

Revisão do Projeto

Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso I – BCC

Caro orientando,

segue abaixo a tabela de cálculo da média das notas obtidas no Pré-Projeto e Projeto, as DUAS revisões do seu projeto contendo a avaliação do professor “avaliador” e professor “TCC1”. Lembro que os ajustes indicados nestas revisões não precisam ser feitos no projeto, mas sim quando levarem o conteúdo do projeto para o artigo (se for o caso). Este material contendo todo o histórico das revisões é encaminhado para o professor de TCC2.

Atenciosamente,

Nome	PreProjeto										Projeto										Média	Reprovação			
	TCC1					Avaliador					Banca			TCC1					Avaliador						
	A	P	N	Nota		A	P	N	Nota					A	P	N	Nota		A	P			N	Nota	
GuilhermeBarth	2	11	3	16	5,83	1	12	2	15	6,00	9,00	9,00	9,00	7	8	1	16	7,71	10	4	1	15	8,44	5,6	✓

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

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 (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 transitar 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, ela 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 braille. 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 emite 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



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 *Representational 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 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 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.

1.1 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:

- a) analisar a precisão do sensor LiDAR dos dispositivos móveis, juntamente com uma IA durante a identificação de objetos;
- b) auxiliar a microlocalização utilizando o Beacon 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 conversor de áudio para texto (SILVA, 2019), o terceiro é sobre o mapeamento tridimensional utilizando o sensor LiDAR (ROSSI; FREITAS; REIS, 2019).

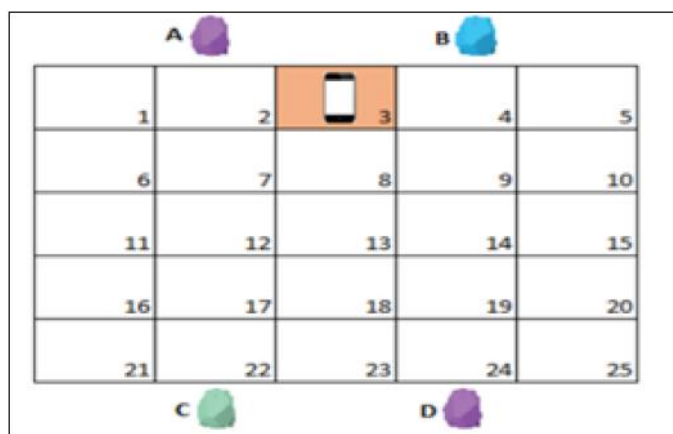
2.1 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS – BEACONS

Segundo Krause (2018) o sistema de localização mais utilizado é o GPS. Segundo Mackey (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) ~sao 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. 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



Fonte: Reck (2016).

Outra técnica utilizada por Krause (2018) foi uma abordagem utilizando grafos. Dessa forma, o ambiente foi 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



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.

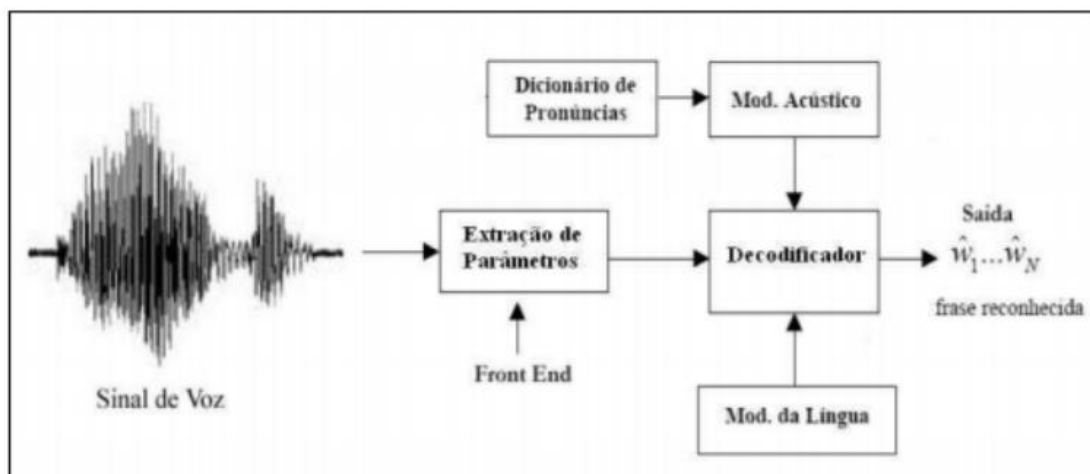
2.2 BLACK GLASSES – ASSISTENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS VIA GEOLOCALIZAÇÃO

Silva (2019) utilizou 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 seqüências 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



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.

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 está vinculada à área sensorial e tem como objetivo medir a distância entre o sensor e a superfície utilizando o *Light Amplification by Simulated Emission of Radiation* (LASER), quando 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 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.

