



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TELEINFORMÁTICA (DETI)
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

ALUÍSIO ALVES DA CUNHA

**INCLUSÃO DIGITAL POR MEIO DE UM APP QUIZ MULTIPLAYER ONLINE COM
INTERFACE DE VOZ**

FORTALEZA

2023

ALUÍSIO ALVES DA CUNHA

INCLUSÃO DIGITAL POR MEIO DE UM APP QUIZ MULTIPLAYER ONLINE COM
INTERFACE DE VOZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia de
Computação do Centro de Tecnologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do grau de Bacharelado em
Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. José Marques Soares

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C977i Cunha, Aluisio Alves da.
Inclusão digital por meio de um app quiz multiplayer online com interface de voz / Aluisio Alves da Cunha. – 2023.
42 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Computação, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. José Marques Soares.
1. Quiz multiplayer online. 2. Interface de voz. 3. Acessibilidade digital. 4. Jogos educacionais. 5. Deficiências visuais. I. Título.

CDD 621.39

ALUÍSIO ALVES DA CUNHA

INCLUSÃO DIGITAL POR MEIO DE UM APP QUIZ MULTIPLAYER ONLINE COM
INTERFACE DE VOZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia de
Computação do Centro de Tecnologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do grau de Bacharelado em
Engenharia de Computação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Marques Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Igor Rafael Silva Valente
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Prof. Ricardo Jardel Nunes da Silveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha amada avó Risalva e à querida Luna, duas mulheres fortes e inspiradoras que enfrentam diariamente os desafios da deficiência visual. Agradeço por todo o apoio e contribuição na validação deste estudo. Que este trabalho seja um tributo ao espírito de superação e à importância da acessibilidade digital.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Gustavo por sua colaboração no desenvolvimento do projeto, especialmente na parte do *backend*. Sua dedicação e trabalho árduo foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

Agradeço também ao meu professor orientador, Marques, pela sua orientação valiosa ao longo deste trabalho. Sua expertise e *insights* foram essenciais para o aprimoramento desta pesquisa.

À minha família, expresso minha profunda gratidão pelo apoio incondicional durante todo o curso. O amor, incentivo e compreensão que recebi de vocês foram um pilar importante para enfrentar os desafios e superar os obstáculos ao longo dessa jornada acadêmica.

Aos meus queridos amigos do "Segue a Call", que sempre estiveram ao meu lado, apoiando minhas iniciativas e projetos, gostaria de expressar minha imensa gratidão. Sem o estímulo e encorajamento de vocês, certamente não teria avançado tão rapidamente e alcançado tantas conquistas. Além disso, agradeço pelo valioso auxílio e pelas sugestões fornecidas para este estudo.

Aos pesquisadores Dr. Ednardo Moreira Rodrigues, Doutorando em Engenharia Elétrica, e Alan Batista de Oliveira, aluno de graduação em Engenharia Elétrica, gostaria de expressar minha gratidão pela valiosa contribuição na adequação do *template* utilizado neste trabalho, permitindo que o mesmo estivesse em conformidade com as normas da biblioteca da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A todos os que, de alguma forma, contribuíram, encorajaram e estiveram ao meu lado, meu mais sincero agradecimento. Este trabalho não teria sido possível sem vocês.

“Ostra feliz não faz pérola”

(Rubem Alves)

RESUMO

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um *Quiz Multiplayer Online* com Interface de Voz, com foco na acessibilidade digital. Através de uma revisão bibliográfica abrangente, são destacados conceitos e pesquisas relacionadas à acessibilidade digital, jogos educacionais e interfaces de voz. O estudo descreve o processo de criação da plataforma, incluindo a escolha das tecnologias, o design das interfaces e a implementação das funcionalidades de voz. Os resultados dos testes e validações por meio de formulários e entrevistas realizadas com 17 participantes, incluindo alguém com deficiência visual, mostram a viabilidade e eficácia da interface de voz, assim como a receptividade positiva dos usuários em relação à acessibilidade proporcionada pelo jogo. Os resultados apresentados nos testes de validação destacam a importância da acessibilidade digital na promoção da inclusão e igualdade de oportunidades, além de apontar possíveis melhorias e sugestões para trabalhos futuros. No geral, este trabalho contribui para o avanço do conhecimento sobre acessibilidade digital e apresenta uma solução para a criação de jogos acessíveis, proporcionando uma experiência inclusiva para pessoas com deficiências visuais.

Palavras-chave: Quiz Multiplayer Online. Interface de Voz. Acessibilidade Digital. Jogos Educacionais. Deficiências Visuais

ABSTRACT

This work presents the development of a Multiplayer Online Quiz with Voice Interface, focusing on digital accessibility. Through a comprehensive literature review, concepts and research related to digital accessibility, educational games and voice interfaces are highlighted. The study describes the process of creating the platform, including the choice of technologies, the design of interfaces and the implementation of voice features. The results of tests and validations through forms and interviews carried out with 17 participants, including someone with visual impairment, show the feasibility and effectiveness of the voice interface, as well as the positive receptivity of users regarding the accessibility provided by the game. The results presented in the validation tests highlight the importance of digital accessibility in promoting inclusion and equal opportunities, in addition to pointing out possible improvements and suggestions for future work. Overall, this work contributes to the advancement of knowledge about digital accessibility and presents a solution for creating accessible games, providing an inclusive experience for people with visual impairments.

Keywords: Online Multiplayer Quizz. Voice Interface. Digital Accessibility. Educational Games. Visual Impairments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Máquina de estados da interface de voz durante a pesquisa e entrada em uma sala	24
Figura 2 – Sala de espera dos participantes de uma partida	26
Figura 3 – Jogo em progresso com possível resposta selecionada pelo participante . . .	26
Figura 4 – Respostas da pergunta "quão fácil foi interagir com o jogo no geral?"da primeira sessão de partidas	32
Figura 5 – Respostas da pergunta "quão fácil foi interagir com o jogo no geral?"da segunda sessão de partidas	33
Figura 6 – Grupo de alunos da segunda sessão de testes todos reunidos	35
Figura 7 – Grupo de alunos jogando uma partida	35
Figura 8 – Respostas da pergunta "quão fácil foi interagir com o jogo no geral?"na sessão com 14 participantes	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação de jogos para celular voltados para deficientes visuais	19
Tabela 2 – Avaliação do teste realizado pela pessoa com deficiência visual	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.0.1	<i>Acessibilidade Digital</i>	<i>15</i>
2.0.2	<i>Jogos Educacionais</i>	<i>16</i>
2.0.3	<i>Interfaces de Voz</i>	<i>17</i>
2.0.4	<i>Trabalhos Relacionados</i>	<i>18</i>
3	METODOLOGIA	20
3.1	Repositório	20
3.2	Descrição do Aplicativo Proposto	20
3.2.1	<i>Interface de voz</i>	<i>21</i>
3.2.2	<i>Modo multiplayer</i>	<i>21</i>
3.2.3	<i>Tecnologias utilizadas para desenvolver o aplicativo</i>	<i>21</i>
3.3	Processo de Desenvolvimento do Aplicativo	22
3.3.1	<i>Definição das Funcionalidades</i>	<i>23</i>
3.3.2	<i>Design de Interface</i>	<i>23</i>
3.3.3	<i>Desenvolvimento do Aplicativo</i>	<i>24</i>
3.3.4	<i>Integração com Action Cable e API Rest</i>	<i>25</i>
3.3.5	<i>Equipe de Desenvolvimento</i>	<i>27</i>
3.4	Considerações Finais	27
4	RESULTADOS	29
4.1	Procedimentos de Teste	29
4.1.1	<i>Entrevistas e Questionários</i>	<i>29</i>
4.1.2	<i>Escolha dos Participantes</i>	<i>30</i>
4.1.2.1	<i>Primeiro Grupo: 4 Alunos do Curso de Engenharia de Computação</i>	<i>30</i>
4.1.2.2	<i>Segundo Grupo: 14 Alunos da Disciplina de Desenvolvimento Web</i>	<i>30</i>
4.1.2.3	<i>Terceiro Grupo: Pessoa com Deficiência Visual</i>	<i>30</i>
4.2	Cenários e Resultados dos Testes	31
4.2.1	<i>Primeiro Grupo: 4 Alunos do Curso de Engenharia de Computação</i>	<i>31</i>
4.2.1.1	<i>Resultados da Primeira Sessão</i>	<i>31</i>
4.2.1.2	<i>Resultados da Segunda Sessão</i>	<i>33</i>

4.2.2	<i>Segundo Grupo: 14 Alunos da Disciplina de Desenvolvimento Web</i>	34
4.2.2.1	<i>Resultados</i>	35
4.2.3	<i>Terceiro Grupo: Pessoa com Deficiência Visual</i>	38
4.2.3.1	<i>Resultados</i>	38
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	40
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade digital desempenha um papel fundamental na promoção da inclusão e igualdade de oportunidades na sociedade atual. Dentre as diversas áreas que se beneficiam com avanços nesse campo, os jogos educacionais se destacam como ferramentas poderosas para o desenvolvimento cognitivo e social dos indivíduos. No entanto, a maioria dos jogos disponíveis no mercado ainda apresenta barreiras significativas para pessoas com deficiências visuais, limitando sua participação plena e a experiência de aprendizado (ACCESSIBILITY.COM, 2021).

