

APLICATIVO MÓVEL DE REALIDADE VIRTUAL PARA AUXILIAR PESSOAS CEGAS A TRANSITAREM EM **DIVERSOSP** AMBIENTES

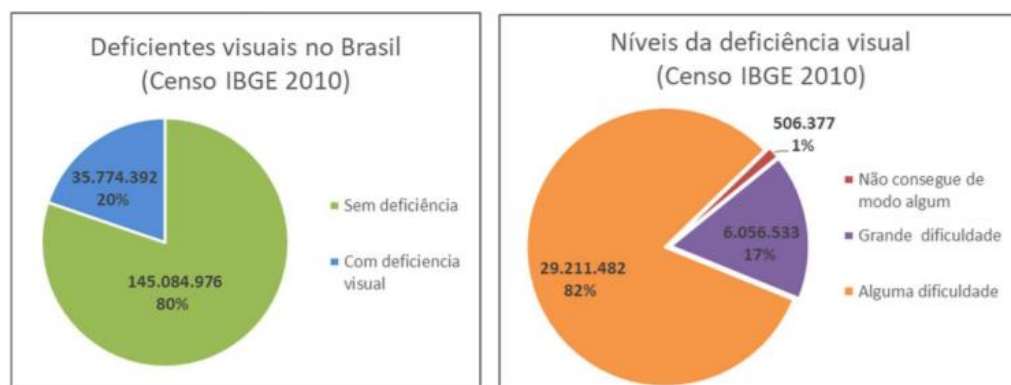
Guilherme Barth

Prof. **Dalton Reis** – Orientador

1 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 contêm 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. Os detalhes do censo sobre os deficientes visuais são exibidos na **figura 1**.

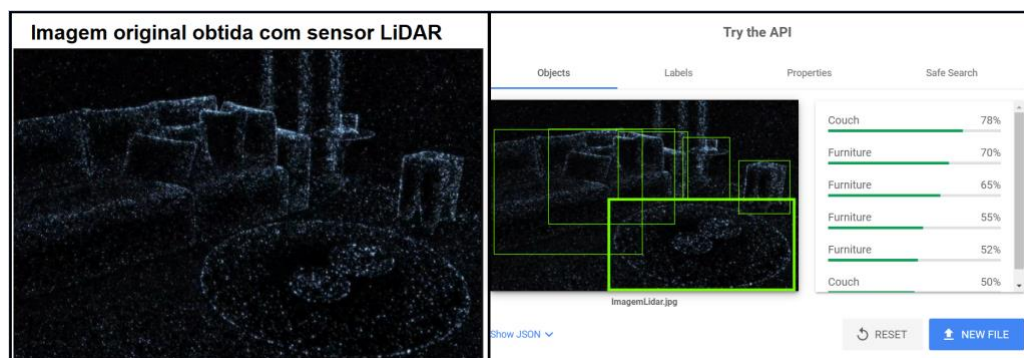
Figura 1 – Portadores de deficiência no Brasil



Fonte: Franco e Heinzle (2018)

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 e textos em braile. Dentro das tecnologias digitais presencia-se algumas que podem ser utilizadas com os atuais dispositivos móveis, tais como os recursos de localização como o *Global Position System* (GPS), uso de Beacons para o micro georreferenciamento e o próprio sensor *Light Detection and Ranging* (LiDAR). Segundo a Pix Force (2018), o LiDAR é um sensor óptico ativo que emite feixes de luz compreendidas na região do infravermelho do espectro eletromagnético e determina a distância baseado no tempo de reflexão do laser no objeto, porém não consegue realizar a identificação de objetos. Para isso **existem** *Application Programmig Interface* (API) que permitem **análise avançada de imagens**, tal como por exemplo a API Cloud Vision (FRANCO; HEINZLE, 2018). Segundo Franco e Heinzle (2018), o portal Cloud Vision, que está presente na plataforma Google Cloud, permite a análise de imagens e oferece modelos pré-treinados por meio de uma API. Em seu artigo, Hosseini (2017) reafirma que a API Cloud Vision retorna diversos dados de uma imagem, consegue detectar rótulos, objetos que estão na imagem, rostos, entre outros. Na Figura 2, é demonstrado um exemplo da funcionalidade dessa API de reconhecimento de imagem da plataforma Google Cloud.

Figura 2 – Teste prático da Google Cloud Vision



Fonte: Elaborado pelo autor.

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 (KRAUSE, 2018).