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 1 - 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.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Requisitos Funcionais:

- O aplicativo deve ser desenvolvido utilizando apenas os recursos do iPhone;
- O aplicativo deve realizar a integração com o Google Maps em tempo real;
- O aplicativo deve permitir a utilização do Speech to Text utilizando os recursos do dispositivo móvel;
- O aplicativo poderá ser utilizado apenas utilizando o Speech to Text para executar as funcionalidades;
- O aplicativo deve permitir o cadastro de novos Beacons em seu banco de dados;
- 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;
- 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. Pesquisar sobre APIs do conversor de voz para texto, como utilizar os Beacons na programação 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 sobre a utilização de IAs para a identificação de objetos do mundo real e virtual com o sensor LiDAR;
- 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 os que mais agregam ao projeto que será desenvolvido;
- 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, caso exista um em sua frente;
- 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, como por exemplo, quando for esbarrar em algum objeto o aplicativo deve informar, ou quando for cadastrar um novo Beacon, deve ser efetuado totalmente de forma vocal, ou seja, todas as funcionalidades devem ser tomadas e recebidas em forma de áudio;

- e) 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;
- f) 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;
- g) 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;
- h) 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										
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

Nessa primeira seção é apresentada uma introdução ao tema principal a ser estudado: aplicativo de realidade virtual utilizando sensores para auxiliar no deslocamento. Dentre os que serão utilizados, o principal é o LiDAR que torna possível a identificação de objetos no mundo virtual. Assim, juntamente com uma IA, será analisado o objeto detectado e dependendo da superfície analisada, a IA orientará o usuário qual o melhor desvio ou orientação a ser feita, por exemplo, caso haja uma cadeira em seu caminho, o aplicativo deverá informar em formato de áudio ao usuário para dar dois passos para a direita e continuar em frente para realizar o desvio. Outro exemplo, quando há uma escadaria, o aplicativo deve informar que há uma escada se aproximando e que a pessoa deve tomar cuidado. Já em ambientes internos, como a casa da pessoa com acuidade visual, a intenção é adicionar um Beacon em cada cômodo e nas portas dos cômodos, assim como utilizado na Figura 3, criando assim, uma facilidade na hora de criar o grafo de Beacons. Cada vértice do grafo, possuirá uma lista de vizinhos o qual deverá desempenhar o papel de aresta, essas arestas serão desempenhadas como se fosse um “corredor” entre um cômodo e outro podendo gerar uma precisão melhor na microlocalização.

REFERÊNCIAS

- 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
- 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.
- 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.
- 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: NIDRR Research Agenda Chapter 5: Technology for access and function. [S.l.], 1993. Disponível em: . Acesso em: 15 de set. 2021.
- 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.
- 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.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO BCC – PROFESSOR AVALIADOR

Avaliador(a): Aurélio Faustino Hoppe

Atenção: 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.

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

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

(X) REPROVADO

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 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 (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 transitar 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 **emite feixes de luz compreendidas** na região do infravermelho do espectro eletromagnético, o seu comprimento de onda pode variar entre 0,7 μ m até 1000 μ m, 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



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 **Representational 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 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 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.

1.1 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:

- a) analisar a precisão do sensor LiDAR dos dispositivos móveis, juntamente com uma IA durante a identificação de objetos;
- b) auxiliar a microlocalização utilizando o Beacon 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 conversor de áudio para texto (SILVA, 2019), o terceiro é sobre o mapeamento tridimensional utilizando o sensor LiDAR (ROSSI; FREITAS; REIS, 2019).

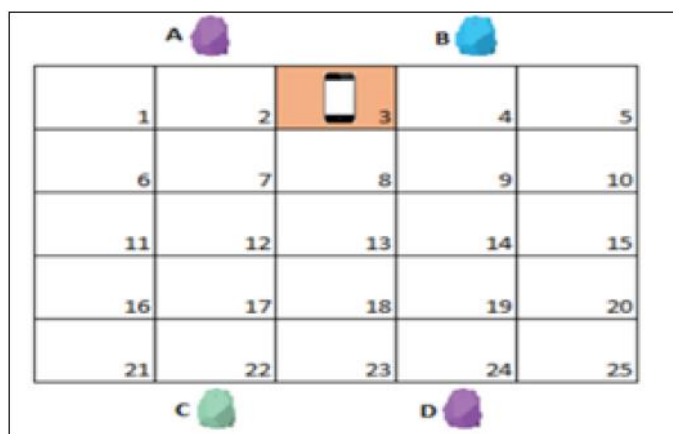
2.1 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS – BEACONS

Segundo Krause (2018) o sistema de localização mais utilizado é o GPS. Segundo Mackey (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 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 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



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



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.

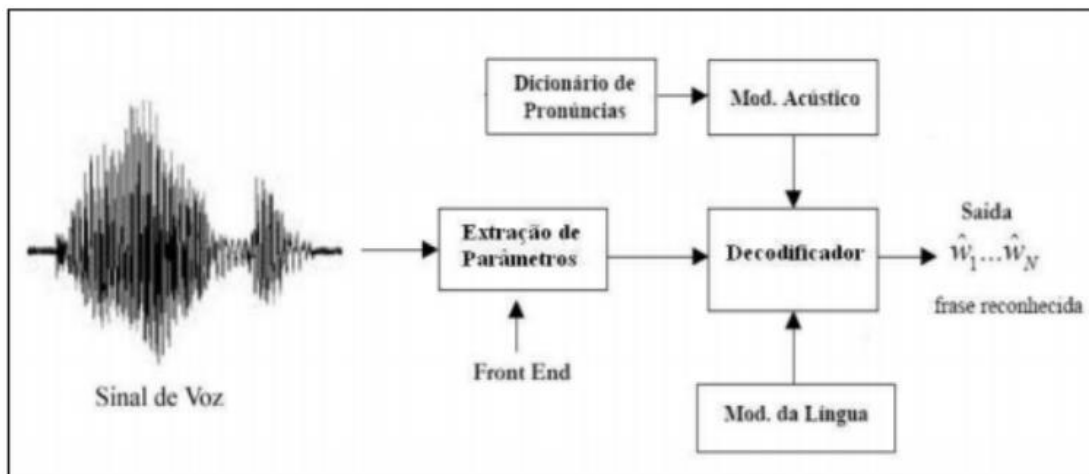
2.2 BLACK GLASSES – ASSISTENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS VIA GEOLOCALIZAÇÃO

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



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.

