

Detector de Obstáculos para Deficientes Visuais

Autores: Fabio Geraldo de Lima, Felipe Inagaki Lopes, Iglésias Santos Nascimento, Robson de Alencar

Orientador: Dr. Paulo Cesar da Silva Emanuel

Resumo: A acessibilidade é um dos meios necessários para diminuir as barreiras sociais, as quais dificultam a vida das pessoas com deficiência. É através da acessibilidade que os indivíduos se inserem na sociedade em suas diversas áreas, como educação, trabalho, lazer, etc. O objetivo deste trabalho é reduzir tais barreiras, através do desenvolvimento de um dispositivo de Tecnologia Assistiva, que auxilie deficientes visuais em situações que não seja possível o uso de acessórios convencionais. O uso da bengala, por exemplo, torna-se inviável em ambientes com alto fluxo de pessoas, como no transporte público, aeroportos, etc. O projeto foi desenvolvido junto a um deficiente visual que forneceu comentários essenciais para o protótipo. Esta visão será materializada através de um produto final. Os resultados comprovam a eficácia do sistema mediante a testes práticos no dia a dia de um deficiente visual. Conclui-se que, o projeto se mostrou viável e acessível para uma possível comercialização.

Palavras-chave: Acessibilidade. Tecnologia assistiva. Mobilidade.

Obstacle Detector for the Visually Impaired

Abstract: Accessibility is one of the means necessary to reduce social barriers, which make life difficult for people with disabilities. It is through accessibility that individuals are inserted in society in its several areas, such as education, work, leisure, etc. The goal of this work is to reduce such barriers, through the development of an Assistive Technology device, which helps the visually impaired in situations where the use of conventional accessories is not possible. The use of the walking cane, for example, becomes impractical in environments with a high flow of people, such as public transportation, airports, etc. The project was developed together with a visually impaired person who provided essential comments for the prototype. This vision will be materialized through a final product. The results prove the effectiveness of the system through practical tests in the daily life of a visually impaired person. We conclude that the project proved to be viable and accessible for a possible commercialization.

Keywords: Accessibility. Assistive technology. Mobility.

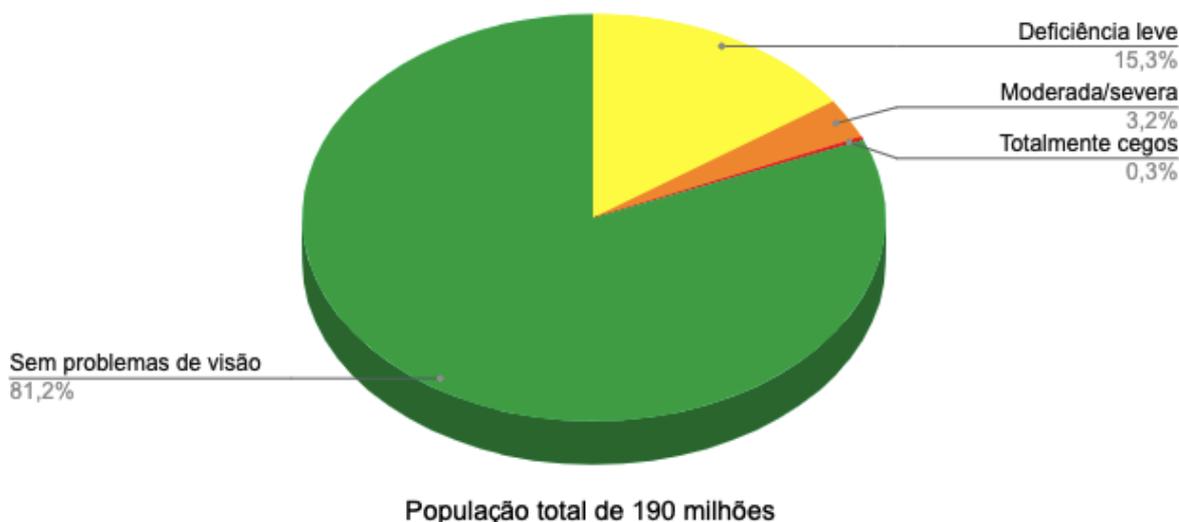
1. Introdução

De acordo com a Classificação Internacional de Doenças CID-10 (2006), a função visual é dividida em quatro níveis: visão normal, deficiência visual moderada e grave (baixa visão) e cegueira (parcial e total). A baixa visão, ou visão subnormal, caracteriza-se pela privação parcial da função visual dos olhos mesmo após tratamento ou com o uso de instrumentos corretivos (GIL, 2000). Pessoas com baixa visão conseguem ler textos impressos ampliados ou com uso de recursos ópticos especiais. A cegueira parcial, por sua vez, reúne indivíduos com vários graus de visão residual. Ela não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas sim, prejuízo dessa aptidão que interfere no exercício de tarefas da vida diária (CONDE, 2012). Já a cegueira total, ou amaurose, caracteriza-se pela ausência total da visão (na qual não há percepção luminosa) ou baixa capacidade de enxergar (na qual percebe-se vultos ou direção da luz) (CONDE, 2012).

No Brasil, de acordo com o último Censo Demográfico, realizado em 2010, 6 milhões de pessoas possuem deficiência visual moderada ou severa e mais de 500 mil são totalmente cegas (IBGE, 2010). No mundo estes números somam 295 milhões de pessoas com deficiências moderadas ou severas e 43 milhões de pessoas cegas (ORBIS, 2021).

O Gráfico 1, ilustra a proporção de pessoas com deficiência visual no Brasil.

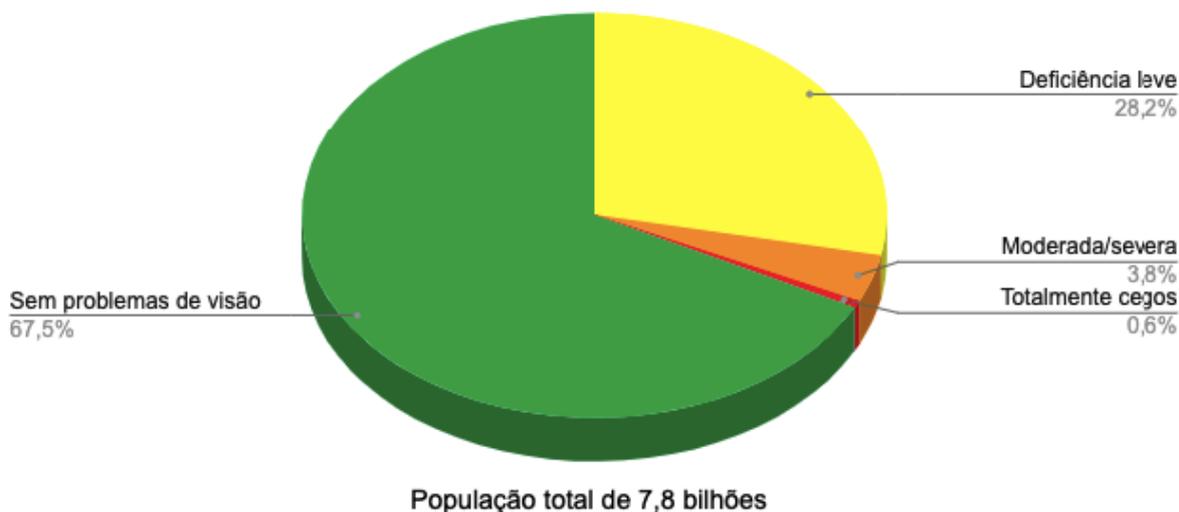
Gráfico 1: Pessoas com deficiência visual no Brasil



Fonte: IBGE (2010)

Da mesma forma, o Gráfico 2, representa esses dados no mundo.

Gráfico 2: Pessoas com deficiência visual no mundo



Fonte: ORBIS (2021)

É possível definir acessibilidade como a adoção de um conjunto de medidas capazes de eliminar todas as barreiras sociais - não apenas físicas, mas também de informação, serviços, transporte, entre outras - de modo a assegurar às pessoas com deficiência o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, às condições necessárias para a plena e independente fruição de suas potencialidades e do convívio social (BARCELLOS, 2012). GOFFREDO (1999), enfatiza que a Inclusão, numa sociedade de excluídos, passa a ser palavra-chave para se alcançar a verdadeira democracia. A cidadania se estabelece pela igualdade dos direitos e deveres, e pela oportunidade de poder exercê-los plenamente, embora esse movimento seja muito mais amplo, norteando, também, todas as ações que emanam dos direitos sociais, políticos e civis.

