

Rodrigo Santos Mulser

**Desenvolvimento de Uma API de Comando de Voz Para  
Deficiência Visual no Xadrez**

Goiânia  
1 de fevereiro 2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

### 1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Rodrigo Santos Mulser

Título do trabalho: **Desenvolvimento de uma API de comando de voz para deficiência visual no xadrez**

### 2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [ x ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

#### Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

**Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Alisson Assis Cardoso, Professor do Magistério Superior**, em 01/02/2024, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Santos Mulser, Discente**, em 01/02/2024, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4321709** e o código CRC **37D9AE35**.

Rodrigo Santos Mulser

## **Desenvolvimento de Uma API de Comando de Voz Para Deficiência Visual no Xadrez**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia no curso de graduação em Engenharia da Computação da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da Universidade Federal de Goiás.

Universidade Federal de Goiás  
Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação

Prof. Orientador: Dr. Alisson Assis Cardoso

Goiânia  
01 de fevereiro de 2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Mulser, Rodrigo Santos  
Desenvolvimento de Uma API de Comando de Voz Para Deficiência Visual no Xadrez [manuscrito] / Rodrigo Santos Mulser. - 2024.  
XVI, 16 f.

Orientador: Prof. Dr. Alisson Assis Cardoso.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Engenharia da Computação, Goiânia, 2024.  
Bibliografia. Apêndice.

1. Deficiência Visual. 2. Xadrez. 3. Solução em Software. 4. Tecnologia Assistiva. 5. Python. I. Cardoso, Alisson Assis, orient. II. Título.

CDU 004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) 1 dia(s) do mês de fevereiro do ano de 2024 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “**Desenvolvimento de uma API de comando de voz para deficiência visual no xadrez**”, de autoria de Rodrigo Santos Mulser, do curso de Engenharia de Computação, do(a) Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação, e da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Prof. Dr. Álisson Assis Cardoso com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Dr. Gustavo Souto de Sá e Souza e do Prof. Dr. José Wilson Lima Nerys. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de **9,8**, tendo sido o TCC considerado **aprovado**.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Souto De Sa E Souza, Técnico de Laboratório**, em 01/02/2024, às 14:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alisson Assis Cardoso, Professor do Magistério Superior**, em 01/02/2024, às 14:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Wilson Lima Nerys, Professor do Magistério Superior**, em 01/02/2024, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4321710** e o código CRC **82345FEB**.

# Desenvolvimento de uma API de comando de voz para deficiência visual no xadrez

Autor: Rodrigo Santos Mulser  
Prof. Orientador: Dr. Alisson Assis Cardoso

**Resumo** – Os desafios enfrentados por pessoas com deficiência ao longo de sua trajetória educacional, desde a alfabetização até a vida adulta, são inúmeros. Ao longo do desenvolvimento da sociedade, há uma busca incessante por proporcionar aos cidadãos com deficiência maior acesso, permitindo que explorem e desenvolvam seu potencial como indivíduos, além de estimular o convívio social. Embora seja fundamental incentivar a socialização e a inclusão social, é igualmente primordial criar condições que permitam superar quaisquer limitações. Com o avanço dos sistemas de software, hardware e tecnologias associadas, o desenvolvimento dessas condições tornou-se uma realidade tangível. No âmbito do ensino e desenvolvimento de pessoas com deficiência visual e os benefícios decorrentes da prática esportiva, com ênfase na modalidade de xadrez, a presente pesquisa descreve a implementação de uma solução em software. Essa solução visa possibilitar a participação de indivíduos com deficiência visual em plataformas digitais dedicadas ao xadrez, com foco nas atividades de prática, estudo e divulgação desse jogo estratégico. A implementação concentra-se na interação por meio de voz, consistindo na interpretação das instruções vocalizadas para a movimentação das peças, além de fornecer, em formato de áudio, as jogadas do adversário para o jogador.

**Palavras-chave:** Deficiência visual; Xadrez; Solução em software; Acessibilidade; Tecnologia assistiva; Interação por voz; Python.

**ABSTRACT** – The challenges faced by individuals with disabilities throughout their educational journey, from literacy to

adulthood, are numerous. Throughout the development of society, there is an incessant pursuit of providing citizens with disabilities greater access, allowing them to explore and develop their potential as individuals, and promoting social interaction. While it is crucial to encourage socialization and social inclusion, it is equally essential to create conditions that enable overcoming any limitations. With the advancement of software, hardware, and associated technologies, the development of these conditions has become a tangible reality. In the context of teaching and developing individuals with visual impairments and the benefits derived from sports practice, with an emphasis on the game of chess, this research describes the implementation of a software solution. This solution aims to facilitate the participation of individuals with visual impairments on digital platforms dedicated to chess, focusing on practical activities, study, and the promotion of this strategic game. The implementation focuses on voice interaction, involving the interpretation of vocalized instructions for piece movements, and providing the opponent's moves to the player in audio format.