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 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 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.

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 2 - 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.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Requisitos Funcionais:

- O aplicativo deve ser desenvolvido utilizando apenas os recursos do iPhone;
- O aplicativo deve realizar a integração com o Google Maps em tempo real;
- O aplicativo deve permitir a utilização do Speech to Text utilizando os recursos do dispositivo móvel;
- O aplicativo poderá ser utilizado apenas utilizando o Speech to Text para executar as funcionalidades;
- O aplicativo deve permitir o cadastro de novos Beacons em seu banco de dados;
- 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;
- 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. Pesquisar sobre APIs do conversor de voz para texto, como utilizar os Beacons na programação 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 sobre a utilização de IAs para a identificação de objetos do mundo real e virtual com o sensor LiDAR;
- 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 os que mais agregam ao projeto que será desenvolvido;
- 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, caso exista um em sua frente;
- 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, como por exemplo, quando for esbarrar em algum objeto o aplicativo deve informar, ou quando for cadastrar um novo Beacon, deve ser efetuado totalmente de forma vocal, ou seja, todas as funcionalidades devem ser tomadas e recebidas em forma de áudio;

- e) 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;
- f) 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.
- g) 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;
- h) 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										
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

Nessa primeira seção é apresentada uma introdução ao tema principal a ser estudado: aplicativo de realidade virtual utilizando sensores para auxiliar no deslocamento. Dentre os que serão utilizados, o principal é o LiDAR que torna possível a identificação de objetos no mundo virtual. Assim, juntamente com uma IA, será analisado o objeto detectado e dependendo da superfície analisada, a IA orientará o usuário qual o melhor desvio ou orientação a ser feita, por exemplo, caso haja uma cadeira em seu caminho, o aplicativo deverá informar em formato de áudio ao usuário para dar dois passos para a direita e continuar em frente para realizar o desvio. Outro exemplo, quando há uma escadaria, o aplicativo deve informar que há uma escada se aproximando e que a pessoa deve tomar cuidado. Já em ambientes internos, como a casa da pessoa com acuidade visual, a intenção é adicionar um Beacon em cada cômodo e nas portas dos cômodos, assim como utilizado na Figura 3, criando assim, uma facilidade na hora de criar o grafo de Beacons. Cada vértice do grafo, possuirá uma lista de vizinhos o qual deverá desempenhar o papel de aresta, essas arestas serão desempenhadas como se fosse um “corredor” entre um cômodo e outro podendo gerar uma precisão melhor na microlocalização.

REFERÊNCIAS

- 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
- 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.
- 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.
- 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: NIDRR Research Agenda Chapter 5: Technology for access and function. [S.l.], 1993. Disponível em: . Acesso em: 15 de set. 2021.
- 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.
- 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.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO BCC – PROFESSOR TCC I

Avaliador(a): Maurício Capobianco Lopes

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

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

(x) REPROVADO

Revisão do Pré-projeto

Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso I – BCC

Caro orientando,

segue abaixo o Termo de Compromisso, as DUAS revisões do seu pré-projeto contendo a avaliação do professor “avaliador” e professor “TCC1”, junto com as avaliações da defesa na banca de qualificação. É muito importante que revise com cuidado e discuta possíveis dúvidas decorrente das revisões com o seu professor orientador, e com o professor de TCC1. Sempre procure fazer todos os ajustes solicitados, até mesmo o menores detalhes, pois todos são importantes e irão refletir na sua nota nesta disciplina.

Mas, caso o professor orientador julgue que algumas anotações das revisões não devam ser feitas, ou mesmo que sejam feitas de forma diferente a solicitada pelo revisor, anexe ao final do seu projeto a ficha “Projeto: Observações – Professor Orientador” disponível no material da disciplina, e justifique o motivo.

Lembrem que agora o limite de páginas do projeto é no máximo 12 (doze) páginas. E que a seção de “Revisão Bibliográfica” deve ser complementada.

Atenciosamente,

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
(X) PRÉ-PROJETO	() 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

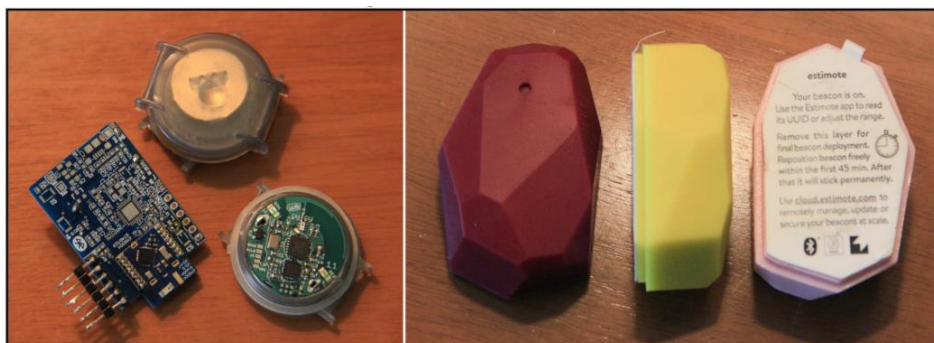
1 INTRODUÇÃO

De acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, 18,6% da população da brasileira possui alguma deficiência visual. Desse total, 506 mil pessoas não conseguem enxergar 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, pois o terreno é 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. De acordo com alguém.... Uma forma de melhorar o deslocamento dessas pessoas é com o uso de tecnologias, entre essas tecnologias existem as bengalas, textos em braile. Dentro das tecnologias digitais se presencia algumas que se podem ser usadas com os atuais dispositivos móveis, pois eles já contam com 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 emite 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 sinais para dispositivos compatíveis. O BLE é uma rede wireless para transmissão em pequenas distâncias, até um metro, com um valor específico que foi configurado. O Beacon pode ser utilizado em sistemas Indoor Positioning System (IPS), por exemplo em uma sala comercial onde é possível orientar e quantificar as pessoas que acessam determinados cômodos e com o os valores dos Beacons mais visitados é possível reestruturar a loja para uma melhoria na disposição dos produtos.