Kassar (2011) analisa a política de educação especial no Brasil e evidencia que as grandes barreiras na aprendizagem não existem porque as pessoas possuem deficiência, mas

decorrem das expectativas sociais em relação às suas potencialidades e das relações estabelecidas entre os sujeitos e deles com os recursos tecnológicos para atender às suas necessidades. Assim, na falta de uma política que garanta a utilização dos recursos para dar conta dessas necessidades corporais ou intelectuais, alguns sujeitos tornam-se inaptos para o agir democrático, ressaltando-se cada vez mais os mecanismos sociais de discriminação e exclusão. Outra importante reflexão sobre esse ponto gira em torno de que:

“[...]fala-se mais e mais de inclusão, sem pensar que não se trata de incluir, trata-se sim de conhecer as diversas possibilidades para o desenvolvimento humano e de estar aberta a elas numa relação dialógica genuína” (PRESTES, 2010, p191).

Tecnologia Assistiva, é um termo ainda novo, utilizado para identificar uma grande quantidade de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão (BERSCH & TONOLLI, 2006).

A bengala longa é um dos meios mais comuns, de Tecnologia Assistiva, designado aos deficientes visuais, no entanto seu uso se torna inviável em ambientes com alto fluxo de pessoas, como por exemplo no transporte público, seja em um ônibus ou metrô. Tendo em vista as informações coletadas, o objetivo deste trabalho é desenvolver um produto que contribua com a qualidade de vida de pessoas com deficiência visual ou baixa visão.

Muitas tecnologias assistivas, necessárias à inclusão social de pessoas cegas, ainda têm custos elevados, o que dificulta seu acesso ao usuário comum. Muitas vezes, faltam produtos nacionais de qualidade e, quando existem, são protótipos vinculados a projetos de pesquisa que sofrem pela falta de recursos. Muitas dessas tecnologias são ainda desconhecidas por aqueles que poderiam delas se beneficiar e, em diversos casos, carecem da participação ativa das pessoas com deficiência (NUNES, et al., 2014).

Para assegurar a eficiência, o projeto será desenvolvido juntamente a um deficiente visual, que fará o uso do produto afim de avaliar sua eficiência, facilidade de uso, conforto e segurança. Ao final, ele irá fornecer os comentários, experiência de utilização, e a satisfação com suas Tecnologias Assistivas de uso. Ademais, será calculado o valor final do produto para validar a viabilidade comercial.

1.1 Justificativa

A motivação deste projeto é utilizar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso para projetar um dispositivo capaz de ajudar pessoas com deficiência, em outras palavras, desenvolver e aplicar soluções tecnológicas que possam contribuir no processo do desenvolvimento humano.

1.2 Objetivos (Geral e específicos)

- Desenvolver junto a um deficiente visual uma solução, através de um dispositivo de Tecnologia Assistiva, para auxiliar na mobilidade urbana, como por exemplo, em transportes públicos, onde não é possível utilizar meios tradicionais, como uma bengala;
- O dispositivo deve ser usado como um acessório e deve ser projetado pensando na ergonomia e segurança do usuário;
- Avaliar a satisfação do usuário com suas Tecnologias Assistivas de uso;
- Aplicar conhecimentos adquiridos ao longo do curso, relatando as etapas do projeto, resultados, assim como possíveis melhorias.

2. Revisão Bibliográfica

O foco desta revisão foi buscar a integração com artigos acadêmicos já publicados que desenvolveram soluções para deficientes visuais, apresentando teorias relacionadas à acessibilidade.

A visão é uma grande aliada na atividade de locomoção. Long et al. (2016) afirmam que para se mover com sucesso, o indivíduo depende de sinais visuais e pontos de referência. Logo, a informação visual é fundamental para o processamento espacial e a sua ausência tem impacto direto no desenvolvimento das habilidades de locomoção (CUTURI et al., 2016). Ver obstáculos como árvores derrubadas ou terrenos desnivelados permite evitar o perigo e planejar uma rota alternativa (LONG et al., 2016). As pessoas com deficiência visual enfrentam desafios diários na execução de atividades simples como a leitura de um livro, prática de atividades físicas, educação e, sobretudo, mobilidade. A ausência da visão tem impacto direto no padrão da marcha e, para obter uma navegação eficiente, a pessoa com deficiência visual necessita de um recurso de Tecnologia Assistiva. O dispositivo mais comum é a bengala que, embora possibilite a orientação e locomoção de seus usuários, possui baixo alcance e não detecta obstáculos aéreos como galhos de árvores, lixeiras suspensas e cabines telefônicas, colocando seus usuários em risco e não prevenindo a ocorrência de acidentes (SANTOS, 2019).

Além da bengala convencional, existem outros dispositivos desenvolvidos para melhorar as habilidades de orientação e locomoção em pessoas com deficiência visual e que visam satisfazer às limitações da bengala tradicional. Dentre eles, destacam-se as bengalas eletrônicas, que utilizam tecnologias como sensores ultrassônicos, sonares, sinais de rádio, infravermelho e sistema de posicionamento global (GPS) (SANTOS et al., 2010; ELMANNAI; ELLEITHY, 2017). Estes dispositivos realizam um escaneamento do ambiente em busca de obstáculos e se comunicam com o usuário através de informação tátil ou sonora. Embora Adebisi et al. (2017) afirmarem que tais dispositivos datam de cerca de cinco décadas, seu uso ainda não se difundiu para a vasta maioria. Os autores explicam que as maiores críticas aos dispositivos eletrônicos se relacionam ao fato de o usuário ficar sobrecarregado por informações, pois ao mesmo tempo que recebe estímulos do ambiente, é necessário compreender os feedbacks do dispositivo. Além disso, tais equipamentos demandam treinamento extensivo e possuem custo elevado (LONG et al., 2016).

Todavia, de forma geral, a evolução tecnológica caminha na direção de tornar a vida mais fácil. Sem nos apercebermos utilizamos constantemente ferramentas que foram especialmente desenvolvidas para favorecer e simplificar as atividades do nosso cotidiano, talheres, canetas, computadores, controle remoto, relógio, são alguns exemplos, dentro de uma interminável lista de recursos, já assimilados à nossa rotina e que facilitam nosso desempenho em funções pretendidas (BERSCH, 2017). Como tecnologias que estão se destacando como tendências nos últimos anos podemos citar as tecnologias vestíveis e os aplicativos móveis. As tecnologias vestíveis (wearable technologies), de funcionamento similar ao das bengalas eletrônicas, possibilitam ao usuário caminhar com liberdade, com as mãos livres permitindo, assim, uma marcha mais normal (GAO et al., 2015; ADEBIYI et al., 2017; ELMANNAI; ELLEITHY, 2017). Os aplicativos móveis são considerados promissores como Tecnologia Assistiva para indivíduos com deficiência visual pelo seu tamanho, custo e capacidades de feedback (Long et al., 2016). Long et al. (2016) acreditam que com o uso desta tecnologia, o nível de atividade física de indivíduos com deficiência visual pode aumentar significativamente. Além disso, Gao et al. (2015) destacam que trabalhos futuros deverão focar na integralização de wearables com aplicativos de smartphone para realizar navegações tanto local quanto global.

2.1 Bengala Eletrônica

O produto já existente no mercado que embasou o desenvolvimento do presente estudo foi a bengala eletrônica. Algumas delas são designadas para detectar obstáculos sobre a linha da cintura, no entanto, além do custo elevado, sua utilização de forma satisfatória requer treinamentos e adaptação. Por outro lado, um dispositivo independente e de baixo custo dá ao usuário flexibilidade para usar o acessório da forma que melhor lhe trazer resultados.