De acordo com Freitas (2018) a comunicação é essencial para a pessoa deficiente conseguir perceber a vossa presença e devidas intenções de ajuda e orientação. Visando a parte técnica, podemos realizar comandos vocais utilizando o *Text to Speech* (TTS), *Speech to Text* (STT) e *Automatic Speech Recognition* (ASR) (GOULART, 2016). Enquanto o áudio é processado, o texto resultado já é apresentado, podendo sofrer algumas perdas de qualidade em função de responder em tempo real (Google LLC, 2018). Diante dessa quantidade expressiva de pessoas com deficiência visual, este projeto apresenta um aplicativo móvel que a pessoa poderá interagir de forma vocal, seja para dar ou receber informações. Além disso, o aplicativo informará ao usuário, 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 Artificial (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 paredes e cômodos da casa, juntamente com a utilização do GPS para locais externos, para transitar do ponto A para o B com demasiada facilidade.

1.1 OBJETIVOS

Desenvolvimento de uma aplicação com realidade virtual para dispositivos móveis que possa auxiliar no deslocamento de pessoas com acuidade visual.

Os objetivos específicos são:

- a) analisar a precisão do sensor LiDAR dos dispositivos móveis, juntamente com uma API de reconhecimento de imagens para realizar a identificação de objetos;
- b) auxiliar a translocação de um ponto a outro utilizando a microlocalização com os Beacons e a macrolocalização com o GPS;

2 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 reconhecimento de objetos em imagens utilizando a API Cloud Vision (FRANCO; HEINZLE, 2018), o terceiro é sobre o mapeamento tridimensional utilizando o sensor LiDAR (ROSSI; FREITAS; REIS, 2019).

2.1 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS – BEACONS

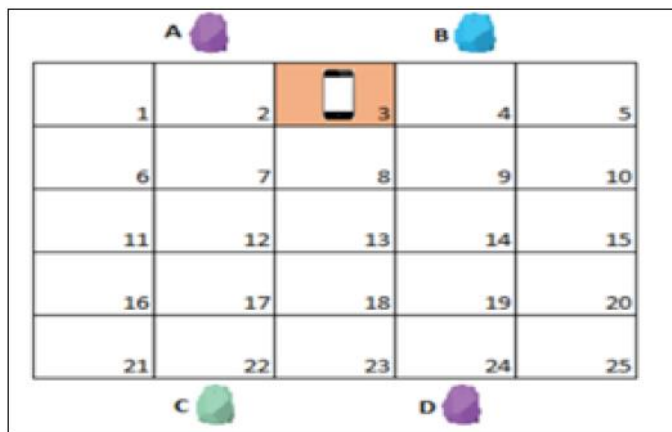
Segundo Krause (2018) o sistema de localização mais utilizado é o GPS. Segundo Mackey e SPACHOS (2017, p.823, tradução nossa) “O surgimento da internet das coisas (IoT), o crescimento dos edifícios e casas inteligentes gerou um aumento no desejo de serviços de localização interna”. Todavia, o GPS consome 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) são melhores aproveitadas 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 Fingerprint consiste 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 3** é ilustrado 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 3 - Divisão da sala utilizando a técnica de Fingerprint



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 Figura 4 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 4 - Ambiente com subáreas



Fonte: Rocha (2016).

Utilizando a técnica Fingerprint, Krause (2018) não obteve resultados satisfatórios em comparação 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. Contudo, 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.

2.2 APLICATIVO PARA RECONHECIMENTO DE OBJETOS EM IMAGENS DESTINADO A PESSOAS PORTADORAS DE DEFICIÊNCIA VISUAL

Em seu projeto, Franco e Heinzle (2018), portaram o objetivo de criar um aplicativo para instruir usuários, principalmente com deficiência visual, através da sintetização de voz contendo cada etapa do seu aplicativo de reconhecimento de objetos. Para essa finalidade, utilizou-se de diversas APIs, sendo elas API Cloud Vision, Cloud Platform mais especificamente o serviço Cloud Text-to-Speech, ambas APIs pertencentes à Google (Franco; Heinzle, 2018).

Segundo a Google (2022) é possível determinar a precisão da API de reconhecimento de imagens, tendo em vista que ela retorna quais objetos foram encontrados e a porcentagem de precisão que contém aquele determinado objeto, podendo ter mais de um objeto em uma imagem. Franco e Heinzle (2018) utilizaram de duas maneiras esse recurso, a primeira delas o usuário necessita abrir a câmera pelo aplicativo e então captura uma imagem desejada, já a segunda o utilizador pode anexar uma imagem de seu aparelho que ele deseja identificar. Após a imagem ser selecionada é necessário aguardar o processo de reconhecimento da aplicação da Google, com o resultado é encaminhado para a Cloud Text-to-Speech para executar a informação para o usuário (Franco; Heinzle, 2018).