Figura 1: Diferentes tipos de Beacons



Fonte: Krause (2018).

Para alguém, outra tecnologia que pode ser utilizada para a orientação no deslocamento é a comunicação de voz para texto e texto para voz, conhecida como 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 maneira: (i) reconhecimento síncrono, (ii) maneira assíncrona e (iii) forma de *streaming*. A forma de reconhecimento síncrona é utilizando REST e gRPC é enviado o áudio inteiro com os dados, é efetuado o reconhecimento 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 API correspondente e é iniciado 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. E, 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. Para que assim, a pessoa com a deficiência visual possa interagir sem a necessidade de uma interface.

Diante dos conceitos acima apresentados se propõe fazer um aplicativo que possa utilizar a tecnologia presente nos dispositivos móveis com o uso de LiDAR, Beacons e exercer os retornos em forma de áudio utilizando o Text to Speech.

1.1 OBJETIVOS

Desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis que possa auxiliar as pessoas cegas.

Os objetivos específicos são:

- a) analisar a precisão do sensor LiDAR dos dispositivos móveis;
- b) exercer a microlocalização com o uso de Beacons;
- c) realizar interação com a interface apenas com áudio.

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 Beacons (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).

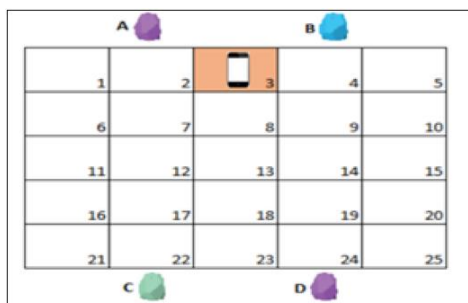
2.1 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS – BEACONS

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) são mais bem aproveitados 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 a 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 alguém... Variando a complexidade do ambiente, pode 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 deve ser comparado com os dados do banco de dados, assim podendo determinar 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 resgatadas na primeira etapa.

Figura 2: Divisão da sala Fingerprint



Fonte: Reck (2016).

Outra técnica utilizada por Krause (2018) foi uma abordagem utilizando grafos. Dessa forma, o ambiente foi 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 o autor, 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 3 mostra 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



Fonte: Rocha (2016).

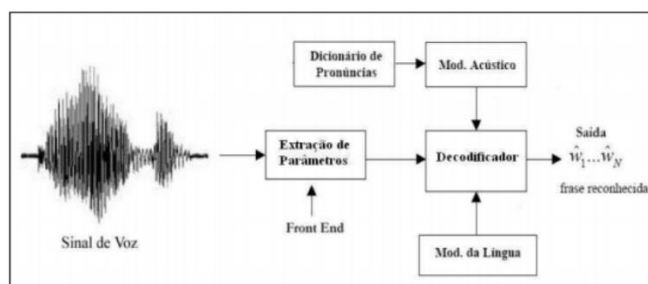
Utilizando a técnica Fingerprint, Krause (2018) não obteve resultados satisfatórios, porque o resultado da operação era bem diferente da distância real. Segundo o autor, o principal empecilho para calcular com precisão a distância é a falta de confiabilidade e acuracidade das distâncias calculadas entre 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.

2.2 BLACK GLASSES – ASSISTENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS VIA GEOLOCALIZAÇÃO

Silva (2019) tinha como objetivo utilizar 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. 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, temos o 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



Fonte: Silva (2010).

De acordo com Silva (2019), os seus resultados com o dispositivo móvel não foram satisfatórios, porque o seu dispositivo detectava muito ruído externo e som ambiente, assim impactando na precisão do reconhecimento de fala e não executando uma função conforme o esperado.

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. Já na literatura pode se observar que o emprego de sensores como o LiDAR vem crescendo para o registro de nuvem de pontos, e como consequência, sendo utilizado para reconstrução e mapeamento de ambientes (PAVAN; SANTOS, 2015).

Segundo Maciel (2011), a tecnologia LiDAR pertencendo à área sensorial, que tem como objetivo medir a distância entre o sensor e a superfície por meio de 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.

Figura 5: Sensor LiDAR modelo YDLIDARX4



Fonte: Rossi, Freitas e Reis (2019).

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.

Com o auxílio do filtro de Kalman para reduzir o ruído dos sensores, o resultado do trabalho foi bem-sucedido e que tanto a nuvem de pontos quanto o mapa gerado apresentaram grandes semelhanças com o ambiente testado (ROSSI; FREITAS; REIS, 2019).

3 PROPOSTA

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

3.1 JUSTIFICATIVA

Como mencionado por Krause (2018) em seu trabalho correlato, os beacons necessitam estar pré-cadastrados em algum local, em função disso é utilizado um banco de dados para guardar essas configurações de ID e sinal do beacon equivalente.