No Brasil, de acordo com dados do IBGE 2010, existem mais de 500 mil pessoas que são incapazes de enxergar, ditas cegas, mais de 6 milhões de pessoas com baixa visão ou visão subnormal e 29 milhões de pessoas que declararam uma permanente dificuldade de enxergar, mesmo com óculos.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um *Quiz Multiplayer Online* com interface de voz, voltado especificamente para a acessibilidade de pessoas com deficiências visuais, pois é notória a importância que o desenvolvimento de tecnologias de inclusão tem no Brasil, como mostrado pelos dados do IBGE.

A criação da plataforma envolveu um processo criterioso, que abrangeu desde a seleção das tecnologias mais adequadas até o *design* das interfaces e a implementação das funcionalidades de voz.

São abordados aspectos como a usabilidade, a compreensão e a naturalidade da interação por meio da interface de voz. São também exploradas tecnologias de processamento de linguagem natural e reconhecimento de fala, com o intuito de desenvolver um assistente virtual capaz de guiar os usuários durante o jogo de forma clara e concisa, além de promover competitividade durante as partidas.

Desta forma, pretende-se contribuir para a promoção da inclusão digital, demonstrando a importância da acessibilidade e fornecendo diretrizes e *insights* para a criação de interfaces de voz amigáveis aos deficientes visuais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Discutem-se neste capítulo a relevância do estudo de temas como acessibilidade digital, interfaces de voz e jogos educacionais para contribuir no avanço da integração social de pessoas com algum tipo de deficiência, seja ela física ou mental, além de facilitar o uso diário para pessoas com deficiência e para aquelas sem deficiência.

A acessibilidade digital é uma questão fundamental para garantir o direito à inclusão social para pessoas com limitações sensoriais, motoras ou cognitivas. A falta de acessibilidade pode impedir que pessoas com deficiência tenham acesso a informações importantes, serviços e oportunidades que são disponibilizados por meio digital (BISHOP; RHIND, 2011). Além disso, a acessibilidade digital pode contribuir para a autonomia e independência dessas pessoas, permitindo que elas realizem tarefas cotidianas, como fazer compras *online*, pagar contas e se comunicar com outras pessoas.

Outro ponto discutido são as interfaces de voz e os jogos educacionais, que são ferramentas importantes para promover a acessibilidade digital e a inclusão social de pessoas com limitações físicas, cognitivas ou sensoriais. As interfaces de voz podem tornar a interação com dispositivos digitais mais intuitiva e fácil para pessoas com dificuldades visuais, por exemplo. Já os jogos educacionais podem ser uma forma lúdica e eficaz de ensinar habilidades importantes para a vida diária, como a leitura e a escrita, para pessoas com deficiência intelectual.

Nas próximas seções, serão discutidos trabalhos em cada área e suas contribuições para a construção do aplicativo proposto.

2.0.1 *Acessibilidade Digital*

A acessibilidade digital é um campo de estudo que busca garantir que os recursos e serviços digitais sejam acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas habilidades ou limitações. Ela abrange uma ampla gama de áreas, incluindo *design* de interfaces, usabilidade, tecnologias assistivas e diretrizes de acessibilidade. A importância da acessibilidade digital reside na capacidade de permitir que todos os indivíduos participem plenamente da sociedade digital e desfrutem dos benefícios oferecidos pelas tecnologias.

Vários estudos e pesquisas têm se dedicado a explorar e desenvolver soluções que promovam a acessibilidade digital em diferentes contextos. Um exemplo relevante é o trabalho de Sestito *et al.* (2018), que investigou a usabilidade e a acessibilidade de aplicativos móveis

voltados para idosos. Os resultados destacaram a importância de considerar fatores como tamanho de fonte, contraste, simplicidade de navegação e suporte a tecnologias assistivas para garantir que os idosos possam usar os aplicativos de maneira eficaz.

Um outro estudo realizado por Billi *et al.* (2010) examinou a usabilidade de aplicativos móveis para pessoas com deficiência visual e também destacou a importância de considerar elementos como contraste, tamanho da fonte e descrições de imagens para garantir uma experiência acessível, assim como Oliveira Sestito. Além disso, ambos autores ressaltaram a necessidade de fornecer opções de personalização, como o ajuste de brilho e o uso de leitores de tela, para atender às necessidades individuais dos usuários com deficiência visual.

Outro aspecto crucial no campo da acessibilidade digital é a inclusão de pessoas com deficiência auditiva. Diversas pesquisas têm sido conduzidas para desenvolver soluções que permitam a comunicação efetiva e a participação plena dessas pessoas no ambiente digital. Um estudo realizado por Cavender and Ladner (2008) explorou a utilização de legendas automáticas em vídeos online, visando facilitar o acesso ao conteúdo por pessoas com deficiência auditiva. Os resultados mostraram que a presença de legendas automáticas melhorou significativamente a compreensão e a experiência de usuário para esse público.

Os dois últimos estudos demonstram a extrema importância de se construir aplicativos com recursos de acessibilidade. À medida que as pessoas envelhecem, torna-se cada vez mais necessário fornecer esses recursos nas tecnologias. Isso é evidenciado pelos estudos de Luiz *et al.* (2009) e Pinto *et al.* (2010), que mostram que as pessoas idosas enfrentam mais problemas de visão e audição à medida que envelhecem. Portanto, a geração atual que utiliza aplicativos sem a necessidade de acessibilidade precisará desses recursos no futuro para continuar conectada com as tecnologias.

2.0.2 Jogos Educacionais

Os jogos educacionais têm sido amplamente explorados em universidades e escolas como uma abordagem inovadora para promover a aprendizagem e o engajamento dos alunos. Essa abordagem combina elementos lúdicos e educativos, tornando o processo de aprendizagem mais atraente e interativo.

Uma pesquisa conduzida por Gröbel and Bez (2006) analisou o impacto dos jogos educacionais no desempenho acadêmico de estudantes nas aulas de inglês. Os resultados revelaram que os meios lúdicos de educação podem melhorar o envolvimento dos alunos, sua

motivação para aprender e, conseqüentemente, seus resultados acadêmicos. Além disso, foram considerados uma abordagem eficaz para desenvolver habilidades cognitivas, como resolução de problemas, raciocínio lógico e tomada de decisões.

Além disso, a utilização de jogos educacionais também tem sido explorada em ambientes de ensino a distância. Um estudo realizado por Yu *et al.* (2021) investigou a efetividade dos jogos educacionais como ferramentas de apoio à aprendizagem online. Os resultados mostraram que os jogos educacionais podem aumentar a motivação dos alunos, melhorar sua participação ativa e facilitar a compreensão e retenção de conteúdo em ambientes virtuais.

Esses estudos reforçam a importância dos jogos não apenas como meio de diversão, mas também como ferramenta educativa. Ao combinar o poder lúdico dos jogos com sua capacidade de ensino, é possível criar salas de aula interativas que promovam um aprendizado mais eficaz para os alunos. O objetivo do aplicativo proposto é não só educar, mas também promover a competitividade e ser acessível para pessoas com deficiência visual.

2.0.3 Interfaces de Voz

A interface de voz é uma tecnologia que permite a interação entre usuários e sistemas digitais por meio de comandos de voz. Essa abordagem tem se mostrado cada vez mais relevante, oferecendo benefícios como praticidade, agilidade e acessibilidade. Diversas pesquisas têm explorado o uso e o impacto das interfaces de voz em diferentes contextos, contribuindo para o avanço dessa tecnologia.

Um estudo realizado por Peissner *et al.* (2011) investigou a usabilidade e a eficácia da interface de voz em sistemas de navegação veicular. Os resultados mostraram que a interação por voz foi considerada mais conveniente e segura em comparação com os métodos tradicionais de entrada de dados, como digitação e telas *touchscreen*. Além disso, os participantes desse estudo relataram uma maior satisfação com a utilização da interface de voz, destacando sua capacidade de reduzir distrações e facilitar a interação durante a condução.