De acordo com Franco e Heinzle (2018), os testes foram aplicados em duas pessoas sem deficiência visual com o objetivo de validar a utilização do aplicativo, porque não foi possível realizar a experiência com pessoas cegas, contudo os usuários foram instruídos a utilizar vendas para realizar o teste. A questão de usabilidade do aplicativo recebeu elogios: “As instruções por comando de voz orientam o usuário sobre a sua localização dentro do aplicativo e comunicam o que está ocorrendo ... O acionamento da câmera através do duplo clique também foi elogiado, pois facilita o acesso a função.” (Franco; Heinzle, 2018). Todavia, conforme Franco e Heinzle (2018), o aplicativo não está 100% adaptado para pessoas cegas, visto que há um botão específico de confirmação para efetuar a análise da imagem, sendo assim, inviável o acesso para o público-alvo.

Houve alguns impedimentos durante a realização de testes do reconhecimento de imagens que podem afetar negativamente na performance, como por exemplo em um caso de testes com uma maçã, em um primeiro cenário a maçã estava em uma distância de 80cm da câmera do celular e a API não reconheceu o objeto. No segundo cenário a maçã estava à 10cm de distância e então a aplicação conseguiu reconhecer o objeto. Além da distância, outros fatores podem impactar na performance da API, como a iluminação do ambiente e nitidez da imagem (Franco; Heinzle, 2018).

Apesar de alguns problemas de interação de tela, Franco e Heinzle (2018) obtiveram resultados satisfatórios, visando que 67% dos testes realizados foram considerados resultados relevantes e os usuários que utilizaram constataram que a aplicação possui usabilidade no cotidiano.

2.3 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 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 5](#) 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. Durante o 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 sucedidos, isso porque o Kalman auxilia na redução dos ruídos, gerando assim o mapa 3D semelhante ao ambiente de testes (ROSSI; FREITAS; REIS, 2019).

3 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.

3.1 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.

Tendo que os trabalhos 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 um smartphone **IOs** 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.

Este trabalho torna-se relevante por explorar uma tecnologia que, se muito bem-sucedida, pode auxiliar no deslocamento 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.

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

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos Características	Krause (2018)	Franco e Heinzle (2018)	Rossi, Freitas e Reis (2019)
Objetivo da predição	Localização do indivíduo em um ambiente	Reconhecimento de imagens	Mapear um terreno em 3D
Utiliza algoritmos de filtro?	Sim	Não	Sim
Principais filtros/recursos utilizados	Fingerprint Grafos	API Cloud Vision Cloud Speech-to-Text	Kalman
Forma de obtenção de dados	Sinal de Bluetooth	Reconhecimento de imagens	Laser
Pode auxiliar no cotidiano?	Sim	Sim	Não
Utiliza algum smartphone?	Sim	Sim	Não

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Requisitos Funcionais:

- O aplicativo deve ser desenvolvido utilizando apenas os recursos do smartphone da plataforma **IOS**;
- O aplicativo deve realizar a integração com o Google Maps em tempo real;
- O aplicativo deve permitir a utilização de APIs para o reconhecimento de voz (TTS, STT e ASR);
- O aplicativo poderá ser utilizado apenas por comando de voz para executar as funcionalidades;
- O aplicativo deve permitir o cadastro de novos Beacons conforme desejado;
- O aplicativo deve utilizar o sensor LiDAR para montar a imagem que está na frente do usuário;
- O aplicativo utilizará APIs para efetuar o reconhecimento de imagens;
- O aplicativo deverá informar quais obstáculos estão na sua frente;
- 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:

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

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido da observando as seguintes etapas:

- estudo de sensores, ferramentas e linguagem de programação: realizar estudos para entender como utilizar o sensor **LiDAR**, quais bibliotecas podem fazer a integração com o LiDAR para utilizar melhor os recursos. Verificar APIs de ASR, TTS e STT, como programar um Beacon para auxiliar na **microlocalização** e como efetivar a integração com o GPS do dispositivo móvel. **Estudar referente a linguagem de programação mais indicada para esse tipo de implementação.** **Pesquisar referente à API do Google Cloud Vision para a identificação de objetos;**
- selecionar os sensores, ferramentas e linguagem de programação: após a identificação dos possíveis recursos que podem ser utilizados, deve-se realizar um comparativo entre prós e contras e selecionar aqueles que agregam com o objetivo desse projeto;
- utilização do sensor LiDAR: utilizar a biblioteca selecionada anteriormente para efetuar a leitura das imagens que serão recebidas pelo sensor e encaminhar a imagem para o Google Cloud Vision para a identificação dos objetos na imagem;