Todos os 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 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, e assim tendo um mapeamento 3D.

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. Neste trabalho propõe-se a utilização de um dispositivo móvel moderno, como o iPhone 12 PRO MAX, que contém o sistema de localização GPS, **possui** o sensor LIDAR, **possui** microfone para os comandos de voz e **possui** Bluetooth 5.1 para a localização mais precisa de beacons. Além de **possuir** uma integração com o 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 os cômodos de uma casa por exemplo. Desse modo, acredita-se ser possível propor um aplicativo que abranja todas as especificações citadas nos requisitos em um dispositivo móvel juntamente com um beacon externo.

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, esse artigo deverá trazer contribuições para o estudo da área de acessibilidade, com foco em pessoas cegas, para melhorar a sua qualidade de deslocamento.

Quadro 3 - Comparativo dos trabalhos correlatos

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

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Requisitos Funcionais:

- O aplicativo deve ser desenvolvido utilizando os sensores do dispositivo móvel;
- O aplicativo deve realizar a integração com o Google Maps em tempo real;
- O aplicativo deve permitir a utilização do Speech to Text;
- O aplicativo deve permitir o cadastro de novos beacons em seu banco de dados;
- O aplicativo deve utilizar o sensor LiDAR;
- O aplicativo deve informar que há um objeto próximo, em sua direção, para evitar a colisão;
- O aplicativo deve localizar e informar o caminho para chegar aos cômodos da casa, utilizando os Beacons.

Requisitos Não Funcionais:

- O aplicativo possuirá uma interface para verificar se as informações são coerentes;
- O aplicativo possuirá um banco de dados 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, como implementar o conversor de voz para texto, como utilizar os beacons na programação e como efetivar a integração com o GPS do dispositivo móvel. Estudar referente a linguagem de programação chamada Swift;
- implementação do sensor LIDAR: realizar integração com o sensor, efetuar a leitura dos dados recebidos e conseguir identificar um objeto, caso exista um em sua frente;
- implementar conversor de voz para texto: realizar implementação para que todos os comandos sejam recebidos e enviados em forma de áudio, como por exemplo, quando for esbarrar em algum objeto o

- aplicativo deve informar, ou quando for cadastrar um novo beacon, deve ser efetuado totalmente de forma vocal, ou seja, todas as funcionalidades devem ser tomadas e recebidas em forma de áudio;
- d) implementar integração com o GPS: utilizar o sistema de GPS já existente dos dispositivos móveis, além disso o aplicativo deve permitir traçar rotas por comandos de voz;
 - e) cadastro e localização de Beacons: permitir cadastrar, alterar, excluir e localizar beacons;
 - f) implementar uma interface: realizar uma interface que informe os dados que estão sendo recebidos pelos sensores;
 - g) 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 no Quadro .

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										
implementação do sensor LiDAR										
implementar conversor de voz para texto										
implementar integração com o GPS										
cadastro e localização de Beacons										
implementar uma interface										
realizar testes e analisar precisão										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nessa **primeira seção** é apresentada uma introdução ao tema principal a ser estudado: aplicativo de **realidade virtual** utilizando sensores para auxiliar no deslocamento.

Para efetuar o mapeamento tridimensional de um ambiente, aconselha-se a utilização de sensores, como o LiDAR por exemplo. Assim se propicia a realizar diferentes algoritmos, para a identificação de um objeto que esteja atrapalhando a navegação (ROSSI;FREITAS;REIS, 2019).

Além de informar ao usuário quando há um desvio a ser efetuado utilizando o LiDAR, se proporciona questioná-lo ou informá-lo de qual cômodo ele deve seguir. Segundo Krause (2018), se consegue identificar qual o cômodo mais próximo, mesmo sendo necessário instalar um beacon em cada cômodo, como se a casa fosse um grafo e os beacons são os vértices.

Como Silva (2010), explica em seu trabalho, um sistema de reconhecimento de voz é composto por vários blocos. Dentre eles há o *front-end* responsável pela extração dos parâmetros, conhecidos como *features*, do sinal de voz. O Modelo Acústico (MA), que busca modelar, a partir das *features*. O sinal acústico por meio de modelos matemáticos. O Modelo de Linguagem (ML), responsável pela organização das palavras a serem reconhecidas. Por fim, o decodificador, que juntamente com os itens anteriores, realiza a transcrição do sinal de voz e compreende o que foi falado.

REFERÊNCIAS

- 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
- 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 (Doutorado) - 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, 2011. p. 5455–5462, 2011. Citado na página 16.
- MACKEY, Andrew; SPACHOS, Petros. **Performance evaluation of beacons for indoor localization in smart buildings**. 2017 IEEE Global Conference On Signal And Information Processing (globalsip), Montreal, v. 1, n. 1, p.823-825, nov. 2017. IEEE.

PAVAN, N. L.; SANTOS, D. R. d. **Um Método Automático Para Registro De Dados Laser Scanning Terrestre Usando Superfícies Planas**. BCG - Boletim de Ciências Geodésicas, 2015. scielo, v. 21, p. 572 – 589, 09 2015. ISSN 1982-2170. Citado na página 16.

PIX FORCE. **O que é o LIDAR e como é utilizado?** 2018. 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.l.], 1993. Disponível em: . Acesso em: 15 de set. 2021.

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 (Engenheiro 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 (Especialização) - 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 (Especialização) - 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-lobes-da-silva_monografia.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

XU, Lisheng; YANG, Feifei; JIANG, Yuqi. Variation of Received Signal Strength in Wireless Sensor Network. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER CONTROL**, 3., 2011, Harbin. Anais... Harbin: IEEE, 2011. p. 1-1.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Avaliador(a): **Aurélio Faustino Hoppe**

Atenção: 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.