Outro estudo relevante foi conduzido por Song *et al.* (2022), que examinou a usabilidade e a aceitação da interface de voz em assistentes virtuais domiciliares. Os resultados indicaram que a interface de voz foi considerada fácil de usar e proporcionou uma experiência de interação mais natural e intuitiva para os usuários. Além disso, os participantes do estudo relataram um aumento na eficiência e na produtividade ao realizar tarefas cotidianas por meio da interface de voz.

Além das aplicações em dispositivos veiculares e assistentes virtuais, a interface de voz também tem sido explorada em outros domínios, como saúde e bem-estar. Um estudo realizado por Liu and al. (2021) investigou a usabilidade da interface de voz em um aplicativo móvel para monitoramento de saúde mental. Os resultados demonstraram que a interface de voz facilitou a interação dos usuários, especialmente daqueles com limitações físicas ou dificuldades de digitação. Além disso, os participantes relataram uma maior confiança e engajamento no uso do aplicativo.

Além dos estudos mencionados, é importante ressaltar o uso de assistentes virtuais disponíveis na maioria dos dispositivos móveis atuais, como Siri (2023), Alexa (2023) e GoogleHome (2023). No entanto, é importante notar que esses assistentes não foram criados para serem acessíveis para pessoas com deficiência visual, mas sim para melhorar a experiência de uso de quem já utiliza seus dispositivos de maneira convencional. Eles não permitem interação conversacional (PEARL, 2016) com os aplicativos e no geral servem apenas para comandos individuais.

No aplicativo proposto, a ideia é desenvolver uma interface que não só possa ser acessada por meio de comandos de voz, mas que também seja conversacional, ou seja, que compreenda o contexto do usuário e possa oferecer recursos de ajuda durante o uso. O aplicativo proposto pode ser usado sem restrições por meio de comandos de voz, promovendo a igualdade no uso tanto por pessoas com quanto sem deficiência visual. Também pode ser utilizada dentro de casa, tornando a experiência de computação ubíqua (UBÍQUA, 2022) mais acessível para pessoas sem muita familiaridade com tecnologias do gênero.

2.0.4 Trabalhos Relacionados

Durante a fase de desenvolvimento do aplicativo proposto, foi realizada uma pesquisa abrangente para avaliar e comparar diferentes aplicativos e jogos disponíveis no mercado, levando em consideração os requisitos fundamentais para acessibilidade de pessoas com deficiência visual.

Ao analisar os aplicativos disponíveis atualmente, podemos observar uma lacuna significativa na acessibilidade para deficientes visuais. Nota-se que a maioria desses aplicativos carece de recursos de modo *multiplayer* e interface de voz. Essa falta de funcionalidades essenciais aumenta consideravelmente a curva de aprendizado para novos jogadores, que dependem do leitor de tela para compreender e jogar. Além disso, a ausência desses recursos compromete a

possibilidade de jogos competitivos para esse público. Como resultado, os desenvolvedores de jogos para deficientes visuais têm investido pouco na função *multiplayer*, privando os usuários dessa experiência interativa.

Na tabela 1, é feita a análise dos cinco primeiros jogos que aparecem lista da *Play Store*, loja de aplicativos do Android, quando a pesquisa é "jogos para cegos".

Tabela 1 – Avaliação de jogos para celular voltados para deficientes visuais

Aplicativo	Interface de voz	Descrição via áudio	Áudio em português	Multijogador
A blind legend	Não	Sim	Não	Não
Games for visually impaired	Não	Não	Não	Não
Evidence 111	Não	Sim	Não	Não
Multi-palavras Acessível	Não	Não	Sim	Não
Meu Mascote Acessível	Não	Sim	Sim	Não

Fonte: Elaborada pelo autor

O aplicativo proposto neste trabalho representa uma contribuição para a acessibilidade dos jogos para deficientes visuais. Ao adotar uma interface de voz conversacional, o jogo se torna divertido, competitivo e, acima de tudo, acessível a todos os jogadores, independentemente de suas habilidades. A utilização dessa interface não requer nenhum conhecimento prévio por parte dos jogadores, tornando o jogo inclusivo e fácil de ser utilizado por qualquer pessoa. Essa abordagem demonstra que é possível criar jogos que ofereçam uma experiência enriquecedora e equidade para todos os usuários, promovendo a inclusão e o entretenimento para pessoas com deficiência visual.

3 METODOLOGIA

Com base nos *insights* obtidos a partir da revisão bibliográfica, foi elaborado um *design* participativo (CAMARGO; FAZANI, 2014) do aplicativo, envolvendo usuários com deficiência visual e profissionais da área de acessibilidade. Esse *design* foi refinado durante as iterações ao longo do processo de desenvolvimento, levando em consideração as diretrizes estabelecidas durante a etapa de pesquisa. Foram realizados testes de usabilidade com os usuários, a fim de identificar possíveis problemas e realizar ajustes necessários.

Por fim, foi realizada uma avaliação final do aplicativo desenvolvido, tanto em termos de usabilidade quanto de acessibilidade, por meio de um teste com usuário com deficiência visual. Os resultados obtidos foram analisados e discutidos, gerando recomendações para aprimorar ainda mais a acessibilidade e a usabilidade do aplicativo.

Espera-se que este trabalho contribua para o desenvolvimento de soluções tecnológicas inclusivas, permitindo que deficientes visuais possam desfrutar de experiências *mobile*. Além disso, pretende-se disseminar conhecimentos e boas práticas de *design* inclusivo, promovendo a conscientização sobre a importância da acessibilidade digital na sociedade contemporânea.

3.1 Repositório

Optou-se por utilizar a plataforma GitHub para o controle de versão e hospedagem dos códigos produzidos, devido à sua gratuidade e facilidade de uso. Assim, o código do aplicativo pode ser acessado e consultado em <https://github.com/aluisioalves123/voice-tcc>. É possível encontrar o repositório com todos os arquivos relacionados ao projeto, bem como o histórico completo de alterações.

3.2 Descrição do Aplicativo Proposto

A proposta é um aplicativo *mobile* de quiz com interface de voz, desenvolvido para proporcionar uma experiência de jogo *multiplayer* envolvente e inclusiva para pessoas com deficiência visual. Além de oferecer recursos de acessibilidade e interação por meio de comandos de voz, o aplicativo permite que os usuários desafiem seus amigos e joguem juntos, independentemente de estarem presentes presencialmente.

3.2.1 Interface de voz

A principal característica do aplicativo é a sua interface acessível, que possibilita a interação dos usuários por meio de comandos de voz e respostas faladas. Isso significa que pessoas com deficiência visual têm a possibilidade de criar salas, ingressar em salas e gerenciar todas as atividades relacionadas ao jogo apenas utilizando comandos de voz, permitindo, assim, que elas possam utilizar o aplicativo de forma independente, sem a necessidade de depender da tela do dispositivo móvel.

3.2.2 Modo multiplayer

Os usuários podem criar salas de jogo ou participar de salas existentes, convidando outros jogadores para se juntarem a eles em uma partida. Isso permite uma interação social e uma experiência compartilhada, promovendo a diversão em grupo.

Cada sala comporta até 4 participantes simultaneamente. Essa limitação de jogadores por sala busca otimizar a interação entre os participantes, promovendo uma competição amigável e permitindo que todos tenham a oportunidade de se envolver ativamente no jogo.

Ao incorporar recursos *multiplayer*, o aplicativo proposto amplia ainda mais as possibilidades de diversão, interação e engajamento social para pessoas com deficiência visual. Ele cria um ambiente inclusivo onde os jogadores podem compartilhar experiências, competir e fortalecer conexões com outros jogadores, independentemente de suas localizações.

3.2.3 Tecnologias utilizadas para desenvolver o aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido utilizando uma combinação de tecnologias que incluem o ReactNATIVE (2023), Expo (2023), biblioteca VOICE (2023), Tailwind (2023) e a integração com uma APIREST (2023) de uma aplicação RubyonRails (2023), bem como a conexão durante as partidas por meio do ActionCable (2023).

O React Native foi a principal tecnologia utilizada para o desenvolvimento do aplicativo, permitindo a criação de aplicativos móveis nativos para Android (2023) e iOS (2023) com base em JavaScript (2023). Essa escolha foi motivada pela possibilidade de compartilhar o mesmo código entre as plataformas iOS e Android, economizando tempo e recursos no processo de desenvolvimento.

Para facilitar o desenvolvimento e fornecer um conjunto de ferramentas adicionais,

o Expo foi utilizado como uma ferramenta que estende as capacidades do React Native. Ele oferece recursos como acesso a APIs nativas, facilitando a integração de recursos específicos do dispositivo, como o uso do microfone.

A biblioteca Voice foi empregada para permitir a conversão de voz em texto, habilitando a interação por voz com o aplicativo. Essa funcionalidade é essencial para garantir a acessibilidade e a usabilidade para os usuários com deficiência visual.