- d) identificação da imagem recebida: após a imagem capturada com o sensor LiDAR, ela será encaminhada para uma API, como por exemplo Google Cloud Vision, para efetuar a identificação dos objetos da captura do ambiente. Com as informações da imagem recebidas da API, é encaminhado para a outra API de conversão de texto para voz para informar ao usuário qual objeto está situado na sua frente.
- e) integrar conversor de voz para texto: com a API selecionada, será analisado se os recursos da Google coincidem com o que é desejado, para que os textos das imagens sejam recebidos e informados em formato de áudio. O usuário comunicar-se-á inteiramente em formato vocal com o aplicativo, passando comandos vocais e com o auxílio do STT e TTS o aplicativo executará os comandos solicitados;
- f) 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, focando na parte da macrolocalização. O Google Maps, ou outra API do mesmo segmento, será responsável pela orientação até o destino;
- g) 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 através do STT.
- h) 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 inclui a distância, forma do objeto, localização do Beacon, entre outros;
- i) 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

etapas / quinzenas	2022									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
estudo de sensores, ferramentas e linguagem de programação										
selecionar os sensores, ferramentas e linguagem de programação										
utilização do sensor LIDAR										
identificação da imagem recebida										
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.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são descritos os assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado. A seção 4.1 aborda a origem e funcionalidade do sensor LiDAR. A seção 4.2 aborda sobre os Beacons.

4.1 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. Em contraproposta, eles possuem diversas semelhanças, sendo a principal a forma de obtenção de dados sendo por meio de uma nuvem de pontos e possuir as imagens quase 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).

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).

4.2 BEACONS

Com a criação e evolução do Bluetooth, as demandas e necessidades foram surgindo e resultando em novas versões dessa tecnologia (ALECRIM, 2017). Pode-se observar uma preocupação constante em suas evoluções, principalmente nas partes de 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 em baixo consumo de energia e focada em comunicação utilizando pouco tráfego de dados, chamada *Bluetooth Low Energy* (BLE) (ALECRIM, 2017). Esse versionamento 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 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).

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).

O funcionamento do Beacon se prevalece dessa forma por utilizar da tecnologia BLE e todos os dispositivos próximos recebem o sinal da mesma forma (CARNEIRO, 2016). De forma independente o Beacon não envia dados ao usuário e não recebe. 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 impactante positivamente é o alcance do sinal, pois conseguem facilmente alcançar os 50 metros de distância em um ambiente fechado. Além da implementação dos aplicativos ser demasiado simples, pois só necessitam da autorização do usuário para o acesso ao Bluetooth (BORGES, 2016). Por outro lado, de forma negativa em relação aos Beacons é sempre ter a necessidade de aplicativos pré-instalados para permitir a utilização dos recursos que um Beacon pode oferecer (BORGES, 2016).

Por fim, sempre é 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 a funcionalidade ligada.

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.

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.

FRANCO, Jean Carlos; HEINZLE, Roberto. **APLICATIVO PARA O RECONHECIMENTO DE OBJETOS EM IMAGENS UTILIZANDO A API CLOUD VISION DESTINADO A PESSOAS PORTADORAS DE DEFICIÊNCIA VISUAL**. 2018. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau (Furb), Blumenau, 2018. Disponível em: <http://dsc.inf.furb.br/tcc/index.php?cd=11&tcc=1961>. Acesso em: 27 mar. 2022.

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. **API do Cloud Vision**. Disponível em: https://cloud.google.com/vision?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=latam-BR-all-pt-dr-SKWS-all-all-trial-p-dr-1011454-LUAC0014876&utm_content=text-ad-none-any-DEV_c-CRE_547331812777-ADGP_Hybrid%20%7C%20SKWS%20-%20PHR%20%7C%20Tst%20-%20AI%20%26%20ML_Vision-AI-KWID_43700066537017458-kwd-392612556706&utm_term=KW_vision%20api-ST_Vision%20API&gclid=CICrw425gPcCFUfuHwod208MKA#section-3. Acesso em: 06 abr. 2022

GOOGLE LLC. **Cloud text-to-speech**. [S.I.], 2018. Disponível em: <https://cloud.google.com/textto-speech>. Acesso em 22 Mar. 2022.

GOULART, Gielez Feldhaus. **Aplicativo para auxiliar crianças autistas no desenvolvimento e aquisição da linguagem**. 2016. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2016.

HOSSEINI, Hossein; XIAO, Baicein; POOVENDRAN, Radha. Google's Cloud Vision API Is Not Robust To Noise. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING AND APPLICATIONS, 16, 2017, Cancun. **Proceedings...** Cancun: IEEE, 2017. p. 101-105

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.

MAKSYMOWA, 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 Superfícies 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 é 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: NIDRR Research Agenda Chapter 5: Technology for access and function**. [S.I.], 1993.

RECK, Marcelo S. **Bacons 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, 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-precisa-saber-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.

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): _____

Assinatura do(a) Orientador(a): _____

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): _____

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. JUSTIFICATIVA São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	4. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	6. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
	7. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?			
	8. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?			
	9. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?			
	As citações obedecem às normas da ABNT?			
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?			

PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos **4 (quatro)** itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos **4 (quatro)** itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	1. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	3. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	5. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	7. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos **5 (cinco)** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.