ASPECTOS AVALIADOS ¹		Atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?		X	
	O problema está claramente formulado?		X	
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?		X	
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			X
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?		X	
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?		X	
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?		X	
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?		X	
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			X
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?		X	
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?		X	
	7. 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?		X	
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?	X		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?		X	
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?		X	

ATA DA DEFESA: BANCA DO PRÉ-PROJETO

Venho, por meio deste, manifestar minha avaliação sobre a **apresentação** do Pré-Projeto de TCC

realizado pelo(a) acadêmico(a), Guilherme Barth no **SEGUNDO SEMESTRE DE 2021**, com o título ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL PARA AUXILIAR AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL A TRANSITAREM EM LUGARES ABERTO E FECHADOS, sob orientação do prof(a). Dalton Solano dos Reis.

A referida apresentação obteve a seguinte nota:

Componente da Banca	Nota (de 0 a 10)
Professor(a) Avaliador(a): Aurélio Faustino Hoppe	9,0

ATENÇÃO. A nota acima se refere somente a apresentação do pré-projeto e vai ser repassada para o aluno (orientando). Favor preencher os campos acima e enviar por e-mail ao professor de TCC1 (dalton@furb.br). Não passar o arquivo com as anotações da revisão já enviado ao professor de TCC1 para o orientando e nem para o professor orientador. Após o professor de TCC1 receber esta ata preenchida, o professor de TCC1 vai disponibilizar para o orientando/orientador os arquivos com as revisões. Caso julgue necessário fazer mais alguma consideração relacionada ao pré-projeto ou a defesa, favor usar o espaço abaixo.

Observações da apresentação:

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

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

Guilherme Barth

Prof. Dalton Reis – Orientador

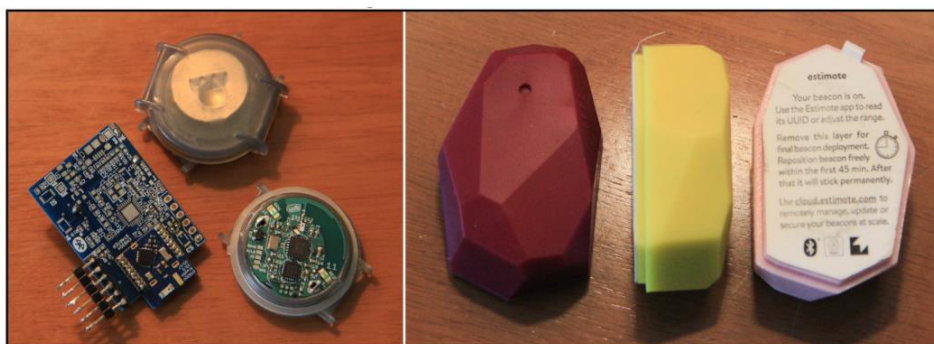
1 INTRODUÇÃO

De acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, 18,6% da população da brasileira possui alguma deficiência visual. Desse total, 506 mil pessoas não conseguem enxergar e outras 6 milhões de pessoas (3,2%) contêm severas dificuldades para enxergar. Segundo uma pesquisa de campo efetuada na Folha de Pernambuco por Barbosa (2019), a maior dificuldade dos pedestres cegos ou com alguma acuidade visual é transitar 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, entre essas tecnologias existem as bengalas, textos em braile. Dentro das tecnologias digitais se presencia algumas que **se podem** ser usadas com os atuais dispositivos móveis, pois eles já contam com recursos de localização de Global Position System (GPS), uso de Beacons e o próprio sensor LiDAR. O Light Detection and Ranging, também conhecido como LiDAR, segundo a Pix Force (2018), é um sensor óptico ativo que emite 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 muito bem explorado em um sistema 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 o os** valores dos Beacons mais visitados é possível reestruturar a loja para uma melhoria na disposição dos produtos.

Figura 1: Diferentes tipos de Beacons



Fonte: Krause (2018).

Uma outra tecnologia que pode ser utilizada para a orientação no deslocamento é a comunicação de voz para texto e texto para voz, conhecida como 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 maneira**, a primeira de reconhecimento síncrono, a segunda de maneira assíncrona e a terceira de forma de **streaming**. A forma de reconhecimento síncrona **é utilizando REST e gRPC é enviado** o áudio inteiro com os **dados, é efetuado** o reconhecimento 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 API correspondente e é iniciado 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. E 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. Para que assim, a pessoa com a deficiência visual possa interagir sem a necessidade de uma interface.

Diante dos conceitos acima apresentados se propõe fazer um aplicativo que possa utilizar a tecnologia presente nos dispositivos móveis com o uso de LiDAR, Beacons e exercer os retornos em forma de áudio utilizando o Text to Speech.

1.1 OBJETIVOS

Desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis que possa auxiliar as pessoas cegas.

Os objetivos específicos são:

- analisar a precisão do sensor LiDAR dos dispositivos móveis;
- exercer a microlocalização com o uso de Beacons;
- realizar interação com a interface apenas com áudio.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Nessa seção 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).

