

TETRIS CONTROLADO POR COMANDO DE VOZ: DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO UTILIZANDO UNITY E C#

Vitor Ramos da Silveira¹, Giácomo Antônio Althoff Bolan²

Resumo:

Assegurar a acessibilidade é uma questão prevista por lei, tanto em atividades do dia a dia quanto em atividades recreativas. Assim, em jogos digitais também devem conter acessibilidade. Com isso o presente projeto irá apresentar o jogo Tetris que irá possuir seus comandos controlados por controle de voz, sendo desenvolvido para pessoas com deficiência motora. Para isso foram realizados testes com 12 usuários sem deficiência, a fim de certificar a viabilidade do jogo controlado por comando de voz. Desta forma, com os resultados obtidos foi possível identificar a eficiência do comando de voz, alcançando uma alta taxa de precisão em todos os comandos.

Palavras-chave: Jogos; Unity; Comando de voz; Jogo Tetris.

ABSTRACT:

Ensuring accessibility is an issue provided for by law, both in everyday activities and in recreational activities. Therefore, digital games must also contain accessibility, so this project will present the game Tetris, which has its commands controlled by voice control, being developed for people with motor disabilities. To this end, tests were carried out with 12 users without disabilities, in order to certify the reliability of the game controlled by voice command. In this way, with the results obtained it was possible to identify the efficiency of the voice command, achieving a high accuracy rate in all commands.

Keywords: Games; Unity; Voice Command; Tetris Game;

¹vitormaisdasilveira@unesb.net

²kinhobolan@live.com

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, aproximadamente 24% da população é identificada com alguma deficiência, o que equivale a 45 milhões de brasileiros, e cerca de 13,2 milhões de pessoas relatam problemas na parte motora (IBGE, 2010). Segundo Amaral (2019) a inclusão social desses indivíduos é um desafio antigo, refletindo na estrutura social humana, composta por características únicas.

Na área de tecnologia, ainda existem barreiras significativas no desenvolvimento assertivo de jogos digitais para pessoas com deficiência. Desta forma a equipe de design tem a necessidade de incorporar ao meio acessibilidade e recursos necessários, permitindo que um maior número de pessoas com deficiência possam interagir (CEZAROTTO e CHAMBERLIN, 2021).

Conforme demonstra Zhang (et al., 2019) a relação entre jogos e aprendizagem é clara, principalmente quando se trata de jogos de quebra-cabeça, os quais estimulam as áreas cognitivas. Além disso, a psicoterapia utiliza estes jogos para melhorar a cooperação do paciente e ter mais facilidade de repassar o tratamento (SZCZESNA, et al., 2011).

Assim, a tecnologia, em especial os jogos eletrônicos, representam uma importante ferramenta para promover a aprendizagem, por meio do elemento lúdico (MONTEIRO e MAGAGNIN, 2008).

Por meio disso, na presente pesquisa será efetuado o aperfeiçoamento do jogo Tetris, voltado para a inclusão social que promove a participação ativa dessas pessoas na sociedade. O jogo será desenvolvido por meio da linguagem de programação C#, será efetuada a adaptação de um jogo na plataforma Unity, tendo como objetivo realizar o seu controle por meio do comando de voz, a fim de promover a inclusão social das pessoas com deficiência motora nos membros superiores.

2 JOGOS

Segundo S. Ng (2012) pode-se dizer que uma das primeiras formas de entretenimento digital foram os videogames, enquanto a televisão e o cinema

são formas passivas de entretenimento, os videogames necessitam de um envolvimento e interação constante do usuário.

O primeiro jogo de computador Spacewar, desenvolvido por Steve Russel do MIT, em 1961, seguido pelo lançamento do jogo Pong pela Atari em 1972, e consequentemente seguidos de videogames cada vez mais elaborados, a indústria cresceu de um nicho de mercado que atendia um pequeno grupo de jogadores para um mercado de sucesso, com consoles de jogos como Xbox e PlayStation (S. NG, 2012).