Em termos de *design* e estilização da interface do usuário do aplicativo, o Tailwind CSS foi adotado como uma biblioteca de estilos. Este *framework* oferece uma abordagem baseada em classes que facilita a criação de estilos de forma rápida e consistente.

A integração com uma API REST de uma aplicação Ruby on Rails, desenvolvida em Trabalho de Conclusão de Curso simultaneamente a este, foi realizada para obter e enviar dados entre o aplicativo e o servidor. Essa API permite o gerenciamento das perguntas do quiz, autenticação e criação de usuários, armazenamento de informações de perfil e pontuações dos jogadores.

Além disso, a conexão durante as partidas foi implementada por meio do Action Cable, uma tecnologia presente na mesma aplicação Ruby on Rails. O Action Cable possibilita a comunicação entre o servidor e o aplicativo, permitindo atualizações durante a partida, notificações de usuários na sala e outras interações dinâmicas.

3.3 Processo de Desenvolvimento do Aplicativo

O processo de desenvolvimento do aplicativo seguiu uma abordagem iterativa e incremental, baseada nos princípios ágeis de desenvolvimento de *software* (MANIFESTO ÁGIL, 2001). O processo de desenvolvimento foi dividido em etapas distintas, cada uma com seus próprios objetivos e entregas. Essas etapas foram:

1. Definição de Requisitos;
2. *Design* de Interface;
3. Desenvolvimento do Aplicativo;
4. Integração com *backend*.

3.3.1 Definição das Funcionalidades

A primeira etapa envolveu a identificação e definição dos requisitos do aplicativo. Isso incluiu a análise das necessidades dos usuários com deficiência visual e a definição das funcionalidades do aplicativo, como criação e gerenciamento de salas *multiplayer*, interação por voz e acesso às perguntas do *Quiz*. As principais funcionalidades são:

- Registro e autenticação de usuários;
- Criação e gerenciamento de salas *multiplayer*;
- Exibição de perguntas e opções de respostas;
- Interface de voz para interação com o aplicativo;
- Conversão de voz em texto para perguntas e respostas;
- Conversão de texto em voz para comunicação com o usuário;
- Execução com suporte para até 4 jogadores em uma sala *multiplayer*;
- Exibição de pontuações ao final do jogo;
- Mecanismo de avaliação de respostas corretas e incorretas e sistema de pontuação.

Todos os requisitos foram pensados para serem acessíveis por meio da interface de voz, permitindo assim que pessoas com deficiência visual pudessem utilizar de todas as funcionalidades sem restrição.

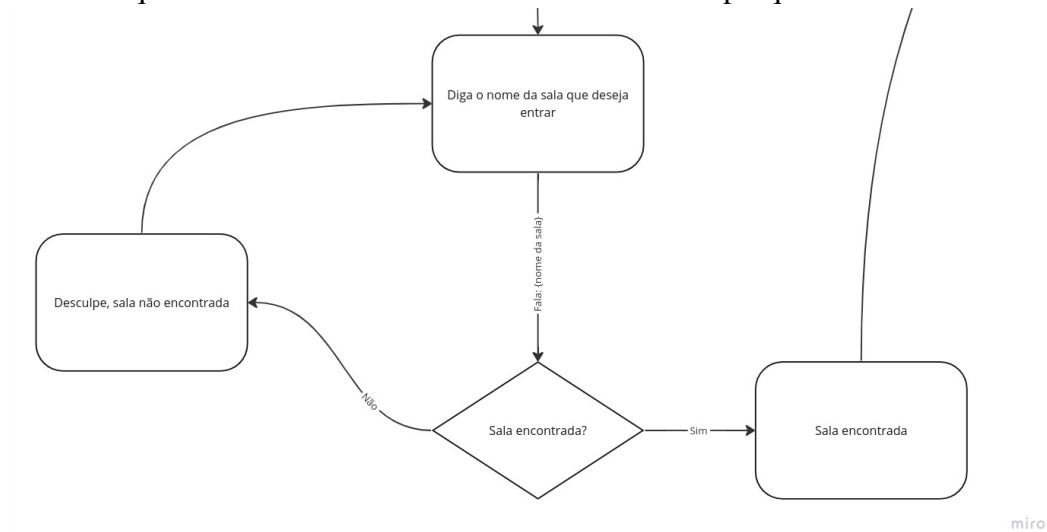
3.3.2 Design de Interface

No processo de *design* da interface do aplicativo, foi utilizado a ferramenta Miro (2023) para construir um modelo de máquina de estados. Esse modelo foi elaborado com o objetivo de mapear os diferentes pontos em que o aplicativo poderia se encontrar durante a interação com o usuário, contemplando não só as partidas, como também a criação e ingresso nas salas.

Cada estado representa um momento específico em que o aplicativo fornece informações ao usuário ou solicita uma ação específica. As transições entre os estados representam as possíveis respostas esperadas do usuário. Na Figura 1, é apresentado um exemplo, onde cada ponto tem aquilo que será dito e suas possíveis respostas para transição entre eles. O quadro das transições e respostas completo está disponível em MiroBoard (2023).

A utilização do modelo de máquina de estados foi uma abordagem eficaz para visualizar e planejar as interações entre o aplicativo e o usuário. Isso foi especialmente importante

Figura 1 – Máquina de estados da interface de voz durante a pesquisa e entrada em uma sala



Fonte: Elaborada pelo autor

para os usuários com deficiência visual, pois proporcionou uma estrutura clara e previsível para a interação por voz.

Além disso, para garantir um processo de *design* inclusivo e abrangente, foram criados modelos de baixa fidelidade, que podem ser encontrados também no quadro da máquina de estados. Esses modelos foram desenvolvidos levando em consideração as necessidades das pessoas videntes, permitindo uma compreensão visual da estrutura e do fluxo do aplicativo.

Os modelos de baixa fidelidade proporcionaram uma representação visual simplificada das telas, *layouts* e elementos interativos do aplicativo. Eles foram úteis para realizar testes de usabilidade com usuários videntes, obter *feedback* sobre a experiência do usuário e realizar iterações no *design* da interface antes de avançar para o estágio de implementação.

Dessa forma, a combinação do modelo de máquina de estados no Miro e dos modelos de baixa fidelidade permitiu um processo de *design* abrangente e inclusivo, atendendo tanto às necessidades dos usuários com deficiência visual quanto aos usuários sem deficiência visual.

3.3.3 Desenvolvimento do Aplicativo

O desenvolvimento do aplicativo seguiu uma abordagem incremental, com a implementação gradual das funcionalidades. A priorização foi baseada nos requisitos com maior incerteza e maior valor para o usuário, como a interface de comunicação via voz, que era fundamental para garantir a acessibilidade e a inclusão dos usuários com deficiência visual.

Durante a fase inicial do desenvolvimento, a ênfase foi colocada na implementação

da interface de comunicação por voz. Foi realizada a integração da biblioteca Voice, permitindo a conversão de voz em texto, para possibilitar a interação por voz no aplicativo. Essa funcionalidade foi considerada prioritária para garantir uma experiência inclusiva e acessível para os usuários com deficiência visual.

Além da biblioteca Voice, também foi incorporada a biblioteca Text to Speech. Essa biblioteca foi fundamental para possibilitar a comunicação entre o aplicativo e o usuário, transmitindo informações importantes em cada estado da aplicação. Por meio do Text to Speech, o aplicativo era capaz de fornecer instruções, perguntas e *feedbacks* de maneira auditiva.

Após a validação do uso dessas duas bibliotecas, a abstração da máquina de estados que foi previamente construída no Miro foi implementada no React Native, permitindo alterar e adicionar estados à interface de voz. Essa abstração foi um elemento-chave no processo de desenvolvimento, acelerando significativamente a criação e aprimoramento da interface de voz do aplicativo.

3.3.4 Integração com Action Cable e API Rest

Após a implementação da interface de comunicação por voz, as demais funcionalidades principais do jogo foram adicionadas progressivamente. Estas funcionalidades foram desenvolvidas no *backend* utilizando Ruby on Rails como tecnologia principal.

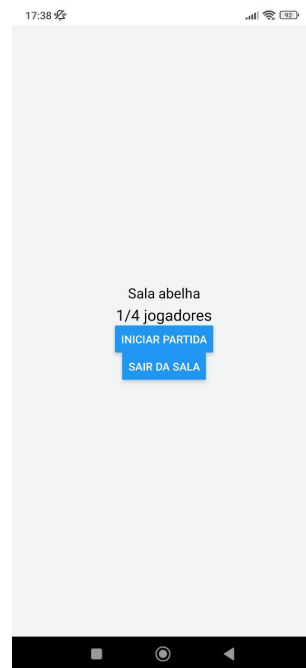
A primeira funcionalidade implementada foi a criação e gerenciamento de salas *multiplayer* de até 4 jogadores. Os usuários têm a opção de criar suas próprias salas de jogo, convidar outros jogadores e entrar em sala já existentes. A figura 2 um exemplo de sala de jogo.