Em seu estudo, onde realizou uma comparação entre a bengala tradicional, exibida na Figura 1, e a bengala eletrônica, Santos (2019) discute que os resultados sugerem que a bengala eletrônica demonstrou vantagem sobre a bengala tradicional pela sua capacidade de detectar obstáculos acima da linha da cintura, podendo contribuir com uma mobilidade mais segura. Mas, com relação ao parâmetro velocidade, a bengala eletrônica apresentou desempenho significativamente menor que a tradicional. E conclui que os sinais emitidos pela bengala eletrônica podem ter sobrecarregado os participantes de informação e, conseqüentemente, reduzido suas velocidades.

Figura 1 – Bengala tradicional



Fonte: SANTOS (2019)

A Figura 2, mostra a bengala eletrônica utilizada no estudo, que foi disponibilizada pelas universidades UDESC e UNIVALI.

Figura 2 – Bengala eletrônica



Fonte: SANTOS (2019)

A Figura 3, mostra os detalhes construtivos da bengala eletrônica.

Figura 3 – Detalhes da manopla da bengala eletrônica



Fonte: SANTOS (2019)

2.2 Tecnologias assistivas e a pessoa cega

O objetivo da tecnologia assistiva é melhorar a qualidade de vida da pessoa com deficiência e devolver-lhe suas capacidades funcionais. As tecnologias assistivas propiciam aos seus usuários inclusão social porque lhes permitem mobilidade e acesso aos ambientes ocupados pelos demais. As pessoas cegas, como quaisquer outras com deficiência, enfrentam limitações não em seus próprios corpos, mas nas barreiras existentes em ambientes inacessíveis e na ausência de tecnologias próprias que promovam a acessibilidade e igualdade. O desenvolvimento tecnológico é um grande aliado dessas pessoas em sua inclusão, autonomia e desenvolvimento (NUNES, et al., 2014).

RADABAUGH (1993) descreve precisamente que, para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis.

NUNES, et al. (2014) realizou uma pesquisa qualitativa intitulada “As tecnologias assistivas utilizadas por pessoas cegas em seu cotidiano” e constatou a importância dessas tecnologias, ao ponto de já terem se tornado indispensáveis em muitos casos. Entretanto, os preços para aquisição de muitos dos equipamentos ou softwares que poderiam ajudar a inclusão das pessoas cegas ainda têm preços elevados. Em muitos casos, os preços sequer chegam a ser divulgados.

Em contrapartida, muitos projetos que vêm sendo levados a cabo por estudantes da área tecnológica têm mostrado que existe a possibilidade de viabilizar propostas úteis a custos bem menores do que os dos produtos importados, muitas vezes, inclusive, com melhor qualidade para atender a realidade brasileira de forma mais adequada (NUNES, et al. 2014).

3. Materiais e Métodos (ou Metodologia se corresponde)

Para atingir o objetivo proposto, foi necessário dividir o projeto em: Definição do escopo, Montagem do protótipo e Análise de viabilidade comercial.

Para obter as informações necessárias, foi realizada uma pesquisa em campo do tipo exploratória durante os meses de março até maio de 2022, juntamente com um deficiente visual para que fosse coletado o feedback de uso.

— Definição do Escopo;

- Definir o problema, os objetivos e os benefícios;
- Identificar partes interessadas e o público-alvo;
- Definir os recursos, fronteiras e restrições;
- Montagem do protótipo;
- Esboço;
- Montagem do protótipo utilizando simulador;
- Montagem do circuito eletrônico;
- Montagem prática;
- Feedback;
- Viabilidade comercial;
- Cálculo do valor final do produto.

3.1 Gestão do projeto

Gerir um projeto, de forma eficiente, diante todas as atividades operacionais envolvidas não é uma tarefa fácil, gerenciamento do cronograma, recursos, produção de relatórios, acompanhamento dos custos, são tarefas que requerem habilidades técnicas, de gestão e liderança. Desta forma, definir claramente o processo e as tarefas é o primeiro passo a ser cumprido antes do início de um projeto.

Keeling e Branco (2017), definem em poucas palavras, que projeto é um esforço temporário empreendido em criar um produto, serviço, ou resultado único. Isso implica um prazo limitado, uma data estipulada para a conclusão e um resultado diferente daquele produzido ao longo da rotina operacional.

Por vezes o desenvolvimento de produto é conduzido de forma orgânica, sem a devida atenção às diversas áreas que envolvem um projeto, o que gera perda de eficiência, atrasos, eleva os custos e em muitos casos inviabiliza o produto e reduz oportunidades. A Figura 4 ilustra alguns dos principais tópicos que devem ser geridos para um desenvolvimento de um produto eficiente.

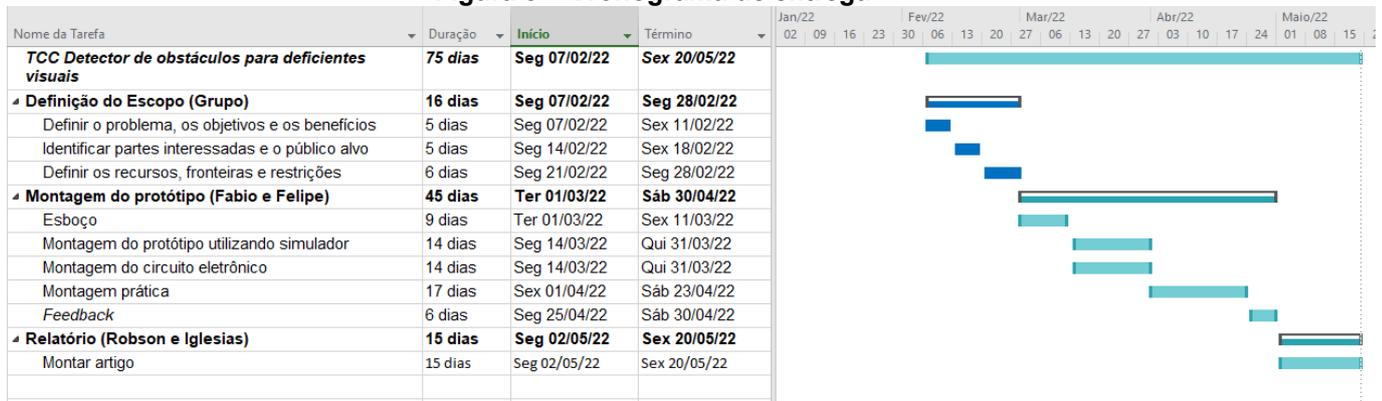
Figura 4 – Gestão de desenvolvimento de produto



Fonte: Aatoria própria (2022)

De acordo com Barcaui et al. (2013), definir as atividades que farão parte do cronograma é o primeiro processo de gerenciamento do tempo, e, portanto, a porta de entrada no gerenciamento de projetos. Incorporando esta temática, para controle das entregas do projeto, foi elaborado o cronograma apresentado na Figura 5:

Figura 5 – Cronograma de entrega



Fonte: Autoria própria (2022)

Seguindo a metodologia escolhida para desenvolver este projeto, temos que a primeira etapa se refere à definição do escopo e resumo de funcionamento (Figura 6).

- Definição do problema: Em locais de alta circulação de pessoas, como por exemplo, o transporte público, o uso da bengala se torna inviável.
- Público-alvo ou partes interessadas: deficientes visuais que utilizam de transporte público.
- Recursos: Time multidisciplinar composto por Estudantes de Engenharia, analistas, e coordenadores de manutenção.
- Restrições: Ergonomia e segurança dos usuários.