2.1 JOGOS TETRIS

Este jogo foi desenvolvido por Alexey Pajitnov, na União Soviética no ano de 1984, durante o período da Guerra Fria, no período que trabalhou com aperfeiçoamento de Inteligência Artificial. Para o desenvolvimento do jogo, teve inspiração no jogo de quebra-cabeça chamado de Pentaminó, que foi desenvolvido pelo matemático norte-americano Solomon Golomb, sendo que este jogo possui peças formadas por cinco quadrados e que podiam assumir até 12 formas diferentes (LICHAN, 2015 apud ALBUQUERQUE, 2021).

Alexey programava os jogos com o foco destinado a testar a capacidades dos computadores soviéticos, assim com o intuito de implementar o Pentaminó de uma forma simples no computador, ele decidiu retirar um quadrado de cada peça, formando assim peças de quatro quadrados, das quais podem assumir até sete formas distintas. O nome escolhido para o jogo deriva dos nomes tetramino, já que era formado por quatro quadrados, e tênis, sendo esse seu esporte favorito. Assim com a sua conclusão, o jogo desenvolvido chamou a atenção de várias pessoas, fazendo com que o mundo inteiro o conhecesse e tornando-se um sucesso, conforme dito por Alexey um ano após “O game apela para um lado diferente do ser humano, o lado da construção” (LICHAN, 2015 apud ALBUQUERQUE, 2021).

No presente momento, o jogo Tetris é considerado o jogo com mais vendas na história, na frente inclusive de jogos como “Minecraft” e “Grand Theft Auto V”, de acordo com a companhia, já foram mais de 500 milhões de

downloads em diferentes tipos de aparelhos, e produtos vendidos em mais de 50 diferentes plataformas em 200 países (IZABELLA, 2019).

3 COMANDO DE VOZ

É cada vez mais evidente a importância dos avanços tecnológicos na área de reconhecimento de voz, que visam aprimorar a interação entre usuário e computador (MARANGONI, 2006).

Marangoni ressalta ainda que por meio disso a tecnologia de reconhecimento adere o uso de *hands-free*, ou seja, de mãos livres, suportando assim o acesso de um lugar diferente da mesa de trabalho, melhorando a acessibilidade para os usuários com inabilidade, diminuindo os casos de ferimentos causado por repetição.

Com isso, se encontram os seguintes mecanismos de reconhecimento de voz no mercado:

- a) Microsoft Speech SDK;
- b) Google Cloud Speech-to-Text;
- c) IBM Watson Speech to Text;
- d) Unity Asset Store.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Essa seção tem como objetivo demonstrar uma comparação entre trabalhos já realizados, expondo as similaridades, diferenças e consequentemente evidenciando a maneira com que o tema do presente artigo. A comparação foi realizada entre os trabalhos a seguir:

- a) Pereira e Debatin (2022) “Acessibilidade em Jogo Digital via Comandos de Voz para Pessoas com Deficiência Motora”, o qual traz como objetivo o desenvolvimento de um jogo eletrônico do tipo 2D, com o controle por meio da voz, a fim de gerar acessibilidade para que todos possam jogar.
- b) Floriani (2019) “Tetris: Uma maneira divertida de aprender matemática” o qual realizou o desenvolvimento da metodologia com crianças da

educação especial, e obteve resultado positivo com a aprendizagem de matemática.

- c) Harada et al. (2011) “Voice Games: Investigation Into the Use of Non-speech Voice Input for Making Computer Games More Accessible”, o qual foi desenvolvido pelos autores um protótipo que aumenta os métodos tradicionais de entrada baseados em fala para tornar jogos de computador, que originalmente foram projetados para teclado e mouse.
- d) Sporka et al. (2006) “Non-speech input and speech recognition for real-time control of computer games”, neste artigo os autores realizaram a comparação do desempenho do usuário ao controlar o jogo Tetris usando reconhecimento de fala ou técnicas de entrada sem fala (zumbido).
- e) Piotrowski et al. (2019) “Voice Interactive Games”, neste trabalho de pesquisa foi descrito um novo algoritmo que substitui o controle por joystick ou as teclas de seta por comandos de voz.
- f) Bharathi et al. (2017) “Speech recognition based chess system for visually challenged”, propuseram um sistema no qual deficientes visuais podem jogar xadrez, utilizando apenas comandos de voz, sendo este sistema alimentado por algoritmos de aprendizado de máquina com a ajuda de um repositório disponível publicamente com mais de cinco milhões de jogos.

Ao analisar a Tabela 1, é possível identificar que entre as metodologias utilizadas para o reconhecimento de voz, possuem a variação de no máximo 10% entre os melhores resultados obtidos, já em relação aos jogos apenas dois dos artigos encontrados se tratam do mesmo jogo abordado neste artigo, o jogo Tetris, os demais são jogos variados. Contudo, entre todos os artigos é possível verificar a simplicidade dos controles de voz, além de que a soma maioria foram encontradas no idioma inglês.

Tabela 1 - Metodologia dos trabalhos relacionados

Autor	Jogo	Metodologia	Melhor precisão	Idioma
Pereira e Debatin	EcoVoz	Google Cloud Speech	89%	Português
Floriani	Tetris	N/A	N/A	Português
Harada et al.	Diversos	N/A	N/A	Inglês
Sporka et al.	Tetris	API MS SAPI 5.1	90%	Inglês
Piotrowski	Pong	RNC	99%	Inglês
Bharathi	Xadrez	SVM + HMM	95%	Inglês

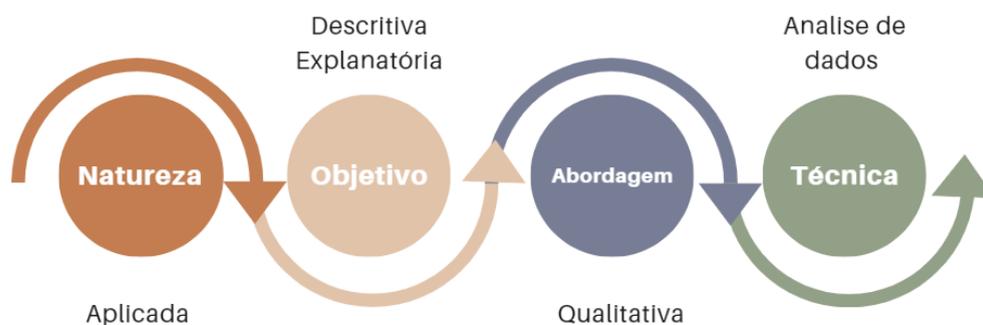
Fonte: Autor (2024)

5 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma pesquisa qualitativa aplicada, fundamentada em revisão bibliográfica, conforme o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Metodologia do projeto proposto

FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA



Fonte: Autor (2024)

Desenvolveu-se um jogo de Tetris controlado por comandos de voz, utilizando o motor de jogo Unity e a linguagem de programação C#. Para o reconhecimento de voz, empregou-se a biblioteca `UnityEngine.Windows.Speech`, que contém a classe `KeywordRecognizer`. Após a codificação do jogo, ele foi testado por um grupo de usuários. Ressalta-se ainda que o projeto passou pela banca de ética e consequentemente possui o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

5.1 ADAPTAÇÃO DO CONTROLE DE VOZ

Para o desenvolvimento do jogo por comando de voz, foi utilizado o projeto Tomino desenvolvido pelo Wojciech Czerski, adaptando o reconhecimento de voz disponibilizado pela Unity, o `KeywordRecognizer`. Recursos similares estão disponíveis na Unity Asset Store, que oferece uma ampla variedade de assets digitais, como modelos 3D, texturas e ferramentas úteis para desenvolvedores de jogos e aplicativos.

O projeto, logo dispõem dos arquivos `Game` e `GameController`, que foram utilizados para a realização da lógica de movimentos e do gerenciamento do fluxo principal do jogo, como atualizações, configurações iniciais, manipulações de eventos e atualizações, respectivamente.

Em relação a implementação do comando de voz, se faz necessário apenas a utilização desses dois arquivos. Porém em ambos criou-se o objeto do tipo `KeywordRecognizer`.

Para a implementação do `KeywordRecognizer` foi utilizado o método `Start`, que é padrão pela Unity, o qual faz parte do ciclo de vida do script `MonoBehavior`. Sendo utilizado quando o script é inicializado pela primeira vez ou então quando é ativado pela primeira vez em uma cena. Posteriormente é criado o objeto passando as `actions`, e como o `KeywordRecognizer`, permite passar o nível de confiança, será colocado o nível `Low`, pois o foco não é a precisão e sim a execução do comando em baixo nível de confiança para melhorar a experiência da jogabilidade.

Desta forma, com a palavra reconhecida, é associado a variável global Comando, e conforme ação irá executar a sua função. Em relação a comandos de movimentação é seguida a mesma estrutura, porém adicionando comandos de

movimento, como esquerda, direita, baixo, cima, derrubar, girar e parar. E para cada movimento reconhecido, é associado sua respectiva ação, por exemplo, se comando for esquerda, irá associar o *PlayerAction.MoveLeft* para a variável *action*. Ao final de cada comando executado, é necessário atribuir a variável comando com uma *string* vazia, pois como o movimento da peça é tratado no *update*, a ação é executada N frames por segundo de acordo com o FPS atual do dispositivo em que estiver rodando, ou seja, deverá executar o comando apenas uma vez ao ser reconhecido.

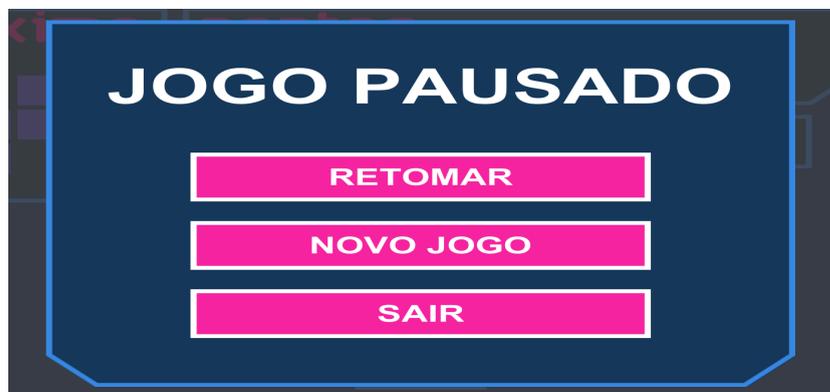
Já referente a tela do jogo Tetris, conforme demonstrado na Figura 1, foi desenvolvida de forma simples, contendo as principais informações, sendo: qual a próxima peça que irá aparecer, a quantidade de pontos acumulados até o momento, qual o nível do jogo, a quantidade de linhas concluídas, e a opção de pausar o jogo, na qual estão as opções de retomar, novo jogo e sair, exposto na Figura 2.

Figura 1 - Tela do jogo desenvolvido



Fonte: Autor (2024)

Figura 2 - Tela ao pausar o jogo Tetris



Fonte: Autor (2024)

5.2 MÉTRICAS

Para que qualquer que software seja utilizável, deve passar por um processo de testes a fim de garantir que o resultado funcione conforme o esperado nos seguintes aspectos: funcionalidade, desempenho e confiabilidade. No que diz respeito deste projeto, na qual envolve o processamento de áudio e a conversão de fala em ação, a importância dos testes é ainda mais crítica, sendo assim a precisão do texto gerado a partir do áudio é fundamental. Partindo desse princípio foi visto a métrica *Accuracy Rate*.

Já o *Accuracy Rate*, segundo Sebastiani (2002) é uma métrica utilizada com o intuito de avaliar o desempenho de um modelo de classificação em aprendizado de máquina, essa métrica mede a proporção de previsões corretas feitas pelo modelo em relação ao número total de previsões, sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$Accuracy = \frac{\text{Número de previsões corretas}}{\text{Número total de previsões}} \times 100\%$$

Sebastiani (2022) ressalta ainda que a alta taxa de *Accuracy* indica que esta sendo realizada na grande maioria dos casos previsões precisas, enquanto a baixa taxa indica que esta tendo dificuldade em realizar as previsões assertivas.

5.3 TESTES

Com o intuito da realização dos testes foi convidado um grupo de 12 usuários sem deficiência, com a faixa etária de 20-26 anos a fim de que jogassem utilizando o reconhecimento de voz para a movimentação das peças.

Para isso foi disponibilizado um link no Google Drive para o download do jogo, juntamente com um documento explicando os comandos para serem utilizados, e posteriormente o link do formulário, a fim de validar o jogo desenvolvido por controle de voz.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa seção apresenta e discute os resultados obtidos durante o projeto, permitindo analisar a sua contribuição. Desta forma a subseção 4.1 apresenta os dados adquiridos durante a métrica realizada a partir das palavras. A subseção 4.2 apresenta os dados retirados do formulário.

6.1 COMANDO DE PALAVRAS

Com o intuito de otimizar o tempo de resposta, foi analisado quais seriam as palavras chaves escolhida para cada ação no jogo Tetris, a escolha se deu por meio de palavras usuais no dia a dia a fim de facilitar a pronúncia e o entendimento do usuário, conforme demonstrado na Tabela 2, o qual está relacionado à palavra chave ao comando de voz e a sua respectiva ação.

Tabela 2 - Relacionamento do comando de voz e ação

Palavra chave	Ação
Esquerda	Peça se move para esquerda
Direita	Peça se move para a direita
Girar	Peça gira
Derrubar	Peça cai instantaneamente
Parar	Para o jogo, abre tela de menu
Retomar	Retorna o jogo do momento que parou
Novo jogo	Inicia um novo jogo
Jogar novamente	Após finalizar o jogo, abre tela para jogar novamente

Fonte: Autor (2024)

Assim, para que não ocorressem possíveis intervenções durante o cálculo da métrica, o processo foi realizado em um ambiente fechado, onde o som era exclusivamente referente às palavras chaves do jogo. Cada palavra chave foi submetida 50 vezes, na qual se teve os seguintes resultados aplicando a métrica *Accuracy Rate*, demonstrado da Tabela 3, o qual totalizou com a média da métrica de 95,75%.

Tabela 3 - Métrica *Accuracy Rate* aplicada nas palavras chaves

Palavra chave	Resultado da métrica
Esquerda	98%
Direita	96%
Girar	98%
Derrubar	96%
Parar	96%
Retomar	94%
Novo jogo	92%
Jogar novamente	96%
Média	95,75%

Fonte: Autor (2024)

Dito isso, não foi possível utilizar a métrica WER, pois o *KeywordRecognizer* foi projetado apenas com palavras chaves específicas e acionar o evento *OnPhraseRecognized* somente quando uma dessas palavras chaves é reconhecida, não sendo possível armazenar falas que fossem diferentes das que foram determinadas. Desta forma foi utilizado a métrica *Accuracy Rate* para identificar a precisão do reconhecimento de voz, na qual se é dividido o número de palavras corretas ou reconhecidas pela quantidade total de palavras apresentadas ao sistema de reconhecimento de voz. Além de que essa métrica foi adaptada para que seja

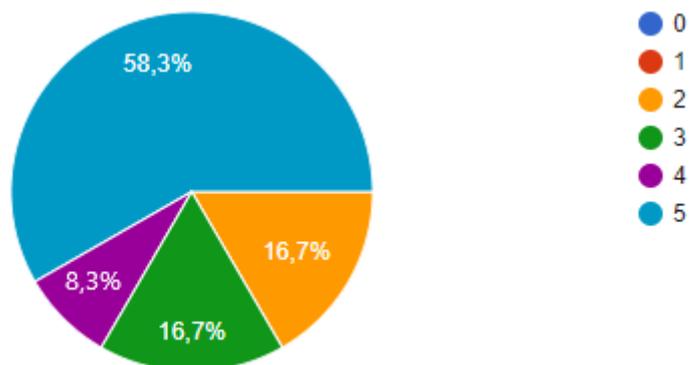
utilizada para o uso específico de um grupo de palavras, visando a aplicação deste método.

6.2 ANÁLISE DOS TESTES

Os testes tiveram como objetivo a execução do jogo com dois tipos de controles, sendo o padrão (teclado) e o realizado durante o projeto, por controle por voz. Ao todo foram coletadas 12 amostras, sendo possível coletar informações sobre desempenho dos usuários utilizando controle de voz para executar os comandos.

Em primeiro momento foi questionado sobre a frequência da utilização de jogos, com a classificação de 0 a 5, sendo 0 correspondente a um usuário que teve a primeira interação com um jogo digital e 5 contato diário com jogos digitais. Desta forma é possível delinear um comparativo entre as experiências anteriores com jogos digitais. A partir disso o Gráfico 1 demonstra que 58,3% dos usuários possuem contato diário com jogos digitais.

Gráfico 1 - Você se considera um usuário frequente de jogos digitais? (0 para o primeiro contato e 5 para contato diário)

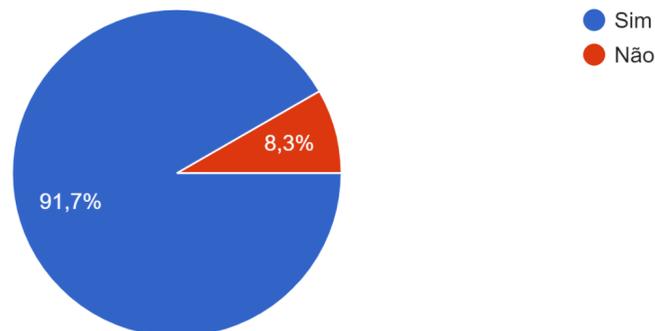


Fonte: Autor (2024)

Partindo desse ponto é possível avaliar que 91% dos usuários conseguiram mover as peças até completar uma linha completa no jogo Tetris controlado por voz, conforme demonstrado no Gráfico 2. Ao verificar o usuário que não conseguiu

completar a linha, o mesmo informou que possui pouco contato com jogos digitais, tendo classificado como 2.

Gráfico 2 - Ao jogar utilizando o controle por voz, você conseguiu mover as peças até completar uma linha completa?

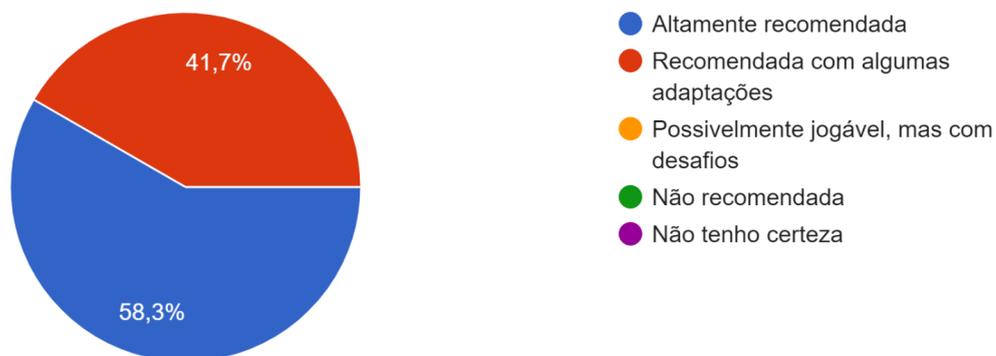


Fonte: Autor (2024)

Por fim foi realizada a pergunta se indicaria o jogo para pessoas com limitações motoras na parte superior do corpo, e que se possível descrevesse o motivo da escolha, conforme demonstrado pelo Gráfico 3, 58,3% informou que recomendaria o jogo contra 41,7% que recomendaria o jogo com alterações.

Entre as alterações sugeridas pelos usuários estão, na alteração das palavras para o comando de voz, passando para letras, como por exemplo, falar 'D', 'E' para movimentações. 'G' para girar e 'C' para cair. E foi sugerido que alterasse o tempo de velocidade das peças, já que em níveis mais elevados fica complicado acompanhar a alteração das peças por meio do comando de voz, o mesmo sugeriu que seria interessante deixar a velocidade das peças constante ou em um nível que permita o acompanhamento por voz.

Gráfico 3 - Dada sua experiência com o jogo controlado por voz, você recomendaria que pessoas com limitações motoras na parte superior do corpo experimentassem o jogo?



Fonte: Autor (2024)

7 CONCLUSÃO

Este estudo indica um avanço significativo no uso do reconhecimento de voz no contexto de jogos digitais, especialmente no que se refere à inclusão social. Embora os testes realizados tenham sido conduzidos apenas com usuários sem deficiência, o jogo desenvolvido mostrou-se adaptado para atender às necessidades de pessoas com deficiência motora superior, entendendo todos os comandos que foi incluído. A pesquisa contribuiu significativamente para o campo, oferecendo uma abrangente inclusão social.

Os resultados obtidos evidenciam a eficiência do comando de voz, alcançando uma alta taxa de precisão em todos os comandos, o que destaca a relevância e aplicabilidade prática do trabalho ao inovar uma nova forma de interagir com jogos digitais por meio de tecnologias de reconhecimento de voz. Esta eficiência foi alcançada após uma pesquisa bibliográfica que levantou as principais técnicas de reconhecimento de voz, permitindo compreender o funcionamento e direcionamento do desenvolvimento dos jogos, assim como identificar as ferramentas que melhor se adequam ao escopo do projeto.

Em resumo, esta pesquisa representa um passo significativo para a integração da tecnologia de reconhecimento de fala em contextos de jogos digitais. Apesar de existirem limitações a superar, o benefício da inclusão social em jogos digitais é significativo. Portanto, este artigo serve como uma base para pesquisas futuras e desenvolvimentos de sistemas de reconhecimento de voz mais avançados.

Identifica-se, contudo, a necessidade de aprimoramentos, em situações como em um ambiente que exista mais de uma pessoa falando e performance do reconhecimento de voz. Pesquisas futuras devem focar em desenvolver técnicas mais avançadas para separar e identificar diferentes fontes de áudio em ambientes ruidosos, onde múltiplas pessoas estão falando ao mesmo tempo, tendendo a superar esses desafios. A coleta de feedbacks serão fundamentais para refinar o reconhecimento de voz, garantindo a sua precisão.

Em conclusão, este estudo não apenas demonstra um progresso notável na tecnologia de reconhecimento de voz para os jogos digitais, mas também estabelece uma base sólida para futuras inovações na área. O trabalho apresenta uma contribuição evidente: ele pavimentou o caminho para uma inclusão social mais abrangente, servindo como um fomento para futuras pesquisas e desenvolvimentos no campo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Lucas Costa. **Pessoa com deficiência: inclusão e acessibilidade na sociedade contemporânea**, 2019 Legis Augustos, Rio de Janeiro, v. 12 n. 1 (2019) Disponível em: <<https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/legisagustus/article/view/444>>. Acesso em 22/04/2023.

ALBURQUERQUE. **Processo de construção do jogo Tetris no Unity como incentivo à aprendizagem de programação**. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/7772>>. Acesso em 05/08/2023.

A. SZCZESNA, J. GRUDZINSKI, T. GRUDZINSKI, R. MIKUSZEWSKI and A. DEBOWSKI. **The psychology serious game prototype for preschool children**, 2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), Braga, Portugal, 2011, pp. 1-4. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6165435>>. Acesso em 15/05/2023.

B. BHARATHI, S. KAVITHA, D. S. SHASHAANK, S. Priyanka and V. Sriram. **Speech recognition based chess system for visually challenged**. 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS), Chennai, India, 2017, pp. 1797-1801, doi: 10.1109/ICECDS.2017.8389758.

CEZAROTTO, M. A.; CHAMBERLIN, B. **Towards accessibility in educational games: a**

framework for the design team. InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação, [S. l.], v. 18, n. 2, 2021. DOI: 10.51358/id.v18i2.931. Disponível em: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/931>. Acesso em: 22/04/2023.

PEREIRA, Matheus de Medeiros; DEBATIN, Lucas. **Acessibilidade em Jogo Digital via Comandos de Voz para Pessoas com Deficiência Motora.** Portal de Periódicos da Univali, 2022, v.13 (2022). DOI: 10.14210/cotb.v13.p103-110. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/18739>>. Acesso em: 22/04/2023.

FLORIANI, Jenifer; LUCHTENBERG, Rayra Luiza; CALEFI, Josiani Bernardo. **TETRIS: UMA MANEIRA DIVERTIDA DE APRENDER MATEMÁTICA.** XXXV FEIRA CATARINENSE DE MATEMÁTICA, 2019. Disponível em: <<https://bu.furb.br/soac/index.php/feirasMat/pub/paper/viewFile/4077/1000#page=34>> Acesso em 16/10/2023.

HARADA, SUSUMU & WOBBROCK, JACOB & LANDAY, JAMES. (2011). **Voice Games: Investigation Into the Use of Non-speech Voice Input for Making Computer Games More Accessible.** 11-29. 10.1007/978-3-642-23774-4_4.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos 2010. **Inovações e impactos nos sistemas de informações estatísticas e geográficas do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IZABELLA, Fernanda. **“Tetris” faz 35 anos, e Alexey Pajitnov nem pensa em reclamar.** 2019. Disponível em: . Acesso em: 10/09/ 2023.

J. P. PIOTROWSKI, E. A. YFANTIS, A. CAMPAGNA, Q. CORNU AND G. M. GALLITANO. **Voice Interactive Games.** 2019 *IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*, New York, NY, USA, 2019, pp. 0780-0784, doi: 10.1109/UEMCON47517.2019.8993015.

MARANGONI, Josemar Barone; PRECIPITO, Waldemar Barilli. **Reconhecimento e sintetização de voz usando JAVA SPEECH.** Revista científica eletrônica de sistema de informação - Publicação científica da faculdade de Ciências Jurídicas e Gerencias de Garça/FAEG, ano II, número 04, fevereiro de 2006 - ISSN 1807-1872. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1429969-Reconhecimento-e-sintetizacao-de-voz-usando-java-speech.html>>. Acesso em 05/08/2023.

MONTEIRO, Tairine Vieira Barros, MAGAGNIN, Cláudia Dolores Martins. **Importância dos jogos eletrônicos na formação do aluno.** 2008, Goiás. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/248/o/Tairine_Vieira_Barros_Monteiro_Cla_dia_Dolores_Martins_Magagnin_e_Cl_udia_Helena_dos_Santos_Arajo.pdf>. Acesso em 23/06/2023.

RABELO, Liomar Renner Araujo. **Um estudo de caso do modelo de reconhecimento de voz whisper para transcrição de conferências tedx via aprendizado fraco.** 2022. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Software)-Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Quixadá, 2022. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/73941>>. Acesso em 07/05/2024

SEBASTIANI, Fabrizioi. **Machine learning in automated text categorization.** ACM Comput. Surv. 34, 1 (March 2002), 1–47. <https://doi.org/10.1145/505282.505283>

S. Ng, "Uma Breve História das Tecnologias de Entretenimento", em *Proceedings of the IEEE*, vol. 100, não. Edição especial do centenário, pp. 1386-1390, 13 de maio de 2012, doi: 10.1109/JPROC.2012.2189805.

SPORKA, ADAM & KURNIAWAN, SRI & MAHMUD, MURNI. (2006). **Non-speech input and speech recognition for real-time control of computer games.** Eighth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS 2006. 2006. 213-220. 10.1145/1168987.1169023.

Y. ZHANG, Z. SHEN AND Y. ZHANG. **Research on the Design of Puzzle Games Based on Unity 3D**, 2019 IEEE 2nd International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII), Seoul, Korea (South), 2019, pp. 145-148, doi: 10.1109/ICKII46306.2019.9042694.