Com o objetivo de tornar a entrada nas salas mais acessível para pessoas com deficiência visual, foi implementado um sistema no qual as salas *multiplayer* recebem aleatoriamente nomes de animais disponíveis em uma lista. Essa abordagem permite que os jogadores com deficiência visual possam entrar em uma sala específica dizendo o nome do animal correspondente.

Essa funcionalidade baseada em nomes de animais aleatórios proporciona uma forma simples e intuitiva para que os usuários com deficiência visual possam identificar e ingressar nas salas desejadas. Ao dizer o nome do animal atribuído à sala desejada, o jogador é automaticamente redirecionado para a sala correspondente, facilitando a participação no jogo, mas ao mesmo tempo mantendo um certo nível de privacidade.

Em seguida, foi implementada a exibição de perguntas e opções de respostas, como mostrado na Figura 3. A API REST do *backend* é responsável por fornecer as perguntas e suas

Figura 2 – Sala de espera dos participantes de uma partida



Fonte: Elaborada pelo autor

respectivas opções de resposta. As perguntas são exibidas na interface do aplicativo, juntamente com as opções de resposta para os jogadores selecionarem.

Figura 3 – Jogo em progresso com possível resposta selecionada pelo participante



Fonte: Elaborada pelo autor

Após os jogadores selecionarem suas respostas, o *backend* verifica as respostas e

atribui pontos aos jogadores com base em suas respostas corretas. Isso é possível graças à integração do Action Cable, uma tecnologia que permite a comunicação entre o servidor e os clientes, possibilitando o envio de atualizações de pontuação e perguntas para todos os jogadores conectados.

Todas essas funcionalidades foram implementadas utilizando a API REST do Ruby on Rails para gerenciar perguntas, usuários e salas, bem como o Action Cable para fornecer o suporte ao *multiplayer*, pontuações e perguntas. Essas tecnologias foram escolhidas pela sua capacidade de desenvolver um *backend* robusto, escalável e capaz de atender às necessidades do jogo de *Quiz multiplayer* inclusivo.

3.3.5 Equipe de Desenvolvimento

O *backend* do aplicativo foi desenvolvido simultaneamente à interface acessível desenvolvida neste trabalho. A sincronização dos dois subprojetos foi fundamental para implementação do servidor e na criação das APIs necessárias para viabilizar as funcionalidades do aplicativo.

O subprojeto do *backend* foi baseado em Ruby on Rails, integrando as tecnologias API REST para gerenciamento de perguntas, gerenciamento de usuários e salas, assim como o Action Cable para o suporte do *multiplayer*, pontuações e perguntas.

3.4 Considerações Finais

Ao longo deste capítulo, foi abordada a metodologia utilizada na construção do aplicativo mobile de *Quiz multiplayer* inclusivo com interface de voz para deficientes visuais. Essa abordagem permitiu a criação de um aplicativo que busca promover a inclusão e proporcionar uma experiência de jogo acessível e satisfatória para todos os usuários.

Durante a construção do aplicativo, foram considerados diversos aspectos para garantir a sua usabilidade e acessibilidade. A interface de voz foi desenvolvida permitindo que os usuários com deficiência visual possam interagir de forma eficiente. Além disso, foram implementadas funcionalidades específicas, como o suporte a leitores de tela e a possibilidade de jogar com o modo de acessibilidade ativado, para proporcionar uma experiência personalizada e adaptada às necessidades dos jogadores.

No próximo capítulo, abordaremos os resultados obtidos com os casos de teste e a

análise dos dados coletados. Discutiremos os principais aprendizados e *insights* adquiridos ao longo do projeto, bem como as mudanças e ajustes implementados no aplicativo com base nas avaliações dos participantes. Além disso, apresentaremos as avaliações e *feedbacks* recebidos, destacando a percepção dos usuários sobre a usabilidade, acessibilidade e experiência geral do aplicativo.

4 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir dos casos de teste realizados com os grupos de participantes no aplicativo *mobile* de quiz *multiplayer*. Discutimos os principais aprendizados e as mudanças feitas ao longo do projeto, bem como as avaliações recebidas pelos participantes.

4.1 Procedimentos de Teste

Durante a avaliação da usabilidade do aplicativo, foram conduzidos testes com diferentes grupos de usuários.

Os participantes foram convidados a realizar tarefas específicas no aplicativo, seguindo um roteiro pré-definido. Enquanto os usuários interagiam com o aplicativo, suas ações, comportamentos e dificuldades encontradas eram observados e registrados por meio de anotações e gravações.

Foram registrados os diferentes momentos de interação, desde a inicialização do aplicativo até a conclusão das tarefas propostas. Os pesquisadores observaram atentamente como os usuários interagiam com os elementos da interface, como navegavam entre as telas, como realizavam a seleção de opções e como respondiam às perguntas do *Quiz*.

Durante os testes, foram avaliados aspectos como a facilidade de navegação, a clareza das instruções, a compreensão das funcionalidades e a usabilidade geral do aplicativo. Os participantes foram encorajados a expressar seus feedbacks e opiniões sobre a experiência de uso, apontando dificuldades, sugestões de melhoria e aspectos positivos do aplicativo.

4.1.1 Entrevistas e Questionários

Foram aplicados questionários estruturados aos usuários. Esses questionários foram construídos utilizando Google Forms e tinham como objetivo coletar dados quantitativos para complementar as informações qualitativas obtidas por meio dos testes e entrevistas.

Os questionários abordaram diferentes aspectos relacionados à usabilidade do aplicativo. Foram incluídas perguntas sobre a facilidade de uso, clareza das instruções, eficiência na realização das tarefas, organização e apresentação das informações, qualidade da interface de voz, entre outros.

4.1.2 Escolha dos Participantes

A seleção adequada dos participantes dos testes é um aspecto crucial para garantir a representatividade e a validade dos resultados obtidos. Neste projeto, foram realizados três testes separados, envolvendo diferentes grupos de participantes, a fim de obter *insights* relevantes sobre a usabilidade e a acessibilidade do aplicativo. Nos cenários de teste onde não haviam participantes com deficiência visual, os jogadores foram submetidos a um estado de cegueira artificial por meio do próprio aplicativo que restringe o que é mostrado na tela durante o jogo enquanto o modo de acessibilidade está ligado.

4.1.2.1 Primeiro Grupo: 4 Alunos do Curso de Engenharia de Computação

O primeiro grupo de testes foi composto por um grupo de quatro alunos do curso de Engenharia de Computação, todos sem deficiência visual. Essa seleção foi realizada com o objetivo de testar as primeiras versões do aplicativo de forma online. Os testes foram conduzidos remotamente, permitindo que os participantes interagissem com o aplicativo e fornecessem feedbacks sobre a usabilidade, a funcionalidade e a experiência geral do usuário. Essa etapa inicial possibilitou a identificação de possíveis falhas e áreas de melhoria que foram consideradas na próxima fase de desenvolvimento.

4.1.2.2 Segundo Grupo: 14 Alunos da Disciplina de Desenvolvimento Web

O segundo grupo de testes foi composto por 14 alunos da disciplina de Desenvolvimento Web do curso de Engenharia de Computação. Os testes foram conduzidos de forma presencial, permitindo uma análise mais detalhada do aplicativo com uma versão aprimorada. Os participantes foram divididos em grupos menores e tiveram a oportunidade de interagir diretamente com o aplicativo, fornecendo feedbacks específicos sobre a usabilidade, a experiência do usuário e a qualidade geral da interface de voz, além de serem cruciais no entendimento dos problemas quando o servidor era submetido a um número maior de participantes jogando simultaneamente.

4.1.2.3 Terceiro Grupo: Pessoa com Deficiência Visual

O terceiro grupo de testes envolveu uma pessoa com deficiência visual causada por glaucoma congênito. No entanto, vale ressaltar que essa pessoa possui uma ampla experiência no

uso de tecnologias mobile, utilizando ferramentas de acessibilidade, como leitores de tela, para interagir com dispositivos móveis. Esses testes foram conduzidos de forma presencial, utilizando uma das versões mais recentes do aplicativo após as validações dos dois primeiros grupos de testes. Essa seleção permitiu avaliar a acessibilidade do aplicativo e identificar possíveis barreiras ou desafios enfrentados por usuários com deficiência visual. A interação direta com a pessoa deficiente visual foi fundamental para obter *feedbacks* valiosos e adaptar a interface de voz para atender às suas necessidades e preferências.