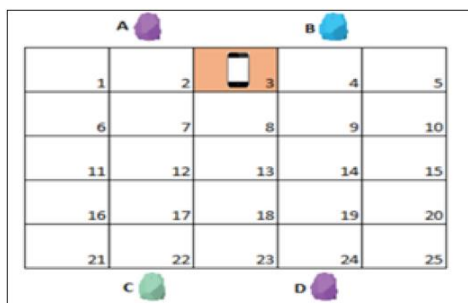
2.1 SISTEMAS DE LOCALIZAÇÃO: EXPLORANDO A IPS – BEACONS

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) são mais bem aproveitados em ambientes internos, principalmente para realizar a identificação dos cômodos. Com o uso desse sistema se pode 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. Variando a complexidade do ambiente, pode 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 deve ser comparado com os dados do banco de dados, assim podendo determinar 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 resgatas na primeira etapa.

Figura 2: Divisão da sala 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. É possível identificar se um beacon está próximo ou distante pela intensidade do sinal, dessa forma é plausível determinar o vértice mais próximo do grafo e assim transitar pelo ambiente. A Figura 3 mostra 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



Fonte: Rocha (2016).

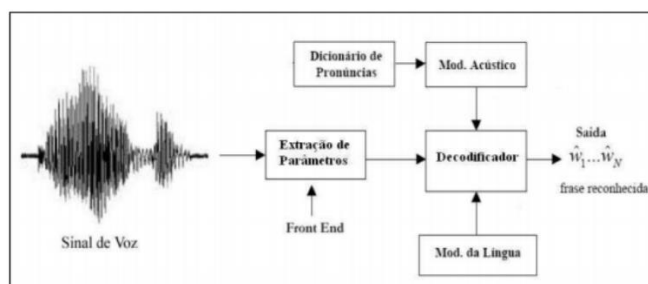
Utilizando a técnica Fingerprint, Krause (2018) não obteve resultados satisfatórios, porque o resultado da operação era bem diferente da distância real. Como demonstrado no seu trabalho, o principal empecilho para calcular com precisão a distância é a falta de confiabilidade e acuracidade das distâncias calculadas entre o beacons e o dispositivo receptor. Além desse fator culminante, temos 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 BLACK GLASSES – ASSISTENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS VIA GEOLOCALIZAÇÃO

Silva (2019) tinha como objetivo utilizar 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. Como explicado por Silva (2010), o sistema de reconhecimento de voz é composto por vários blocos conforme ilustrado na Figura 4. Desses sendo, o front-end que é 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, temos o 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



Fonte: Silva (2010).

De acordo com Silva (2019), os seus resultados com o dispositivo móvel não foram satisfatórios, porque o seu dispositivo detectava muito ruído externo e som ambiente, assim impactando na precisão do reconhecimento de fala e não executando uma função conforme o esperado.

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. Já na literatura pode se observar que o emprego de sensores como o LiDAR vem crescendo para

o registro de nuvem de pontos, e como consequência, sendo utilizado para reconstrução e mapeamento de ambientes (PAVAN; SANTOS, 2015).

Segundo Maciel (2011), a tecnologia LiDAR pertencendo à área sensorial, que tem como objetivo medir a distância entre o sensor e a superfície por meio de 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.

Figura 5: Sensor LiDAR modelo YDLIDARX4



Fonte: Rossi, Freitas e Reis (2019).

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.

Com o auxílio do filtro de Kalman para reduzir o ruído dos sensores, o resultado do trabalho foi bem-sucedido e que tanto a nuvem de pontos quanto o mapa gerado apresentaram grandes semelhanças com o ambiente testado (ROSSI;FREITAS;REIS, 2019).

3 PROPOSTA

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

3.1 JUSTIFICATIVA

Como mencionado por Krause (2018) em seu trabalho correlato, os beacons necessitam estar pré-cadastrados em algum local, em função disso é utilizado um banco de dados para guardar essas configurações de ID e sinal do beacon equivalente.

Todos os correlatos contam com algoritmos específicos para cada situação. No caso de Krause (2018) é utilizado o algoritmo Fingerprint para localizar um dispositivo em uma subárea. No algoritmo de Silva (2019) é efetuado um comparativo do áudio com a frequência que aquela palavra é falada. E, por sua vez, Rossi, Freitas e Reis (2019) utilizam o algoritmo de Kalman para reduzir o ruído 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, e assim tendo um mapeamento 3D.

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. Contudo neste trabalho está sendo proposto a utilização de um dispositivo móvel moderno, como o iPhone 12 PRO MAX, que contém o sistema de localização GPS, possui o

sensor LIDAR, possui microfone para os comandos de voz e possui Bluetooth 5.1 para a localização mais precisa de beacons. Além de possuir uma integração com o 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 os cômodos de uma casa por exemplo. Desse modo, acreditasse ser possível propor um aplicativo que abranja todas as especificações citadas nos requisitos em um dispositivo móvel juntamente com um beacon externo.

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, esse artigo deverá trazer contribuições para o estudo da área de acessibilidade, com foco em pessoas cegas, para melhorar a sua qualidade de deslocamento.

Quadro 4 - Comparativo dos trabalhos correlatos

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

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Requisitos Funcionais:

- O aplicativo deve ser desenvolvido utilizando os sensores do dispositivo móvel;
- O aplicativo deve realizar a integração com o Google Maps em tempo real;
- O aplicativo deve permitir a utilização do Speech to Text;
- O aplicativo deve permitir o cadastro de novos beacons em seu banco de dados;
- O aplicativo deve utilizar o sensor LiDAR;
- O aplicativo deve informar que há um objeto próximo, em sua direção, para evitar a colisão;
- O aplicativo deve localizar e informar o caminho para chegar aos cômodos da casa, utilizando os Beacons.