Figura 6 – Resumo de funcionamento do dispositivo



Fonte: Autoria própria (2022)

3.2 Desenvolvimento do produto

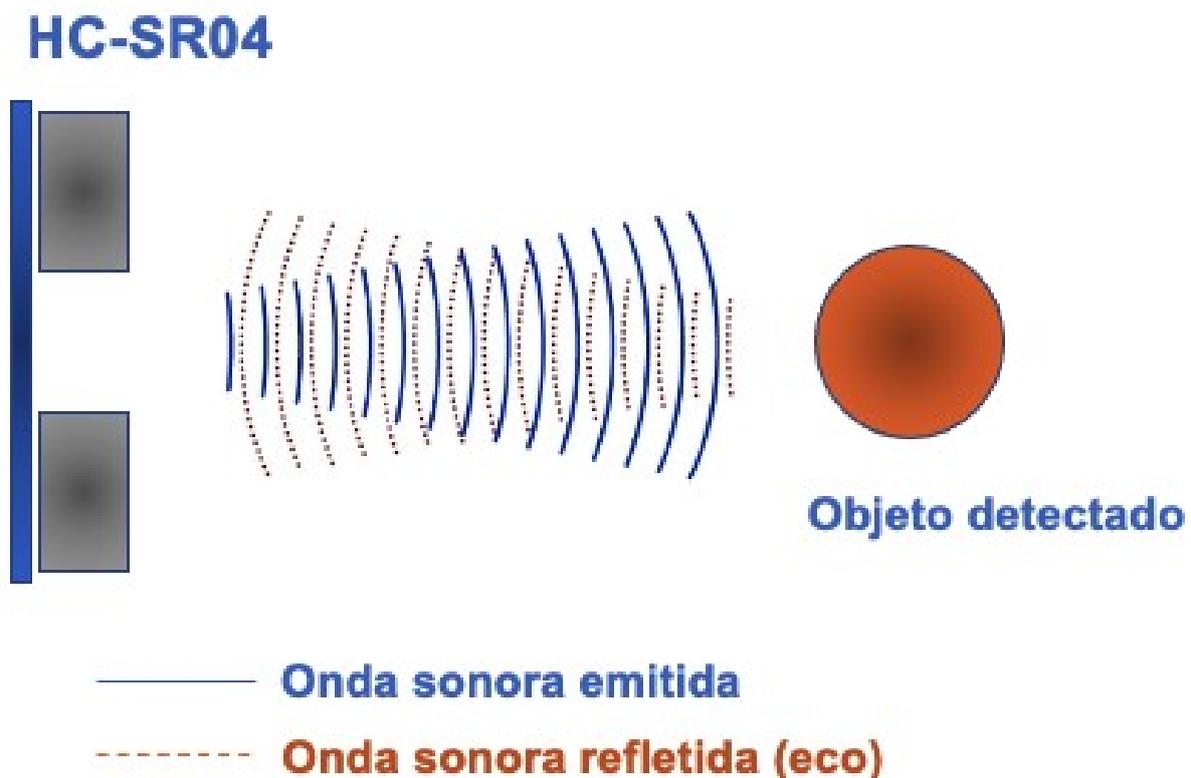
É estimado que haja mais de 160.000 tipos de materiais no mundo, e a partir desse número de materiais disponíveis, as necessidades específicas para cada projeto fazem do processo de seleção de materiais um grande desafio. Assim, a escolha correta de um material pode evitar falhas e superdimensionamentos que impactariam negativamente nos custos de produção, segurança do usuário, qualidade do produto, entre outros (GONÇALVES, 2020).

3.2.1 Projeto eletrônico

Na etapa de Identificação dos obstáculos, foi definido a utilização de um sensor ultrassônico, tomando de exemplo os sensores de ré que existem nos automóveis. Considerando o ângulo e a distância de funcionamento, foi escolhido o sensor ultrassônico HC-SR04 (Figura 7).

Semelhante ao sonar dos morcegos, o sistema do sensor ultrassônico tem como princípio de funcionamento a emissão de uma onda sonora de alta frequência. O objeto a ser detectado (que é capaz de refletir essa onda) resulta em um eco, que é convertido em sinais elétricos. A detecção desse eco depende da intensidade e da distância entre o objeto e o sensor. É a partir disso que se sabe se o objeto está dentro dos parâmetros estabelecidos, ou mesmo se está no local para o sensor identificá-lo. Além disso, o sensor ultrassônico apresenta uma detecção confiável e sem contato, independente da textura, cor ou formato do objeto a ser identificado, o que inclui itens transparentes. A presença de névoa, poeira ou sujeira também não influencia no resultado da detecção (BALLUFF, 2018).

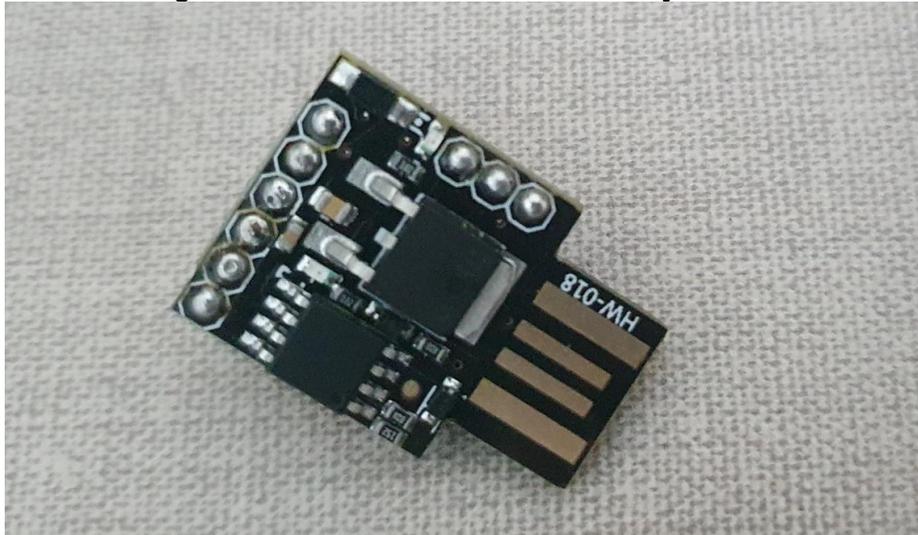
Figura 7 – Funcionamento de um sensor ultrassônico



Fonte: Autoria própria (2022)

Considerando que o produto final deverá ser compacto, para o processamento será utilizado um microcontrolador Atmel ATtiny85-20PU (Figura 8), que é um microcontrolador AVR de 8 bits, de tamanho reduzido (possui aproximadamente 9mm de altura por 8mm de largura) e baixo consumo de energia, que pode ser programado pela IDE do Arduino.

Figura 8 – Microcontrolador Atmel ATtiny85-20PU



Fonte: Autoria própria (2022)

Na etapa de sinalização ao usuário, inicialmente tentamos utilizar sinais sonoros para informar a aproximação do usuário, porém esta solução se mostrou inviável por depender que o usuário escute o som, possibilitar que ocorra conflito com outros sons do ambiente, além de sobrecarregar o usuário com informações. Portanto, a opção escolhida foi utilizar um motor de vibração, análogo ao sistema utilizado em celulares.

O motor de vibração é um dispositivo que possui um elemento de massa no eixo de rotação, este elemento é colocado de forma que o seu centro de massa não coincida com o eixo de rotação o que provoca a desproporcionalidade de forças e consequentemente a vibração no dispositivo.

O aviso será proporcional à distância do usuário em relação ao obstáculo, ou seja, quanto mais perto, mais rápido serão os intervalos de acionamento do motor. Este acionamento foi escolhido devido a limitação de controle da intensidade de vibração, além de que, poderia depender da sensibilidade do usuário. O motor escolhido, exibido na Figura 9, foi retirado de um controle de vídeo game usado.

Figura 9 – Motor de vibração sendo retirado de um controle de vídeo game usado



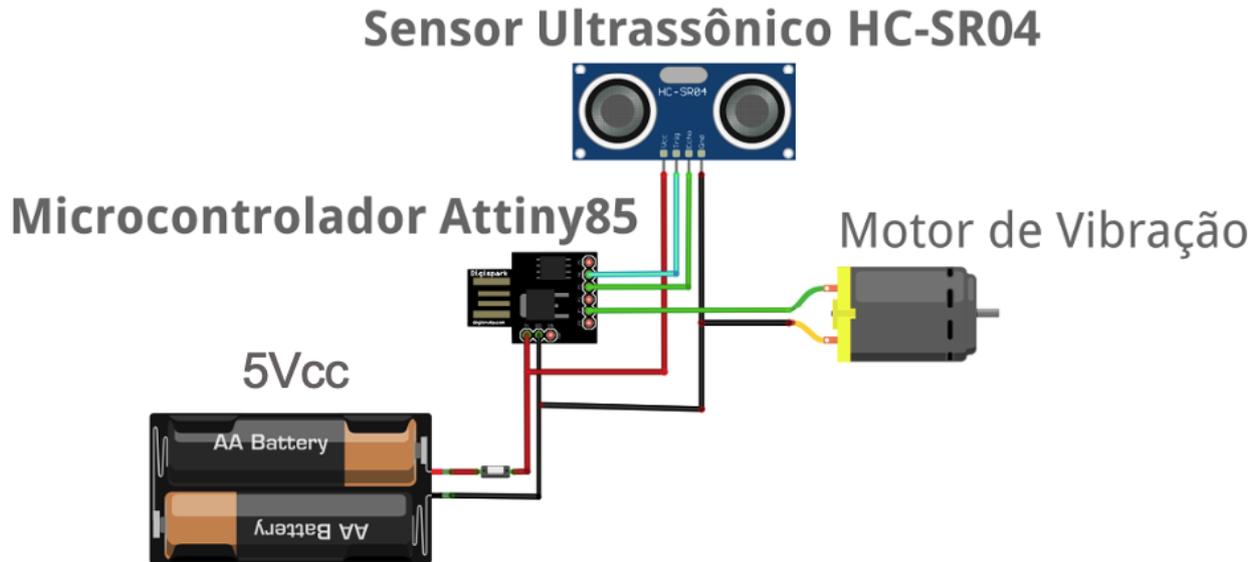
Fonte: Autoria própria (2022)

Para a alimentação do sistema foram analisadas duas opções de bateria, sendo a primeira opção uma bateria embutida e a segunda, uma bateria externa, do tipo Power Bank.

Reforçando o objetivo de manter o dispositivo minimalista optamos pela segunda opção, que ainda pôde proporcionar maior flexibilidade ao usuário, permitindo que ele conecte mais de um dispositivo à uma única bateria, obtenha rápida substituição e não seja forçado a interromper o uso do dispositivo durante a recarga do dispositivo.

Uma vez definido os componentes do circuito (hardware), foi possível realizar um teste para validar o funcionamento da lógica, antes de iniciar-se a construção do protótipo. Na Figura 10, é representado o circuito eletrônico utilizado.

Figura 10 – Circuito eletrônico

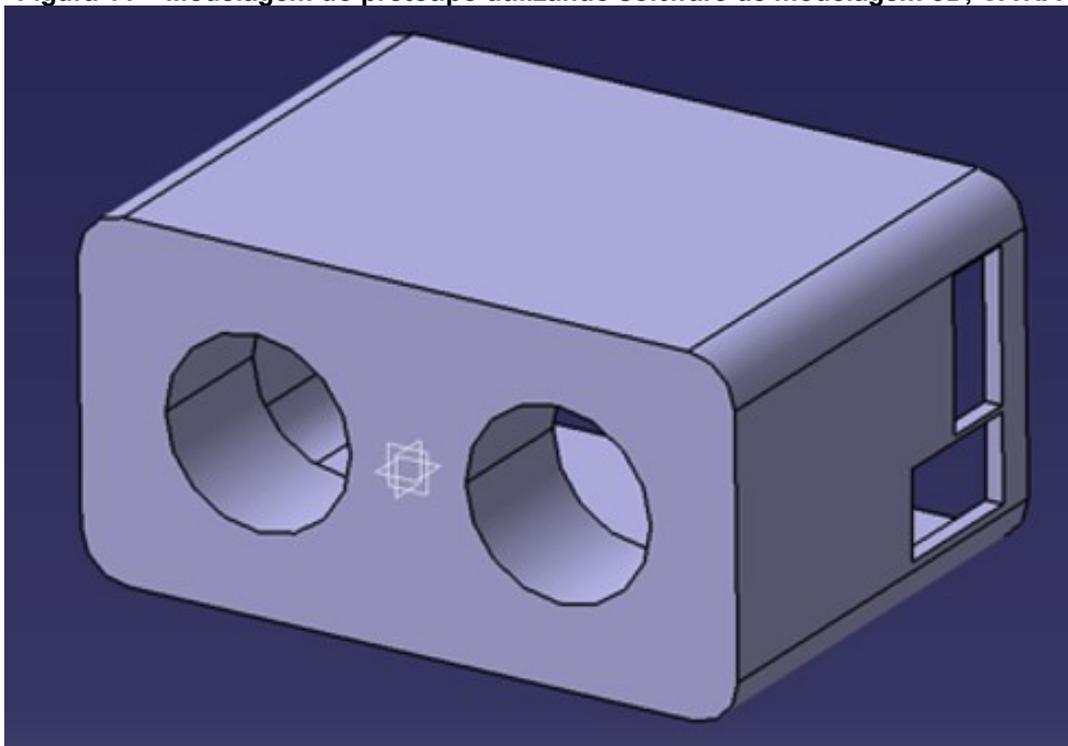


Fonte: Autoria própria (2022)

3.2.2 Projeto mecânico

Concluídos os testes em bancada, a etapa seguinte foi projetar o involucro do dispositivo, a Figura 11 exibe os detalhes externos do modelo desenvolvido.

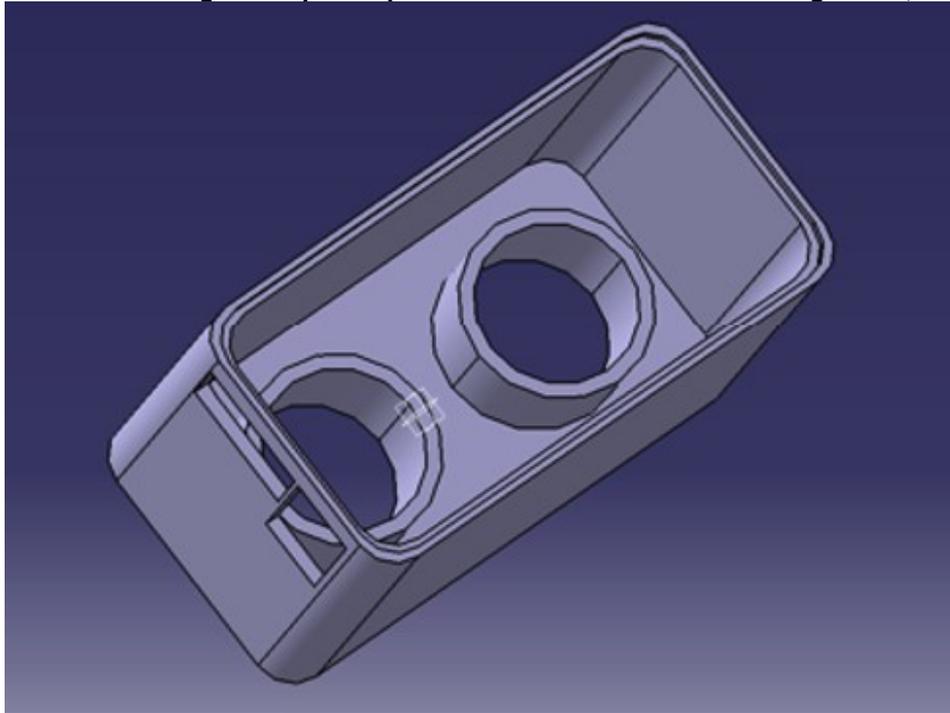
Figura 11 – Modelagem do protótipo utilizando software de modelagem 3D, CATIA



Fonte: Autoria própria (2022)

A Figura 12 exibe os detalhes internos do modelo.

Figura 12 – Modelagem do protótipo utilizando software de modelagem 3D, CATIA



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a fabricação empregamos o uso de impressão 3D, que é a tecnologia mais eficiente para o desenvolvimento de protótipos. Ferreira et al. (2016), afirma que a impressão 3D está se tornando uma técnica bastante utilizada na fase do desenvolvimento de projetos, em que os produtos são produzidos diretamente através de um modelo computacional, o que elimina o uso de ferramentas, diminui o tempo e os custos da produção.

Os componentes foram impressos em ABS, o tempo de impressão foi de aproximadamente duas horas e o resultado obtido será apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Protótipo após impressão em 3D



Fonte: Autoria própria (2022)

Na Figura 14 é possível verificar a montagem do sensor ultrassônico.

Figura 14 – Montagem do sensor ultrassônico



Fonte: Autoria própria (2022)

Finalmente, na Figura 15, a montagem final dos componentes.

Figura 15 – Montagem final dos componentes



Fonte: Autoria própria (2022)

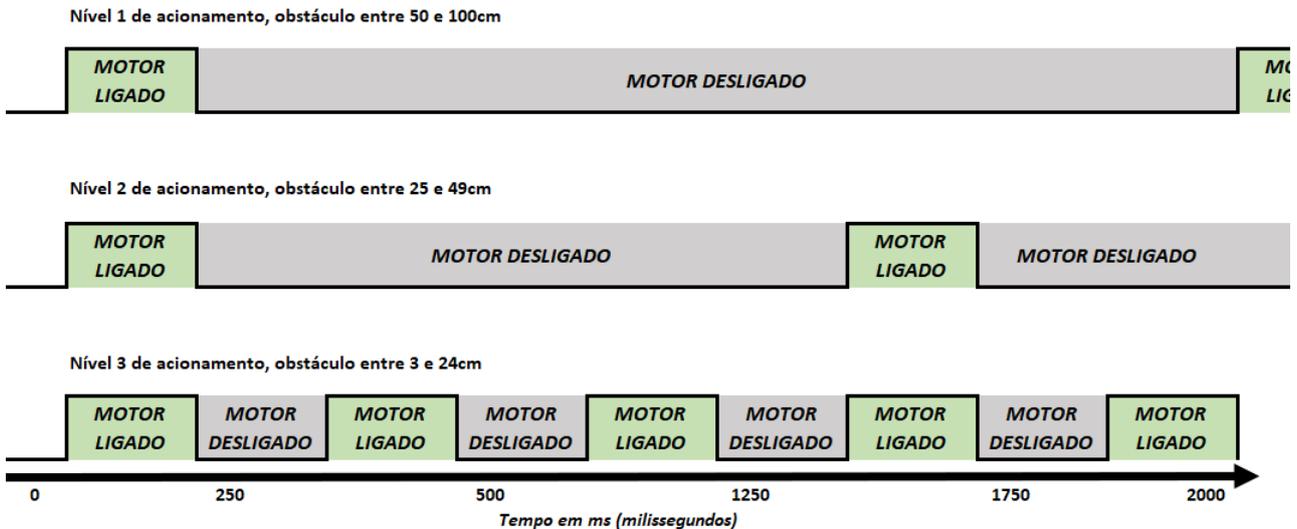
3.2.2 Projeto de software

Uma vez detectado um obstáculo, é identificada a distância que ele se encontra, processadas essas informações é definida a forma que o usuário será alertado. Para isso, definimos três padrões de vibração, que se alternam proporcionalmente à medida que o usuário se aproxima dos obstáculos.

Desta forma damos ao usuário algumas possibilidades como, replanejar sua rota, manter se a uma distância segura, ou simplesmente desviar do obstáculo.

A frequência de acionamento do motor é dada pela alternância da função delay, onde ela define o tempo que o motor ficará ligado e desligado, podemos definir o funcionamento através da Figura 16:

Figura 16 – Gráfico de tempo x Acionamento do motor

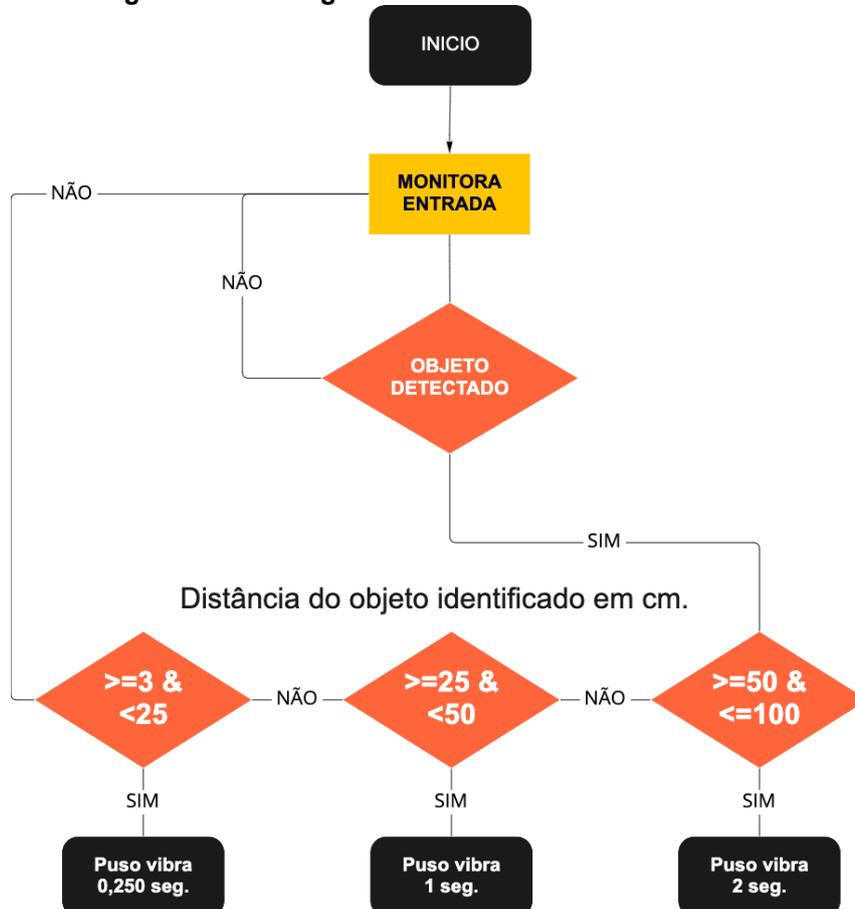


Fonte: Autoria própria (2022)

Para que o dispositivo possa executar as tarefas desejadas nesse projeto, será necessário realizar uma programação específica para o Arduino Attiny 85, a linguagem utilizada será C++, a IDE do próprio Arduino será utilizada com o propósito de construir o programa.

Para as funções específicas do sensor, como distância do objeto detectado por exemplo, foi utilizado a biblioteca "Ultrasonic.h". Desta forma ao receber o sinal de nível alto na entrada definida, temos condições de mensurar a distância que o objeto se encontra através da variável "cmMsec" e assim ajustar a forma de alerta ao usuário. A Figura 17, apresenta um fluxograma do software.

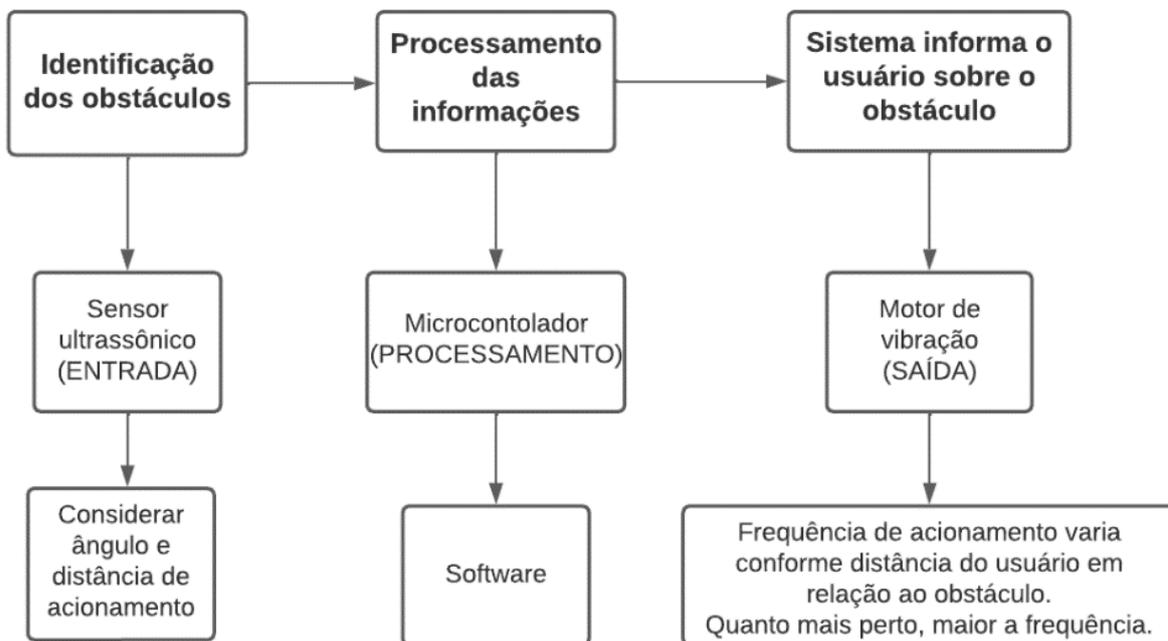
Figura 17 – Fluxograma de funcionamento do software



Fonte: Autoria própria (2022)

Assim, para o novo fluxo do sistema, temos a Figura 18:

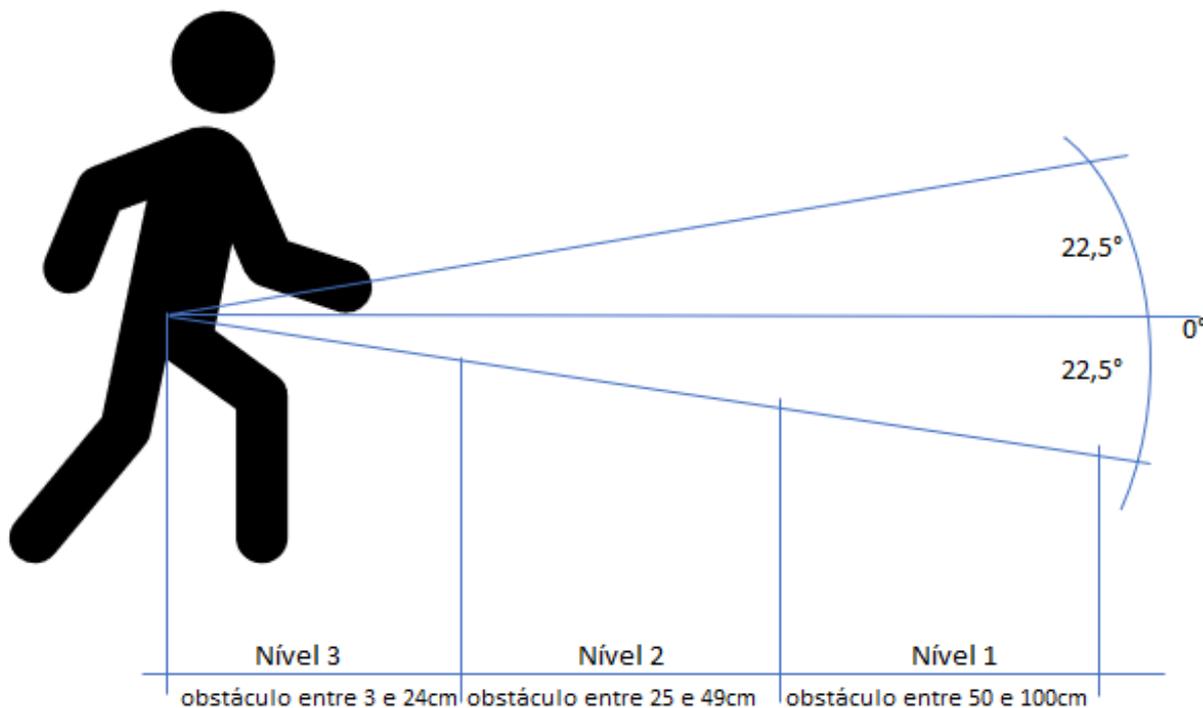
Figura 18 – Fluxograma de funcionamento detalhado



Fonte: Autoria própria (2022)

Caso o dispositivo seja utilizado na cintura, podemos traduzir o funcionamento através da Figura 19:

Figura 19 – Funcionamento esperado



Fonte: Autoria própria (2022)

4. Resultados e Discussão

De forma geral o produto mostrou se eficiente e capaz de cumprir sua função que é melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência visual.

Sugere-se a utilização em conjunto com um cinto (Figura 20), para que o dispositivo seja capaz de verificar obstáculos na altura da cintura, porém entende-se que poderia ser utilizado em uma luva ou em outra parte do corpo a ser definida pelo usuário.

Figura 20 – Utilização do dispositivo preso a um cinto



Fonte: Autoria própria (2022)

Outro possível local que se recomenda a utilização é nas mãos, conforme a Figura 21:

Figura 21 – Utilização do dispositivo preso na mão.



Fonte: Autoria própria (2022)

Testes indicam que a utilização no dispositivo preso a mão se mostrou útil, porém, seria necessário um ajuste nos parâmetros de acionamento.

Outra possibilidade levantada é a utilização em um boné, simulando os olhos do usuário.

Por fim, verificamos que as aplicações são inúmeras, porém o ajuste dos parâmetros se torna essencial para que a utilização se torne viável.

Como é possível verificar nas Figuras 22 e 23, temos uma sugestão de montagem na configuração onde o sensor é acoplado a um boné.

Figura 22 – Utilização do dispositivo preso em um boné



Fonte: Autoria própria (2022)

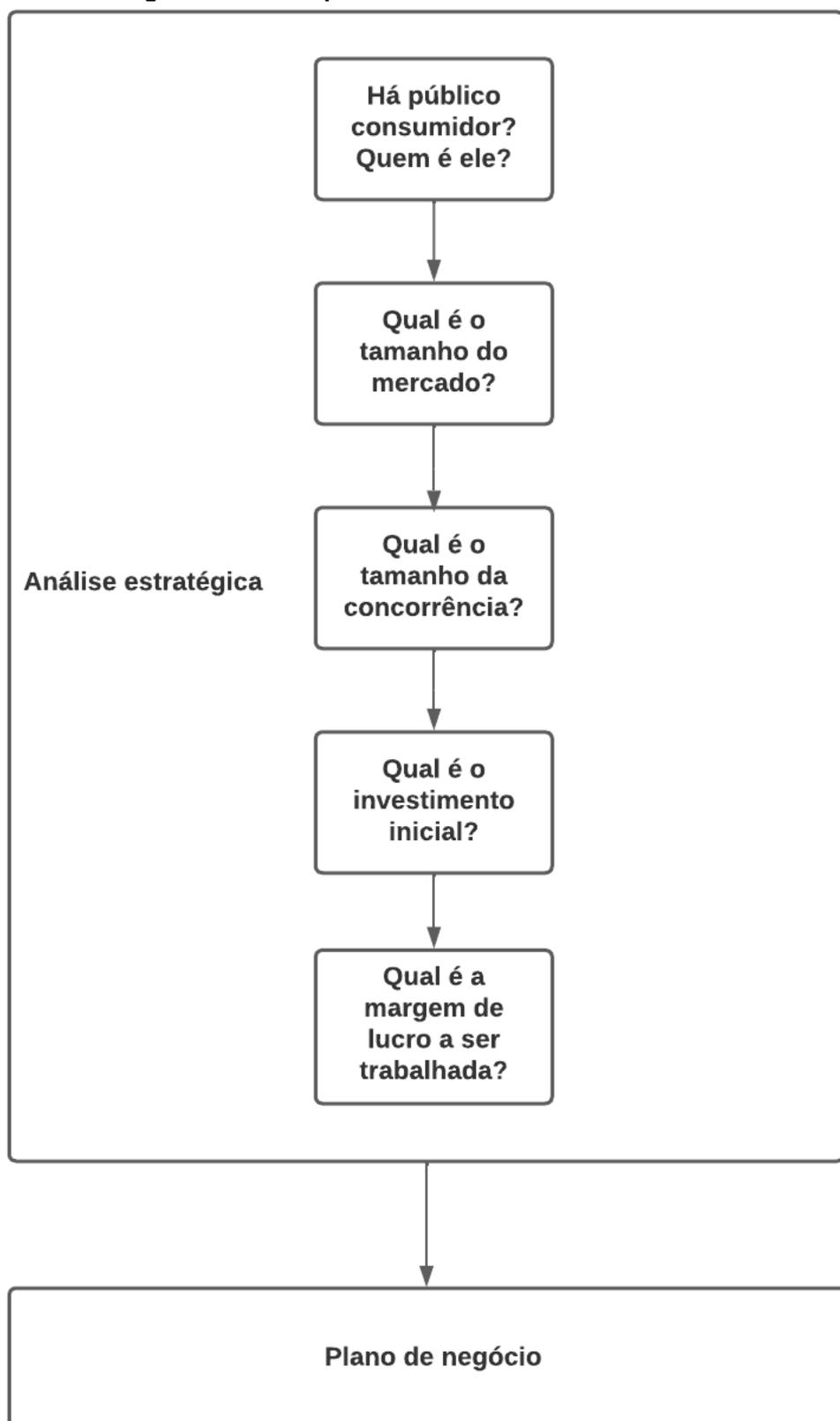
Figura 23 – Utilização do dispositivo preso em um boné



Fonte: Autoria própria (2022)

Em relação a viabilidade comercial do projeto, temos por objetivo entender se uma possível comercialização do projeto seria viável, ou em outras palavras, se seria possível, obter lucro através da venda e distribuição. Tal análise pode ser resumida através do fluxo representado na Figura 24:

Figura 24 – Fluxo para análise de viabilidade comercial



Fonte: Autoria própria (2022)

No primeiro momento, o questionamento de maior importância é se existe um público consumidor, ou seja, se existe demanda para um dispositivo com tal finalidade. Como foi levantado durante a etapa de revisão bibliográfica, existe uma parcela considerável de deficientes visuais que poderiam utilizar do equipamento. Considerando que, a princípio, o público alvo são deficientes que utilizam o transporte público.

Em relação ao tamanho do mercado, entende-se que é proporcional ao público-alvo.

Até a data de publicação deste artigo, não foram encontrados produtos comerciais que se assemelham ao este dispositivo, sendo que o mais próximo seria a bengala eletrônica.

Considerando os valores, temos, por base o especificado na Tabela 1:

Item	Quantidade	Valor
Microcontrolador Attiny85	1	R\$ 45,90
Sensor ultrassônico HC-SR04	1	R\$ 17,20
Motor de vibração	1	R\$ 40,00
Impressão 3D em filamento de ABS	1	R\$ 40,00

Fonte: Autoria própria (2022)

Totalizando, desta maneira, um valor aproximado de R\$140,00, sendo que para maiores quantidades seria possível diminuir o custo com os materiais, entende-se que o dispositivo seria viável para uma possível comercialização, porém sendo necessário o desenvolvimento de um plano de negócio.

5. Considerações Finais

De forma geral, os objetivos foram atendidos de maneira satisfatória. Por se tratar de um produto destinado a um usuário, a avaliação dele se mostrou o ponto crucial do projeto. Os comentários feitos por um deficiente visual que testou o dispositivo foram positivos, porém com oportunidades de melhoria, como por exemplo: o tamanho do dispositivo poderia ser mais compacto e a configuração das distâncias deveria ser configurável por um aplicativo.

Devido a simplicidade do circuito eletrônico e da lógica utilizada, não houve dificuldades, sendo que o maior desafio se mostrou ser o design do produto.

Além da realização técnica, a maior recompensa do projeto foi colaborar com as pessoas cegas na conquista de melhores condições de acessibilidade e de acesso a essas tecnologias.

6. Referências Bibliográficas

ADEBIYI, A.; SORRENTINO, P.; BOHLOOL, S.; ZHANG, C.; ARDITTI, M.; GOODRICH, G. **Assessment of feedback modalities for wearable visual aids in blind mobility**. In: PLoS ONE. University of Ottawa, Canada, 2017.

BALLUFF. **Sensor ultrassônico: como ele funciona e de que modo pode ajudar a sua indústria?** Disponível em: <<https://balluffbrasil.com.br/sensor-ultrassonico-como-ele-funciona-e-de-que-modo-pode-ajudar-a-sua-industria>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

BARCAUI, André B., BORBA, Danúbio, SILVA, Ivaldo M. da, NEVES, Rodrigo. **Gerenciamento do tempo em projetos**. 4ª Edição, Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2013.

BARCELLOS, Ana Paula de. CAMPANTE, Renata Ramos. **A acessibilidade como instrumento de promoção de direitos fundamentais**. In: FERRAZ, Carolina Valença; LEITE, George Salomão; LEITE, Glauber Salomão; LEITE, Glaco Salomão (Coord.). Manual dos direitos da pessoa com deficiência. São Paulo: Ed. Saraiva, 2012.

BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. **Introdução ao conceito de Tecnologia Assistiva e modelos de abordagem da deficiência**. 06 de junho de 2006. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>>. Acesso em: 20 maio 2022.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. In: Assistiva • Tecnologia e Educação, Porto Alegre, 2017.

CONDE, A. J. M. **Deficiência visual: a cegueira e a baixa visão.** In: Deficiência Visual: a cegueira e a baixa visão. Rio de Janeiro: Marco Antonio de Queiroz, 11 maio 2012. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/cegueira-e-baixa-visao>>. Acesso em: 20 maio 2022.

CUTURI, L. F., AGGIUS-VELLA, E., CAMPUSA, C., PARMIAGGIANIB, A., GORIA, M. **From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults.** Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 71, p. 240-251, 2016.

ELMANNAI, W.; ELLEITHY, K. **Sensor-Based Assistive Devices for Visually-Impaired People: Current Status, Challenges, and Future Directions.** Sensors, 17, 565, 2017.

FERREIRA, G. da Cruz, KRÜGER, T. R., SANTOS, C. B. dos. **Utilização da impressão 3d na manufatura para a otimização de processos: um estudo de caso em indústrias automobilísticas.** Memorial TCC Caderno da Graduação, 2016.

GAO, Y., CHANDRAWANSHI, R., NAU, A. C., TSE, Z. H. **Wearable Virtual White Cane Network for navigating people with visual impairment.** Journal of Engineering in Medicine, Vol. 229 (9), p. 681-688, 2015.

GIL, N. **Deficiência Visual.** Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.

GOFFREDO, V. L. F. S. **Educação especial: tendências atuais.** Brasília: Associação de Comunicação Educativa; Roquete Pinto, 1999

GONÇALVES, E. **Como definir o material correto para o seu projeto?** Disponível em: <<http://www.ccdm.ufscar.br/2020/04/30/como-definir-o-material-correto-para-o-seu-projeto>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico: 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência.** Rio de Janeiro, 2010.

KASSAR, M. C. M. **Percursos da constituição de uma política brasileira de Educação Especial inclusiva.** Revista Brasileira de Educação Especial, Marília-SP, v. 17, n. Especial 1, p. 41-58, maio/ago. 2011.

KEELING, R; BRANCO, R. H. F. **GESTÃO DE PROJETOS.** 3a. Edição. Editora Saraiva. 2017.

LONG, S. K.; KARPINSKY, N. D.; DONER, H.; STILL, J. D.; **Using a Mobile Application to Help Visually Impaired Individuals Explore the Outdoors.** In: Applied Human Factors and Ergonomics Conference, Proceedings. Orlando, FL, 2016.

NUNES, E. V.; SOUZA, J. A.; DANDOLINI, G. A. **As tecnologias assistivas e a pessoa cega.** Revista de Ciência da Informação, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2014.

ORBIS – ORBIS INTERNATIONAL. **Global blindness was slowing prior to pandemic study reveals.** Disponível em: <<https://www.orbis.org/en/news/2021/new-global-blindness-data>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

PRESTES, Z. **Quando não é quase a mesma coisa: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil - repercussões no campo educacional.** 2010. 295 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2010.

RADABAUGH, M. P. **Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities-A report to the president and the congress of the United State.** National council on disability, USA, 1993.

SANTOS, A. D. P. **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DISPOSITIVOS PARA MOBILIDADE PESSOAL.** Bauru, 95 p., 2019. Monografia (Pós-graduação) – Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, D. R. de G.; FERREIRA, W. R. B.; BORGES, M. A.; GONÇALVES, R. S. **Desenvolvimento de uma bengala eletrônica para locomoção de pessoas com deficiência visual.** In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Campina Grande, Paraíba, 2010.