4.2 Cenários e Resultados dos Testes

Durante a avaliação do aplicativo mobile de *Quiz multiplayer*, foram utilizados cenários de teste específicos para cada grupo de participantes, a fim de avaliar a usabilidade, a acessibilidade e a experiência do usuário. A seguir, estão descritos os cenários de teste utilizados em cada grupo e seus respectivos resultados:

4.2.1 Primeiro Grupo: 4 Alunos do Curso de Engenharia de Computação

Para o primeiro grupo de testes, foram realizadas duas sessões de testes em datas diferentes devido a problemas encontrados na primeira versão do jogo. Esses problemas afetaram tanto a interface quanto o servidor, impossibilitando a execução completa do roteiro proposto para os testes no primeiro dia.

Em cada sessão de testes, os quatro participantes foram convidados a jogar partidas do *Quiz multiplayer*. Durante as partidas, houve uma alternância entre os participantes que jogavam com o modo de acessibilidade ativado e aqueles que utilizavam o modo de interface visual convencional. Em algumas partidas, mais de uma pessoa jogava com o modo de acessibilidade, permitindo avaliar a interação entre os diferentes modos de jogo.

4.2.1.1 Resultados da Primeira Sessão

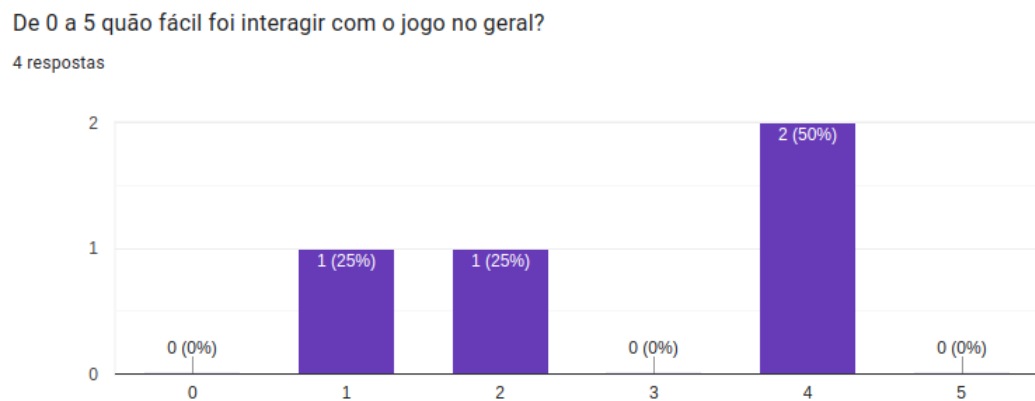
Na primeira data, o aplicativo apresentou problemas, como a constante tentativa de ouvir o usuário e a frustração causada pela espera obrigatória após a mensagem "repita" para dar um comando. Além disso, o servidor enfrentou instabilidades devido à hospedagem inadequada, resultando em quedas frequentes durante as partidas.

Durante essa fase, foram anotadas sugestões valiosas, incluindo melhorias na leitura

das respostas e na qualidade das frases faladas pela interface. Embora a intenção fosse realizar quatro partidas em uma hora, os testes foram concluídos após apenas duas partidas com uma hora e meia de sessão.

Foram feitas anotações das sugestões durante a sessão e posteriormente um formulário foi passado para os participantes responderem composto por 15 perguntas, onde os participantes avaliaram de 0 a 5 (sendo 0 muito difícil e 5 muito fácil) a dificuldade que tiveram ao interagir com as diferentes funcionalidades do aplicativo. Destaca-se desse primeiro teste a pergunta “quão fácil foi interagir com o jogo no geral?” na figura 4.

Figura 4 – Respostas da pergunta "quão fácil foi interagir com o jogo no geral?" da primeira sessão de partidas



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao final do formulário objetivo, também foram coletadas as sugestões em forma de texto aberto com a pergunta “O que você sentiu que pode melhorar ou ser implementado no jogo para proporcionar uma experiência mais integrativa e acessível para pessoas com alguma deficiência visual?”

A respostas foram:

“Momento de gravação do áudio controlado pelo usuário.”

“Frases mais explicativas”

“Com o uso prolongado do app, ficar escutando todos áudios até o fim se torna cansativo, seria interessante poder cortar os áudios uma vez que já se sabe a resposta desejada.”

Após essa etapa, foram implementadas mudanças importantes, como permitir que o usuário acione a escuta do aplicativo ao tocar em qualquer área da tela, em vez de manter a escuta constante.

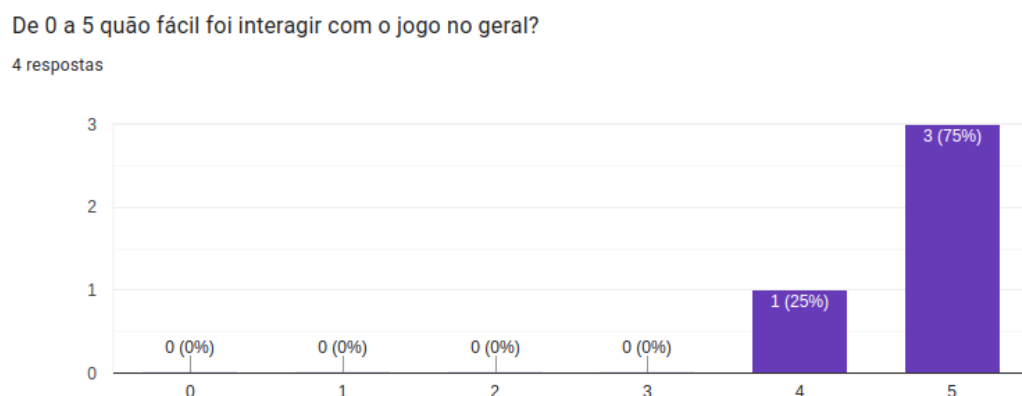
Além disso, migrou-se o servidor para uma plataforma mais robusta, capaz de suportar os quatro jogadores simultaneamente. Também foram corrigidos problemas relacionados à interface visual e à saída e desconexão das salas. Aprimoramos as frases faladas pela interface, tornando-as mais fluidas e conversacionais. Além disso, foi implementado uma funcionalidade que permite ao usuário interromper a assistente de voz a qualquer momento, proporcionando maior controle e agilidade durante as interações no jogo. Com essas melhorias implementadas, uma nova sessão de testes pôde ser agendada.

4.2.1.2 Resultados da Segunda Sessão

Na segunda sessão de testes, notou-se uma melhora significativa na experiência dos usuários, tanto no uso do modo de acessibilidade quanto na interface visual convencional. A solução que permitiu aos jogadores terem controle sobre quando falar foi bem-sucedida, e o servidor suportou sem problemas os quatro usuários jogando simultaneamente. Foi possível realizar várias partidas em menos de uma hora, superando as expectativas iniciais de apenas quatro partidas.

Após essa segunda sessão de testes, o mesmo formulário foi passado novamente para os participantes, afim de entender o quão significativa foram as melhorias. Na figura 5, destaca-se essa diferença nos resultados.

Figura 5 – Respostas da pergunta "quão fácil foi interagir com o jogo no geral?" da segunda sessão de partidas



Algumas sugestões também foram passadas nessa segunda sessão de testes:

“Tem dois pontos que acho que podem melhorar para aumentar a competitividade do jogo. Primeiramente seria interessante mostrar quais perguntas foram acertadas por cada jogador, ao invés de mostrar apenas o número de respostas corretas. Além disso poderia haver uma opção no começo do jogo de desativar confirmação de resposta, assim podendo responder às perguntas no menor tempo possível e aumentando a competitividade.”

“Poderia ter a opção de responder as perguntas sem ser falando ‘letra’ antes. acho que ao final de cada fala da assistente, já poderia habilitar o microfone para poder responder, mas só uma vez mesmo, na versão anterior ficava num loop eterno, nessa outra só habilitava ao tocar na tela.”

Essas sugestões não foram implementadas. As sugestões são coerentes e podem ser implementadas e validadas em próximas versões

4.2.2 Segundo Grupo: 14 Alunos da Disciplina de Desenvolvimento Web

No segundo grupo de testes, composto por 14 pessoas, os testes foram conduzidos de forma presencial, reunindo todos os participantes em um mesmo local. O objetivo desses testes era avaliar a capacidade do servidor em lidar com múltiplas salas de jogos simultâneas, pois nos primeiros testes apenas uma sala era aberta por vez, com capacidade para até 4 jogadores. Para isso, foram criadas 4 salas de jogos simultâneas, sendo abertas pelos próprios jogadores.

Durante os testes presenciais, os jogadores foram posicionados em mesas redondas para facilitar a interação e a comunicação entre eles. Aqueles que jogavam com o modo de acessibilidade ativado utilizavam fones de ouvido, a fim de evitar a interferência sonora nos demais jogadores presentes no mesmo espaço físico. Essa medida permitiu que cada jogador pudesse receber as informações e feedbacks do jogo de forma individual.

Assim como no primeiro teste, os jogadores alternaram entre si quem jogaria com o modo de acessibilidade ativado, proporcionando uma avaliação abrangente das funcionalidades e da experiência do usuário em diferentes modos de jogo.

Figura 6 – Grupo de alunos da segunda sessão de testes todos reunidos



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 7 – Grupo de alunos jogando uma partida



Fonte: Elaborada pelo autor

4.2.2.1 Resultados

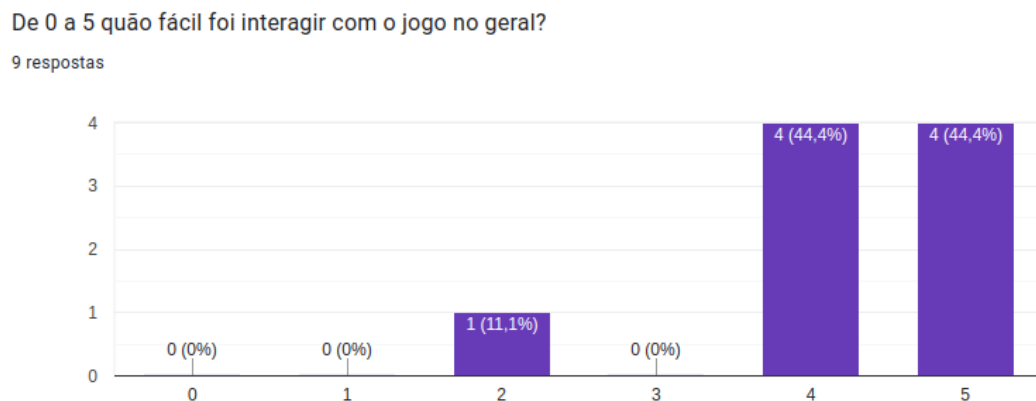
Após os primeiros testes com o grupo 1, decidiu-se que era necessário realizar testes com outros participantes que não fossem conhecidos, a fim de obter resultados mais precisos. Além disso, o aplicativo ainda não havia sido testado em um contexto de estresse, ou seja, com uma quantidade significativa de salas sendo jogadas simultaneamente, para avaliar a robustez do *backend*.

Portanto, organizou-se uma sessão no espaço da turma de Desenvolvimento Web na UFC. No dia do teste, havia 14 pessoas dispostas em mesas circulares, divididas em grupos de 3 ou 4 pessoas, respeitando o limite de usuários por sala no jogo.

Após todos os alunos realizarem o download do aplicativo, foram fornecidas algumas instruções básicas de uso, bem como a orientação de quem usaria o aplicativo no modo de acessibilidade. Os alunos que utilizaram a interface de voz optaram por utilizar fones de ouvido, a fim de não perturbar os demais jogadores com o retorno de voz do aplicativo.

Durante o teste, o servidor apresentou inconsistências em alguns momentos, e em algumas partidas os usuários não conseguiam avançar após responderem todas as perguntas. Para resolver temporariamente esse problema, a capacidade do *backend* foi aumentada, o que solucionou a instabilidade em alguns casos. No entanto, ainda persiste um problema não solucionado relacionado à desconexão e reconexão do aparelho celular durante as partidas. Isso ocorre quando um jogador é desconectado da sala devido à falta de conexão com a internet, fazendo com que os demais jogadores fiquem presos na mesma pergunta, incapazes de avançar no jogo. Esse problema foi temporariamente contornado ao fechar e reabrir as partidas.

Figura 8 – Respostas da pergunta "quão fácil foi interagir com o jogo no geral?" na sessão com 14 participantes



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao final de cada partida em cada mesa, foram feitas anotações de sugestões e problemas gerais, a fim de melhorar em uma próxima versão. Apesar dos problemas de conexão, todos os grupos conseguiram jogar pelo menos 2 partidas. Também foi observado que os jogadores estavam ficando competitivos entre si, buscando superar uns aos outros durante as partidas, o que indica que o jogo estava sendo divertido e envolvente, mesmo para aqueles que

jogavam sem a interface visual.

Ao término da sessão, um formulário foi enviado à turma para avaliar a experiência geral das partidas. Foram obtidas 9 respostas a esse formulário. Na figura 8 destacam-se os resultados de satisfação geral.

E também, como nos testes anteriores, comentários gerais foram feitos por texto:

“Melhorar, não sei se é possível, a não mecanização da fala do intérprete. Melhorar a conexão. No mais está ótimo.”

“Tentar implementar uma narração mais natural, por vezes foi difícil compreender porque a voz estava muito robotizada”

Nota-se que uma sugestão foi quanto a fala do aplicativo ser ‘robotizada’, isso se deve ao fato de ter sido utilizado um text-to-speech na construção das falas do aplicativo. Isso poderia ser alterado por áudios de uma pessoa narrando as frases para tornar a experiência mais humanizada.

“Talvez um mecanismo para aleatorizar as alternativas de cada pergunta, o que traria ao jogo além do caráter remoto também o presencial.”

Essa sugestão foi por conta de uma coincidência, pois muitas perguntas tinham como alternativa correta a letra A. Esse um problema que pode ser corrigido aleatorizando a posição da resposta correta.

“Além de um sistema de detecção e tratamento para quando algum jogador se desconecte no meio da partida, acho que uma opção de dark-mode seria muito interessante, principalmente para a versão de acessibilidade, pois como esta não usa a tela, não tem sentido gastar tanto a bateria do aparelho para gerar a luz branca(uma das mais custosas no quesito bateria)”

Para uma pessoa com deficiência visual isso não seria problema, pois as próprias ferramentas de talkback do celular já desativam o visor de forma automática, não sendo necessário o aplicativo ter isso como funcionalidade.

4.2.3 Terceiro Grupo: Pessoa com Deficiência Visual

No terceiro grupo de testes, a execução também ocorreu de forma presencial. Nesse caso, foram jogadas duas partidas com a pessoa com deficiência visual para avaliar a experiência de uso do aplicativo.

Na primeira partida, a pessoa com deficiência visual teve a oportunidade de criar uma sala e jogar sozinha, explorando todas as funcionalidades do jogo de forma autônoma. Isso permitiu que ela se familiarizasse com a interface e experimentasse a interação com o aplicativo de acordo com suas necessidades e preferências.

Na segunda partida, o participante entrou em uma sala criada por outro jogador que estava em local diferente. Essa dinâmica possibilitou uma experiência de jogo *multiplayer*, permitindo a interação com outros jogadores remotamente.

Devido à indisponibilidade do aplicativo para a plataforma iOS, foi disponibilizado um celular com Android para a pessoa com deficiência visual durante os testes. Essa pessoa já tinha familiaridade com o uso de dispositivos móveis, mas sem o auxílio do leitor de tela. Portanto, ela utilizou a interface de voz disponível no aplicativo para interagir e jogar as partidas.

4.2.3.1 Resultados

Após a realização das duas partidas, o jogador foi submetido a um pequeno questionário de avaliação de 0 a 5 sobre alguns aspectos do jogo. Os resultados estão documentados na tabela 2.

Tabela 2 – Avaliação do teste realizado pela pessoa com deficiência visual

Pergunta	Avaliação
Quão fácil foi interagir com o jogo no geral?	5
Quão fácil foi criar uma partida?	5
Quão fácil foi o processo de responder as perguntas?	5
Quão fácil foi entender o que as perguntas e alternativas estavam dizendo?	5
Quão competitivo o jogo lhe permitiu ser em relação aos outros jogadores?	5
Quão fluida foi sua experiência de jogo durante as perguntas?	4
Quão fluida foi sua experiência de jogo antes de entrar nas perguntas?	5

Fonte: Elaborada pelo autor

A experiência avaliada pelo usuário descreve um aplicativo que cumpriu o seu papel em promover acessibilidade. Algumas sugestões foram propostas, como a implementação da leitura da quantidade total de perguntas no *Quiz* e a possibilidade de alterar a velocidade que as

frases são ditas. Um dos comentários mais importantes durante essa sessão foi:

“Gostei, jogaria de novo e chamaria meus amigos pra jogar comigo, porque sou competitiva”.

O link dos vídeos completos dessa partida estão disponíveis em (TESTESESSÃO-TRÊS, 2023).

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste projeto, foi desenvolvido um aplicativo mobile de *quiz multiplayer* com foco na usabilidade e acessibilidade para pessoas com deficiência visual. Foram realizados testes com diferentes grupos de participantes, incluindo alunos de Engenharia de Computação e uma pessoa com deficiência visual, a fim de avaliar a funcionalidade, usabilidade e experiência geral do usuário.