Requisitos Não Funcionais:

- O aplicativo possuirá uma interface para verificar se as informações são coerentes;
- O aplicativo possuirá um banco de dados 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, como implementar o conversor de voz para texto, como utilizar os beacons na programação e como efetivar a integração com o GPS do dispositivo móvel. Estudar referente a linguagem de programação chamada Swift;
- implementação do sensor LIDAR: realizar integração com o sensor, efetuar a leitura dos dados recebidos e conseguir identificar um objeto, caso exista um em sua frente;
- implementar conversor de voz para texto: realizar implementação para que todos os comandos sejam recebidos e enviados em forma de áudio, como por exemplo, quando for esbarrar em algum objeto o aplicativo deve informar, ou quando for cadastrar um novo beacon, deve ser efetuado totalmente de forma vocal, ou seja, todas as funcionalidades devem ser tomadas e recebidas em forma de áudio;
- implementar integração com o GPS: utilizar o sistema de GPS já existente dos dispositivos móveis, além disso o aplicativo deve permitir traçar rotas por comandos de voz;
- cadastro e localização de Beacons: permitir cadastrar, alterar, excluir e localizar beacons;

- f) implementar uma interface: realizar uma interface que informe os dados que estão sendo recebidos pelos sensores;
- g) 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 no Quadro .

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										
implementação do sensor LiDAR										
implementar conversor de voz para texto										
implementar integração com o GPS										
cadastro e localização de Beacons										
implementar uma interface										
realizar testes e analisar precisão										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nessa primeira seção é apresentada uma introdução ao tema principal a ser estudado: aplicativo de realidade virtual utilizando sensores para auxiliar no deslocamento.

Para efetuar o mapeamento tridimensional de um ambiente, **aconselhasse** a utilização de sensores, como o LiDAR por exemplo. Assim se propicia a realizar diferentes **algoritmos, para** a identificação de um objeto que esteja atrapalhando a navegação (**ROSSI;FREITAS;REIS**, 2019).

Além de informar ao usuário quando há um desvio a ser efetuado utilizando o LiDAR, se proporciona questioná-lo ou informá-lo de qual cômodo ele deve seguir. Segundo Krause (2018), se consegue identificar qual o cômodo mais próximo, mesmo sendo necessário instalar um beacon em cada cômodo, como se a casa fosse um grafo e os beacons são os vértices.

Como Silva (2010) explica em seu trabalho, um sistema de reconhecimento de voz é composto por vários blocos. Dentre eles há o *front-end* responsável pela extração dos parâmetros, conhecidos como *features*, do sinal de voz. O Modelo Acústico (MA), que busca modelar, a partir das *features*. O sinal acústico por meio de modelos matemáticos. O Modelo de Linguagem (ML), responsável pela organização das palavras a serem reconhecidas. Por fim, o decodificador, que juntamente com os itens anteriores, realiza a transcrição do sinal de voz e compreende o que foi falado.

REFERÊNCIAS

- 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
- 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 (Doutorado) - 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, 2011. p. 5455-5462, 2011. Citado na página 16.
- MACKEY, Andrew; SPACHOS, Petros. **Performance evaluation of beacons for indoor localization in smart buildings**. 2017 Ieee Global Conference On Signal And Information Processing (globalsip), Montreal, v. 1, n. 1, p.823-825, nov. 2017. IEEE.
- PAVAN, N. L.; SANTOS, D. R. d. **Um Método Automatico Para Registro De Dados Laser Scanning Terrestre Usando Superfícies Planas**. BCG - Boletim de Ciencias Geodesicas, 2015. sciELO, v. 21, p. 572 – 589, 09 2015. ISSN 1982-2170. Citado na página 16.
- PIX FORCE. **O que é o LIDAR e como é utilizado?** 2018. 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.l.], 1993. Disponível em: . Acesso em: 15 de set. 2021.

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 (Engenheiro 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 (Especialização) - 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 (Especialização) - 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-lobes-da-silva_monografia.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

XU, Lisheng; YANG, Feifei; JIANG, Yuqi. Variation of Received Signal Strength in Wireless Sensor Network. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER CONTROL**, 3., 2011, Harbin. Anais... Harbin: IEEE, 2011. p. 1-1.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO BCC – PROFESSOR TCC I

Avaliador(a): **Maurício Capobianco Lopes**

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

ATA DA DEFESA: BANCA DO PRÉ-PROJETO

Venho, por meio deste, manifestar minha avaliação sobre a **apresentação** do Pré-Projeto de TCC realizado pelo(a) acadêmico(a), Guilherme Barth no **SEGUNDO SEMESTRE DE 2021**, com o título ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL PARA AUXILIAR AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL A TRANSITAREM EM LUGARES ABERTO E FECHADOS.

A referida apresentação obteve a seguinte nota:

Componente da Banca	Nota (de 0 a 10)
Professor(a) Orientador(a): Dalton Solano dos Reis	9,0

A apresentação aconteceu em 28/10/2021 na sala de reunião virtual do MS-Teams, tendo início às 22:02 hs e foi encerrada às 22:49 hs.

ATENÇÃO. A nota acima se refere somente a apresentação do pré-projeto e vai ser repassada para o aluno (orientando). Favor preencher os campos acima e enviar por e-mail ao professor de TCC1 (dalton@furb.br). Lembro que os arquivos com as anotações das revisões do professor de TCC1 e Avaliador serão enviados para o orientando e professor orientador após o professor de TCC1 receber esta ata preenchida. Caso julgue necessário fazer mais alguma consideração relacionada ao pré-projeto ou a defesa, favor usar o espaço abaixo.

Observações da apresentação: