidade em função de responder em tempo real. Dessa forma, a pessoa com a deficiência visual poderá interagir, apenas com a sua voz, diretamente com o aplicativo, sem a necessidade de uma interação física. Além disso, o aplicativo de realidade virtual informará ao usuário, também em formato de áudio, quando há um obstáculo em sua frente e orientá-lo a fazer o melhor desvio, para evitar a sua colisão. Essa identificação de objetos será realizada utilizando o sensor LiDAR juntamente com uma Inteligência Artifical (IA) para determinar qual é o obstáculo na sua frente e qual o melhor desvio que pode ser realizado. Dentro desse âmbito, a utilização dos Beacons será para auxiliar na locomoção de ambientes internos, como por exemplo a casa do usuário, facilitando assim a identificação de obstáculos, paredes e cômodos da casa, para assim conseguir chegar do ponto A para o B com maior facilidade e aplica-se ao GPS, porém em ambientes externos.

## OBJETIVOS

Desenvolvimento de uma aplicação com realidade virtual para dispositivos móveis que possa auxiliar no deslocamento de ambientes internos e externos para as pessoas cegas.

Os objetivos específicos são:

1. analisar a precisão do sensor LiDAR dos dispositivos móveis, juntamente com uma IA durante a identificação de objetos;
2. auxiliar a microlocalização utilizando o Beacon e a macrolocalização com o GPS;

# trabalhos correlatos

Nessa seção são apresentados trabalhos com características semelhantes aos principais objetivos do estudo proposto. O primeiro é um trabalho de identificação de lugares utilizando um Beacon (KRAUSE, 2018), o segundo é referente ao conversor de áudio para texto (SILVA, 2019), o terceiro é sobre o mapeamento tridimensional utilizando o sensor LiDAR (ROSSI; FREITAS; REIS, 2019).

## SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS – BEACONS

Segundo Krause (2018) o sistema de localização mais utilizado é o GPS. Segundo Mackey (2017, p.823, tradução nossa) “O surgimento da internet das coisas (IoT), o crescimento dos edifícios e casas inteligentes gerou um aumento no desejo de serviços de localização interna”. Todavia, o GPS consome muita bateria e no uso de ambientes internos não é possível realizar a localização com uma excelente precisão.

De acordo com Krause (2018), as aplicações de um sistema de Indoor Positioning System (IPS) é melhor aproveitado em ambientes internos, principalmente para realizar a identificação dos cômodos. Com o uso desse sistema, pode-se quantificar os locais mais visitados dentro do ambiente interno e reestruturá-lo conforme seja melhor em cada cenário. Como por exemplo, em um hospital seria possível saber a localização de enfermeiros, médicos e pacientes, organizando assim, o acionamento do profissional mais qualificado que esteja mais próximo do paciente.

Diante disso, Krause (2018), utilizou da técnica de Fingerprint para buscar a localização da pessoa dentro de um ambiente interno. A técnica Fingerprintconsiste em duas etapas, na primeira etapa é realizado a calibração ou treinamento onde é necessário dividir o ambiente que será mapeado em subáreas e instalar os Beacons estrategicamente. Após mapear, é necessário calcular a intensidade de sinal *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) de cada subárea. Segundo Xu, Yang e Jiang (2011, p. 1), o RSSI é uma métrica da qualidade do sinal emitido por um dispositivo. Durante o mapeamento das subáreas, é necessário pegar as métricas de todos os Beacons que forem utilizados. De acordo com Krause (2018), variando-se a complexidade do ambiente, pode-se fazer com que sejam necessárias várias medições para obter-se uma média e guardá-los em um banco de dados. A segunda etapa é realizada durante a utilização da aplicação, o sinal que é recebido no dispositivo móvel deve ser comparado com os dados do banco de dados, assim podendo efetuar o cálculo, criado por Krause (2018), para assim permitir localizar em qual subárea o dispositivo se encontra. É plausível adotar uma abordagem determinística para caracterizar cada posição do ambiente, assim cada subárea possuirá indicadores como força do sinal, valor médio e desvio padrão de todas as métricas, essas que foram resgatadas na primeira. Logo abaixo, na Figura 2 é demonstrado as divisões do ambiente, utilizando a técnica de Fingerprint que Krause (2018) utilizou durante os seus experimentos, com as suas respectivas subáreas, o posicionamento do receptor e a localização dos Beacons que foram utilizados.