No primeiro grupo de testes, composto por alunos do curso de Engenharia de Computação, foram identificados problemas iniciais relacionados à interface e ao servidor. A partir das sugestões dos participantes e do formulário de avaliação, foram feitas melhorias na leitura das respostas, na qualidade das frases faladas pela interface e na estabilidade do servidor. As mudanças implementadas resultaram em uma segunda sessão de testes mais satisfatória, na qual os participantes relataram uma experiência significativamente melhor.

No segundo grupo de testes, realizado com alunos da disciplina de Desenvolvimento de Aplicações Web, do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Ceará, o objetivo era avaliar a capacidade do servidor em lidar com múltiplas salas de jogos simultâneas. Apesar de algumas inconsistências e instabilidades encontradas, as medidas tomadas, como o aumento da capacidade do *backend*, ajudaram a mitigar os problemas temporariamente. Esses testes também permitiram avaliar a interação entre os participantes no mesmo espaço físico e coletar *feedbacks* específicos sobre a usabilidade e a experiência do usuário.

O terceiro grupo de testes envolveu uma pessoa com deficiência visual, proporcionando *insights* valiosos sobre a acessibilidade do aplicativo. A interação direta com o participante permitiu identificar barreiras e desafios enfrentados por usuários com deficiência visual, levando a adaptações na interface de voz para atender às suas necessidades e preferências.

Os resultados dos testes com os diferentes grupos de participantes foram bastante positivos. Os participantes elogiaram a proposta do aplicativo e destacaram a importância da acessibilidade para permitir que pessoas com deficiência visual possam desfrutar de jogos *multiplayer* de forma inclusiva. A implementação das melhorias sugeridas pelos participantes resultou em uma experiência de uso mais fluida e intuitiva.

No entanto, vale ressaltar que ainda há espaço para aprimoramentos adicionais. Algumas sugestões dos participantes, como mostrar quais perguntas foram acertadas por cada jogador e permitir a desativação da confirmação de resposta para aumentar a competitividade, são boas ideias para trabalhos futuros.

Além das melhorias mencionadas anteriormente, algumas sugestões adicionais para aprimorar ainda mais o aplicativo de *quiz multiplayer* incluem a implementação de um sistema de recompensas e conquistas para motivar os jogadores a continuarem participando e se engajando no jogo. Isso poderia envolver a distribuição de pontos, medalhas ou até mesmo o desbloqueio de conteúdos exclusivos à medida que os jogadores avançam e alcançam certos objetivos.

Outra possível melhoria é a adição de um modo de jogo personalizável, permitindo que os usuários criem seus próprios *quizes* e compartilhem com seus amigos. Com essa melhoria, será possível escolher o tema das perguntas ao abrir uma nova sala de jogo.

Além disso, a inclusão de recursos de tradução automática pode expandir o alcance do aplicativo para jogadores que falam diferentes idiomas. Isso permitiria que pessoas de diferentes regiões e culturas se conectassem e participassem.

Para melhorar o processo conversacional da interface, pode-se explorar o uso de inteligência artificial. Em vez de utilizar estados fixos em uma máquina de estado, um sistema baseado em IA poderia analisar as respostas dos jogadores de forma mais inteligente e adaptar as perguntas subsequentes com base nas respostas anteriores.

Por fim, para tornar o processo mais humano, uma sugestão é substituir as falas feitas pelo assistente do celular por narrações de uma pessoa real. Isso poderia adicionar uma dimensão emocional ao jogo, tornando as interações mais calorosas e pessoais. As narrações de uma pessoa real podem transmitir entonações, expressões e emoções que trazem uma sensação de proximidade e autenticidade aos jogadores.

Essas são algumas sugestões de melhorias que podem contribuir para a evolução contínua do aplicativo de *quiz multiplayer*.

REFERÊNCIAS

- ACCESSIBILITY.COM. **The State of Accessibility in Gaming in 2021**. 2021. Available at: <<https://www.accessibility.com/blog/the-state-of-accessibility-in-gaming-in-2021>>.
- ACTIONCABLE. 2023. <https://guides.rubyonrails.org/action_cable_overview.html>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- ALEXA. 2023. <<https://www.amazon.com.br/b?ie=UTF8&node=19949683011>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- ANDROID. 2023. <<https://developer.android.com/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- APIREST. 2023. <https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- BILLI, M.; BURZAGLI, L.; CATARCI, T.; AL. et. A unified methodology for the evaluation of accessibility and usability of mobile applications. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 9, n. 4, p. 337–356, 2010. Available at: <<https://doi.org/10.1007/s10209-009-0180-1>>.
- BISHOP, D.; RHIND, D. J. A. Barriers and enablers for visually impaired students at a uk higher education institution. **British Journal of Visual Impairment**, SAGE Publications, v. 29, n. 3, p. 177–195, 2011. Available at: <<https://doi.org/10.1177/0264619611415329>>.
- CAMARGO, L. S. d. A.; FAZANI, A. J. Explorando o design participativo como prática de desenvolvimento de sistemas de informação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 5, n. 1, p. 138–150, mar. 2014. Available at: <<https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/64103>>.
- CAVENDER, A.; LADNER, R. E. Hearing impairments. In: _____. **Web Accessibility: A Foundation for Research**. London: Springer London, 2008. p. 25–35. ISBN 978-1-84800-050-6. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-050-6_3>.
- EXPO. 2023. <<https://expo.io/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- GOOGLEHOME. 2023. <<https://home.google.com/welcome/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- GRÜBEL, J. M.; BEZ, M. R. Jogos educativos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, n. 2, dez. 2006. Available at: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14270>>.
- IOS. 2023. <<https://developer.apple.com/ios/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- JAVASCRIPT. 2023. <<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- LIU, Y.; AL. et. Integrating a voice user interface into a virtual therapy platform. In: **Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–6.

LUIZ, L. C.; REBELATTO, J. R.; COIMBRA, A. M.; RICCI, N. A. Associação entre déficit visual e aspectos clínico-funcionais em idosos da comunidade. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia, v. 13, n. 5, p. 444–450, Sep 2009. ISSN 1413-3555. Available at: <<https://doi.org/10.1590/S1413-35552009005000049>>.

MANIFESTOÁGIL. 2001. <<https://agilemanifesto.org/iso/ptbr/manifesto.html>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

MIRO. 2023. <<https://miro.com/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

MIROBOARD. 2023. <https://miro.com/app/board/uXjVPOPyomQ=?share_link_id=699845342065>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

PEARL, C. **Designing Voice User Interfaces: Principles of Conversational Experiences**. [S.l.]: O'Reilly Media, 2016. ISBN 978-1491955369.

PEISSNER, M.; DOEBLER, V.; METZE, F. Can voice interaction help reducing the level of distraction and prevent accidents. **Meta-Study Driver Distraction Voice Interaction**, Carnegie Mellon Univ. Pittsburgh, PA, USA, v. 24, n. 5, 2011.

PINTO, P. C. L.; SANCHEZ, T. G.; TOMITA, S. Avaliação da relação entre severidade do zumbido e perda auditiva, sexo e idade do paciente. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial., v. 76, n. 1, p. 18–24, Jan 2010. ISSN 1808-8694. Available at: <<https://doi.org/10.1590/S1808-86942010000100004>>.

REACTNATIVE. 2023. <<https://reactnative.dev/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

RUBYONRAILS. 2023. <<https://rubyonrails.org/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

SESTITO, C. O.; FIORAVANTI, M. L.; FORTES, R.; BARBOSA, E. **Accessibility in mobile applications for elderly users: a systematic mapping**. 2018.

SIRI. 2023. <<https://www.apple.com/br/siri/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

SONG, Y.; YANG, Y.; CHENG, P. The investigation of adoption of voice-user interface (vui) in smart home systems among chinese older adults. **Sensors**, v. 22, n. 4, 2022. ISSN 1424-8220. Available at: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/22/4/1614>>.

TAILWIND. 2023. <<https://tailwindcss.com/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

TESTESESSãOTRÊS. 2023. <<https://drive.google.com/drive/folders/1qBXiXczbpFQkMe111TgDMxNUUP2vehNS?usp=sharing>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

UBÍQUA. 2022. <<https://www.infoescola.com/informatica/computacao-ubiqua/>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

VOICE. 2023. <<https://www.npmjs.com/package/react-native-voice>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

YU, Z.; GAO, M.; WANG, L. The effect of educational games on learning outcomes, student motivation, engagement and satisfaction. **Journal of Educational Computing Research**, v. 59, n. 3, p. 522–546, 2021. Available at: <<https://doi.org/10.1177/0735633120969214>>.