Figura 2 - Divisão da sala utilizando a técnica de Fingerprint

Calendário

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Reck (2016).

Outra técnica utilizada por Krause (2018) foi uma abordagem utilizando grafos, dessa forma o ambiente é representado por um grafo com os Beacons sendo os vértices. Nessa abordagem é necessário adicionar um Beacon em cada subárea para informar ao receptor para onde ele deve prosseguir ou retroceder. No decorrer do desenvolvimento, observa-se que o sinal emitido por um Beacon não é precisamente convertido em uma distância em metros, todavia, para determinar uma proximidade, os Beacons podem ser utilizados com confiabilidade. Segundo Krause (2018), é possível identificar se um Beacon está próximo ou distante pela intensidade do sinal. Dessa forma torna-se possível determinar qual vértice está mais próximo, permitindo a navegação pelo ambiente. A imagem abaixo demonstra o ambiente com as suas subáreas. Cada ponto vermelho é um vértice que pode ser um Beacon. As linhas azuis são as arestas ou a ligação entre os vértices.

Figura 3 - Ambiente com subáreas

Gráfico, Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Rocha (2016).

Utilizando a técnica Fingerprint*,* Krause (2018) não obteve resultados satisfatórios em relação a sua precisão, porque o resultado da localização era bem diferente da distância real. Como demonstrado no seu trabalho, o principal empecilho para calcular com precisão a distância é a falta de confiabilidade e acuracidade das distâncias calculadas entre os Beacons e o dispositivo receptor. Além disso Krause (2018) cita outros fatores que propiciaram no resultado, como por exemplo, o sinal RSSI não ser linear, a reflexão do sinal e a falta de uma equação mais assertiva para converter a intensidade do sinal em uma distância em metros.

De acordo com Krause (2018), utilizando a técnica de grafos para a navegação e localização mostrou-se ser bem receptiva para a implementação utilizando Beacons. Principalmente pela facilidade de comparar a intensidade de sinal entre um Beacon e outro do que a distância entre eles.

## BLACK GLASSES – ASSISTENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS VIA GEOLOCALIZAÇÃO

Silva (2019) desenvolveu o reconhecimento de fala e sintetizador de texto para falar em um dispositivo móvel, onde efetuaria os controles de ligar, desligar, parar e cadastrar coordenadas no GPS. Outro objetivo do autor era utilizar o GPS inteiramente Offline, para isso foi utilizado um Raspberry PI modelo 3B. Nesse Raspberry, foi adicionado um banco de dados para gravar as informações do GPS e necessitava de cadastrar os lugares em que o usuário frequentava, assim efetuando o deslocamento de um ponto ao outro. A comunicação do usuário com o Raspberry durante o trajeto era em formato de áudio utilizando o Speech to Text e Text to Speech. Silva (2019) utilizou um HeadSet que se comunicava com o Raspberry, recebendo e enviando áudios.

Segundo o autor, o sistema de reconhecimento de voz é composto por vários blocos conforme ilustrado na Figura 4, sendo, o *front-end*,responsável por extrair os parâmetros (*features*) do sinal de voz. O Modelo Acústico (MA) cuja finalidade é modelar, as *features*, o sinal acústico por meio de expressões matemáticas. O Modelo de Linguagem (ML) que efetua uma busca na lista de palavras cadastradas e tenta obter as possíveis sequências de palavras a serem reconhecidas. Por fim, dispomos do decodificador, que juntamente com os blocos MA e ML, realiza o processo de transcrição do sinal de voz.

Figura 4 - Modelo de sistema de reconhecimento de voz

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Silva (2010).

De acordo com Silva (2019), os seus resultados com o dispositivo móvel não foram satisfatórios, isso porque durante o seu deslocamento entre um ponto A para o B a sua comunicação com o Raspberry não era muito boa, era possível ouvir claramente os comandos do dispositivo, porém a comunicação do usuário com o Raspberry não funcionava corretamente devido aos ruídos externos e som ambiente, assim impactando na precisão do reconhecimento de fala e não executando uma função conforme o esperado. A necessidade de ficar cadastrando os lugares que se deseja transitar não se tornou usual, porque necessitava cadastrar manualmente no banco de dados, contudo a precisão do GPS foi satisfatória, sempre orientando a pessoa próxima ao seu objetivo final, com uma pequena margem de erro de poucos metros.

## Mapeamento tridimensional de ambientes Internos Utilizando um sensor lidar

Rossi, Freitas e Reis (2019) tinham como objetivo desenvolver um protótipo robótico com o sensoriamento em 3D feito com base em um sensor LiDAR, capaz de efetuar o mapeamento em ambientes simulados e reais. Segundo Maciel (2011), a tecnologia LiDAR que está vinculada à área sensorial, que tem como objetivo medir a distância entre o sensor e a superfície utilizando o *Light Amplification by Simulated Emission of Radiation* (LASER), que quando está associado a informação de posicionamento, é capaz de criar uma nuvem de pontos tanto em âmbito bidimensional quanto tridimensional.

Já na literatura pode-se observar que o emprego de sensores como o LiDAR vem crescendo para o registro de nuvem de pontos, assim sendo utilizado para reconstrução e mapeamento de ambientes (PAVAN; SANTOS, 2015). De acordo com Rossi, Freitas e Reis (2019), o sensor utilizado funciona com princípio de triangulação, que é uma metodologia empregada para medir distâncias de um objeto. Para funcionar dessa maneira, o sensor emite um feixe de LASER que é refletido e captado por uma lente fotossensível. Dessa forma, quando o objeto a ser mapeado está mais próximo ou mais distante, os feixes tocam em uma parte diferente da lente e pelo princípio da triangulação geométrica é estimada a posição do objeto. Na figura abaixo é ilustrado o modelo utilizado pelos autores em seu projeto.

Figura 5 - Sensor LiDAR modelo YDLIDAR X4



Fonte: Rossi, Freitas e Reis (2019).

Os autores realizaram os testes em um ambiente aberto e com diversos relevos, ao efetuar esse mapeamento de teste, foi necessário colocar o sensor em uma determinada altura para captar o cenário. Inicialmente obteve-se o mapeamento razoavelmente semelhante ao ambiente, mas após aplicar o filtro de Kalman os seus resultados foram demasiadamente sucedido, isso porque o Kalman auxilia na redução dos ruídos, gerando assim o mapa 3D semelhante ao ambiente de testes (ROSSI;FREITAS;REIS, 2019).

# proposta

Nessa seção será informado o objetivo do trabalho, definindo o desenvolvimento, justificando os requisitos funcionais e não-funcionais, as metodologias utilizadas e o cronograma.

## JUSTIFICATIVA

Todos os trabalhos correlatos contam com algoritmos específicos para cada situação. Krause (2018) utiliza o algoritmo Fingerprint para localizar um dispositivo em uma subárea. Silva (2019) realiza um comparativo do áudio com a frequência que aquela palavra é falada. Já Rossi, Freitas e Reis (2019) utilizam o algoritmo de Kalman para reduzir o ruído das imagens do ambiente para melhorar os seus resultados.

Pelo fato dos correlatos contam com dados resgatados do ambiente, todos eles necessitam de algum tipo de sensor, captador de dados. Para Krause (2018), com o sinal de Bluetooth é possível identificar qual Beacon está mais próximo ou qual seria o Beacon que deveria ser seguido para se locomover no ambiente projetado. Na situação de Silva (2019), esses dados são resgatados por um microfone que pode conter interferências por barulhos externos. Já Rossi, Freitas e Reis (2019), utilizam uma nuvem de lasers para a obtenção da distância do objeto, juntamente com a utilização da trigonometria e gerando um mapeamento 3D do ambiente.

Apesar da grande parte dos correlatos citados anteriormente conterem características semelhantes ao proposto nesse artigo, eles foram desenvolvidos com hardwares distintos e sensores diferentes, para atenderem determinadas funções em suas aplicações, mas eles servem de exemplo para obter métricas e comparação de resultado. Neste trabalho está sendo proposto a utilização de um dispositivo móvel moderno, como por exemplo o iPhone 12 PRO ou superior que contenha o sensor LiDAR e contenha o sistema de localização GPS, comporta microfone para os comandos de voz e possui Bluetooth 5.1 para a localização mais precisa de Beacons. Além de dispor da integração com os AirTag da Apple, que em outras palavras é um Beacon muito preciso que utiliza o Bluetooth 5.1, conseguindo assim uma precisão melhor desses Beacons em um ambiente interno, como por exemplo nos cômodos de uma casa.

Este trabalho torna-se relevante por explorar uma tecnologia que, se muito bem-sucedida, pode auxiliar no deslocamento interno e externo de pessoas com deficiência visual. Porém se não for atingido por conta de algum empecilho técnico, como por exemplo a imprecisão do sensor LiDAR durante a identificação dos objetos, esse artigo deverá trazer contribuições para o estudo da área de acessibilidade, demonstrando as métricas que foram utilizadas e os resultados obtidos com foco em agregar para as pessoas com acuidade visual.

Logo abaixo no Quadro 1, é demonstrado um comparativo entre os trabalhos correlatos utilizados, mostrando as suas diferenças e pontos em comum.

Quadro - Comparativo dos trabalhos correlatos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Trabalhos Correlatos  Características | Krause  (2018) | Silva  (2019) | Rossi, Freitas e Reis  (2019) |
| Objetivo da predição | Localização do indivíduo | Localização com GPS Offline e Transformação de áudio em texto | Mapeamento tridimensional |
| Utiliza banco de dados | Sim | Sim | Não |
| Algoritmo utilizado | Fingerprint e Grafos | Metodologia própria | Kalman |
| Forma de obtenção de dados | Sinal de Bluetooth | Áudio | Laser |

Fonte: elaborado pelo autor.

## REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Requisitos Funcionais:

1. O aplicativo deve ser desenvolvido utilizando apenas os recursos do iPhone;
2. O aplicativo deve realizar a integração com o Google Maps em tempo real;
3. O aplicativo deve permitir a utilização do Speech to Text utilizando os recursos do dispositivo móvel;
4. O aplicativo poderá ser utilizado apenas utilizando o Speech to Text para executar as funcionalidades;
5. O aplicativo deve permitir o cadastro de novos Beacons em seu banco de dados;
6. O aplicativo deve utilizar o sensor LiDAR juntamente com uma IA para identificar se há um objeto ou obstáculo em sua frente, para que se evite uma colisão;
7. O aplicativo deve localizar e informar o caminho para chegar aos cômodos da casa, utilizando o sistema de grafos com os Beacons.

Requisitos Não Funcionais:

1. O aplicativo possuirá uma interface para realização de testes de distância entre o mundo virtual e o real;
2. O aplicativo possuirá um banco de dados, que será definido após a primeira etapa da metodologia, para guardar os dados dos Beacons cadastrados;
3. O aplicativo será desenvolvido na linguagem Swift usando a IDE XCode.

## METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

1. estudo de sensores: realizar estudo em como utilizar e integrar a aplicação: o sensor LiDAR, o conversor de voz para texto, os beacons e GPS do dispositivo móvel;
2. selecionar os sensores: após o estudo da etapa anterior realizar um comparativo entre prós e contras e selecionar os que mais agregam ao projeto que será desenvolvido;
3. utilização do sensor LiDAR: utilizar a biblioteca selecionada anteriormente e assim efetuar a leitura dos dados recebidos pelo sensor e conseguir identificar um objeto (com o auxílio de uma IA);
4. integrar conversor de voz para texto: após selecionar a melhor API será realizar implementação para que todos os comandos sejam recebidos e enviados em forma de áudio;
5. implementar integração com o GPS: efetivar a integração com o Google Maps para traçar rotas em ambientes externos, ou seja do ponto A para o ponto B. O Google Maps será responsável pela orientação até o destino e o projeto será responsável pela identificação de obstáculos e desvios se necessário, como por exemplo desviar de um poste, parede, lixeira, entre outros;
6. efetivar a integração com os Beacons: realizar a implementação para que seja permitido fazer o *Create Read Update Delete* (CRUD) dos Beacons e integrar essas funcionalidades para serem executadas por meio do Speech to Text.
7. implementar uma interface: adicionar uma interface que informe os dados em forma de áudio, que estão sendo recebidos pelos sensores no mundo virtual para que seja possível comparar com os dados do mundo real, isso incluí a distância, forma do objeto, localização do Beacon, entre outros;
8. realizar testes e analisar precisão: realizar testes com uma pessoa sem deficiência visual em um ambiente específico para testar a precisão. Caso obtenha-se resultados significativos, aplicar os mesmos testes com uma pessoa cega. Se bem-sucedido, realizar os mesmos testes em ambientes irregulares.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados ao Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2022 | | | | | | | | | |
|  | fev. | | mar. | | abr. | | maio | | jun. | |
| etapas / quinzenas | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| estudo de sensores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| selecionar os sensores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| utilização do sensor LIDAR |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| integrar conversor de voz para texto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| implementar integração com o GPS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| efetivar a integração com os Beacons |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| implementar uma interface |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| realizar testes e analisar precisão |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fonte: elaborado pelo autor.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção são descritos os assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado. A subseção 4.1 aborda a origem e funcionalidade do sensor LiDAR e a subseção 4.2 aborda sobre os beacons.

## lidar

O sensor LiDAR possui a habilidade de detectar uma nuvem de pontos das coordenadas x, y e z do ambiente que está sendo mapeado (WU, 2018). Tradicionalmente encontrado em carros autônomos porque ele fornece informações que difere de outros sensores, sendo o principal destaque a informação da distância, podendo assim medir o tempo de deslocamento do laser emitido (MAKSYMOVA; STEGER. DRUML, 2018).

A forma de obtenção de dados do LiDAR difere dependendo da metodologia que for utilizada, seja de forma aérea ou do solo. Podendo conter diferentes parâmetros tais como a varredura, precisão e até a resolução. Independente da metodologia utilizada sua a principal forma de obtenção de dados é por meio de uma nuvem de pontos, que permite reconstituir a representação volumétrica do mundo real quase que em tempo real (MUHADI *et al*., 2020). O sensor aéreo do LiDAR é um sistema multissensorial sendo composto por um *scanner* a laser, hardware de posicionamento, plataforma, equipamento fotográfico ou de gravação de vídeo, um computador e armazenamento de dados. No LiDAR baseado no ar, a plataforma utilizada para montar o *scanner* deve ser uma aeronave que possa sobrevoar a área de interesse, como por exemplo, um helicóptero, aviões e até mesmo drones (MUHADI *et al*., 2020). Já o LiDAR terrestre é uma versão do aéreo, porém focado no solo, utilizado principalmente para efetuar o mapeamento topográfico e de terrenos. O LiDAR terrestre deve ser montado em um tripé para as posições fixas, também comporta uma varredura a laser estacionária, uma varredura a laser móvel, onde esse sensor é montado diretamente em uma plataforma móvel que localiza-se no chão, sendo uma espécie de veículo (MUHADI *et al.*, 2020).

O propósito inicial do LiDAR era de realizar o mapeamento de áreas aeronáuticas, como florestas, oceanos, mantos de gelo, atmosfera e áreas aeroespaciais, como por exemplo, na missão Apollo 15 que o objetivo era mapear a superfície da lua (PETIT, 2020). Trazendo para a atualidade, o LiDAR é fortemente utilizado em diversas áreas, tais como: na agricultura para análise do solo, veículos autônomos, em arqueologias para definir a variação topográfica e até mesmo em análises forenses (USAU, 2020). E mais recentemente está disponível em dispositivos móveis, como é o caso do smartphone iPhone e tablet iPad (APPLE, 2021).

## BEACONs

Com a criação e evolução do bluetooth as demandas e necessidades foram surgindo e resultando em novas versões dessa tecnologia (ALECRIM, 2017). Como também se pode observar uma preocupação constante em sua evolução, principalmente referente a economia de energia, preocupação com a segurança e a qualidade de sinal (FARNELL, 2017).

Dentre todas as versões criadas de bluetooth existe uma versão específica de baixo consumo de energia e focada em comunicação utilizando pouco tráfego de dados, chamada Bluetooth Low Energy (BLE) (ALECRIM, 2017). O bluetooth BLE tem como objetivo atender dispositivos compactos e com baixa capacidade de bateria, como por exemplo tecnologias portáteis e pulseiras inteligentes (PESSOA. 2016). Uma das principais vantagens do bluetooth BLE é que ele consegue ficar a maior parte do seu tempo ocioso e emite os dados necessários em questão de milissegundos, com o adicional de que quanto menor a distância a ser transmitida, menor a quantidade de energia será gasta (ALECRIM, 2017).

Entre os equipamentos que utilizam o bluetooth BLE se tem o *beacon*. A principal funcionalidade de um *beacon* é permitir a localização de objetos dentro de um ambiente fechado, sendo possível determinar a localização de uma pessoa nesse espaço, desde que ela possua um smartphone com ela (TEIXEIRA, 2014). Os *beacons* vêm ganhando cada vez mais espaço principalmente em lojas e varejos por facilitar o mapeamento dos ambientes (ENDEAVOR, 2015).

Como o *beacon* utiliza bluetooth BLE permite se ter um baixo consumo de energia, e também consegue garantir a privacidade pois o *beacon* não recebe dados do usuário. Ele apenas funciona de forma passiva, emitindo o seu sinal e o seu identificador, toda a parte lógica deve estar programada no aplicativo que é previamente instalado no dispositivo móvel ou pulseira inteligente (TEIXEIRA, 2014).

Outro ponto positivo do *beacon* é o alcance do seu sinal, pois conseguem facilmente atingir os 50 metros de distância em um ambiente fechado. Além da sua implementação no aplicativo ser simples, pois só necessita da autorização do usuário para o acesso ao bluetooth (BORGES, 2016). Por outro lado, de forma negativa para se utilizar do recurso de localização do *beacon* é necessário se ter os *beacons* previamente instalados no espaço físico (BORGES, 2016). Outro ponto negativo é que necessário o bluetooth do dispositivo receptor estar ligado para conseguir detectar um *beacon* e utilizar os seus recursos (BORGES, 2016). Uma pesquisa realizada por Teixeira (2014) indicou que apenas 12% dos usuários de dispositivos móveis costumam andar com o bluetooth ligado.

Referências

ALECRIM, Emerson. **Tecnologia Bluetooth**: o que é e como funciona?. São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.infowester.com/bluetooth.php. Acesso em: 18 dez. 2021.

APPLE. **iPhone 12 Pro e iPhone 12 Pro Max**, 2021. Disponível em: https://www.apple.com/br/iphone-12-pro/. Acesso em: 21 nov. 2021.

BARBOSA, Isabelle. **Pessoas com deficiência visual relatam seus maiores obstáculos**. Folha de Pernambuco. Recife, p. 1-1. 14 mar. 2019. Disponível em: https://www.folhape.com.br/noticias/pessoas-com-deficiencia-visual-relatam-seus-maiores-obstaculos/98782/. Acesso em: 18 set. 2021.

BORGES, Francisco. **Criar aplicativos compatíveis com Beacons**. [S.I], 2016. Disponível em: https://pt.yeeply.com/blog/criar-aplicativos-compativeis-beacons. Acesso em: 18 dez. 2021.

CARNEIRO, Conrado. **Beacon**: o que é e quais suas utilizações mais inusitadas. Ouro Preto, 2016. Disponível em: http://usemobile.com.br/conheca-beacon. Acesso em: 18 dez. 2021.

ENDEAVOR. **Beacon**: o GPS que ajuda sua marca a localizar as melhores oportunidades. [S.I], 2015. Disponível em: https://endeavor.org.br/beacon. Acesso em: 18 dez. 2021.

FARNELL. **The Bluetooth Evolution**. [S.I], 2017. Disponível em: https://uk.farnell.com/the-bluetooth-evolution. Acesso em: 18 dez. 2021.

FREITAS, Daniela Gonçalves da Silveira. **Orientações para interação com deficientes visuais e auditivos**. Ifba - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, [S. L.], p. 1-1, 03 jul. 2018. Disponível em: https://portal.ifba.edu.br/conquista/napnee/paginas-links/orientacoes-para-interacao-com-deficientes-visuais-e-auditivos#wrapper. Acesso em: 23 nov. 2021.

GOOGLE CLOUD. **Princípios básicos da Speech-to-Text**. 2021. Disponível em: https://cloud.google.com/speech-to-text/docs/basics?hl=pt-br. Acesso em: 19 set. 2021.

KRAUSE, Djonathan. **Sistemas de Localização**: explorando a ips - beacons. 2018. 18 f. TCC - Curso de Bacharel em Ciência da Computação, Universidade Regional de Blumenau (Furb), Blumenau, 2018. Disponível em: http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2018\_2\_djonathan-rafael-krause\_monografia.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

MACIEL, A. O. **Aplicações**: Mapeamento móvel utilizando tecnologia lidar. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 5455–5462, 2011.

MACKEY, Andrew; SPACHOS, Petros. **Performance evaluation of beacons for indoor localization in smart buildings**. Ieee Global Conference On Signal And Information Processing (globalsip), Montreal, v. 1, n. 1, p.823-825, nov. 2017.

MAKSYMOVA, I.; STEGER, C.; DRUML, N. Review of LiDAR Sensor Data Acquisition and Compression for Automotive Applications. **Proceedings**,[S.L.], v. 2, n. 13, p. 852, 6 dez. 2018. MDPI AG. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/proceedings2130852. Acesso em: 18 dez. 2021.

MUHADI, N. A. et al. The Use of LiDAR-Derived DEM in Flood Applications: a review. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 12, n. 14, p. 2308, 18 jul. 2020. MDPI AG. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/rs12142308. Acesso em: 18 dez. 2021.

PAVAN, N. L.; SANTOS, D. R. **Um Método Automatico Para Registro De Dados Laser Scanning Terrestre Usando Superficies Planas**. BCG - Boletim de Ciencias Geodesicas, SciELO, v. 21, p. 572 – 589, 09 2015.

PESSOA, Leandro. **Introdução ao Bluetooth Smart (BLE)**. [S.I], 2016. Disponível em: https://www.embarcados.com.br/bluetooth-smart-ble. Acesso em: 18 dez. 2021.

PETIT, F. THE BEGINNINGS OF LIDAR –A TIME TRAVEL BACK IN HISTORY. **Blickfeld**, 2020. Disponível em: https://www.blickfeld.com/blog/the-beginnings-of-lidar/. Acesso em: 18 dez. 2021.

PIX FORCE. **O que e o LIDAR e como é utilizado?** Disponível em: https://pixforce.com.br/o-que-e-o-lidar-e-como-e-utilizado/. Acesso em: 18 set. 2021.

RADABAUGH, M. P. **NIDRR's Long Range Plan-Technology for access and function research section two**: NIDDR Research Agenda Chapter 5: Technology for access and function. [S.l.], 1993.

RECK, Marcelo S. **Beacons BLE – Bluetooth Low Energy – Design e análise de um sistema de localização indoor**. 2016. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Controle e Automação) -Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

ROCHA, Marcus Otávio. **FURB-Mobile**: sistema móvel multiplataforma para navegação em rotas internas. 2016. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Curso de Ciência da Computação. Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2016.

ROSSI, Túlio Xavier; FREITAS, Elias José de Rezende; REIS, Agnaldo José da Rocha. **Mapeamento Tridimensional de Ambientes Internos Utilizando um Sensor LIDAR**. 2019. 62 f. Monografia - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: https://monografias.ufop.br/handle/35400000/2439. Acesso em: 24 set. 2021.

SILVA, Carlos P. A. **Um software de reconhecimento de voz para português brasileiro**. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém.

SILVA, William Lopes da. **Black Glasses**: assistente para deficientes visuais via geolocalização. 2019. 20 f. Monografia - Curso de Bacharel em Ciência da Computação, Universidade Regional de Blumenau (Furb), Blumenau, 2019. Disponível em: http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2019\_2\_william-lopes-da-silva\_monografia.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

TEIXEIRA, Fabrício. **Tudo o que você precisa saber para começar a brincar com iBeacons**. [S.I], 2014. Disponível em: https://brasil.uxdesign.cc/tudo-o-que-você-precisasaber-para-começar-a-brincar-com-ibeacons-fdf5847e640b. Acesso em: 18 dez. 2021.

USAU, V. Core Facts about LiDAR You Should Know. **Emerline**, 2020. Disponível em: https://emerline.com/blog/core-facts-about-lidar-you-should-know. Acesso em: 18 dez. 2021.

WU, J. An automatic procedure for vehicle tracking with a roadside LiDAR sensor. **ITE Journal**, [S.L.], v. 88, n. 11, p. 32-37, nov.2018. Disponível em: https://www.westernite.org/awards/vanwagoner/2019%20-%20Van%20Wagoner.pdf. Acesso em: 18 dez. 2021.

XU, Lisheng; YANG, Feifei; JIANG, Yuqi. Variation of Received Signal Strength in Wireless Sensor Network. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER CONTROL**, Harbin. Anais... Harbin: IEEE, 2011. p. 1-1.