**Keywords:** Visual impairment; Chess; Software solution; Accessibility; Assistive technologies; Voice interaction; Python.

## I. Introdução

Os obstáculos enfrentados por pessoas com deficiência ao longo de sua trajetória educacional, desde a alfabetização até a vida adulta, são numerosos. No contexto educacional, a prática do xadrez transcende a mera diversão educativa, pois ela oferece aos participantes várias

oportunidades significativas de socialização e inclusão social. Além disso, contribui para o desenvolvimento da autoconfiança, cognição, memória, habilidades táteis, paciência e concentração e, ainda, estimula a resolução de problemas.

Quando se considera a deficiência visual na prática do xadrez, surgem inúmeros obstáculos para a participação efetiva nesse jogo. Apesar dos desafios, a prática do xadrez tem ganhado cada vez mais adesão entre indivíduos com deficiência visual, proporcionando benefícios notáveis no desenvolvimento pessoal e social.

A promoção da inclusão social e o acesso justo a atividades educacionais e esportivas constituem pilares essenciais em sociedades que almejam a igualdade. Dentro do âmbito do xadrez adaptado para deficientes visuais, a missão é difundir os inúmeros benefícios desse jogo estratégico, ultrapassando limitações físicas e sociais.

Para D’Agostini (2002) e Filguth (2007), jogar xadrez promove o desenvolvimento e aprimoramento de diversas habilidades, incluindo foco, avaliação de opções e planejamento estratégico durante a partida. E que o objetivo do xadrez é oferecer, de maneira agradável, o aprimoramento dessas mesmas habilidades. Embora nenhuma dessas habilidades seja exclusiva do xadrez, todas elas são integradas de maneira essencial ao jogo. E isso é possível com o xadrez adaptado.

E Pinto e Cavalcanti (2005) também concordam que além dessas habilidades, é possível notar sua influência em diversas áreas do desenvolvimento, como coordenação motora, orientação espacial, memória, atenção e concentração, raciocínio, antecipação e planejamento, socialização, linguagem e comunicação.



Fonte: Guia de Rodas. Disponível em: <<https://shre.ink/rqvF>>.

Entre as atuais dificuldades enfrentadas pelos deficientes visuais, destaca-se como a mais crítica a obtenção de ferramentas essenciais, como o relógio adaptado para partidas com tempo. Esse item, crucial para a realização de competições e

torneios, enfrenta um obstáculo considerável devido aos preços proibitivos, sendo um produto importado da Espanha, sem alternativas disponíveis para aquisição local. O impacto financeiro torna-se acentuado ao considerar o câmbio da moeda local, tornando esse relógio adaptado, de longe, o componente mais dispendioso e, conseqüentemente, um desafio significativo na promoção de partidas e campeonatos para a comunidade de deficientes visuais.

O presente estudo tem como objetivo aprofundar a compreensão da dinâmica das partidas de xadrez entre jogadores com deficiência visual, destacando as adaptações que efetivamente promovem uma jogabilidade mais fluida. A partir dessa compreensão, busca-se, por meio da implementação de software, disponibilizar recursos que permitam interação em plataformas web dedicadas à prática, ao estudo e ao acompanhamento de partidas de xadrez. O enfoque inicial da implementação concentra-se na incorporação de funcionalidades que facilitem a prática do xadrez, com planos de expansão para incluir outras capacidades, como o acompanhamento de partidas on-line. Isso poderá ser complementado por um menu de opções que proporcionará acesso aos diversos modos oferecidos pelas plataformas digitais, ampliando assim a experiência e a participação na comunidade enxadrística.

## II. Xadrez: origem e como se joga

O xadrez é um jogo que busca proporcionar diversão e satisfação durante a sua prática. Além de depender do raciocínio dos jogadores, ao contrário de depender da “sorte”, o xadrez é reconhecido por sua complexidade. O tabuleiro possui 64 casas, e cada jogador começa com 32 peças de seis tipos diferentes. Cada peça tem sua própria importância, movimentos e maneiras específicas de captura.

Castro (1994) afirma que há pesquisadores que sugerem que o xadrez pode ter se originado no Egito ou na China. Acredita-se que o jogo evoluiu a partir de um antigo jogo chamado chaturanga, com nome sânscrito, que já existia na Índia no início do século VII. O jogo chaturanga se difundiu pelo mundo através de rotas comerciais e conquistas militares. Os persas o adotaram, chamando-o de “shatranj”, e durante a expansão islâmica, o xadrez chegou ao mundo árabe, mas teve modificações em regras e peças. Essa versão do jogo se espalhou pela Europa, influenciando

sua forma atual. Ao longo dos séculos, o xadrez passou por diversas mudanças nas regras, chegando aos movimentos atuais das peças na Idade Média. Durante o Renascimento, tornou-se popular na Europa, associado à nobreza.

A influência da tecnologia no xadrez foi significativa, com programas de computador capazes de superar os melhores jogadores humanos. Atualmente, o xadrez é praticado em todo o mundo por milhões de pessoas, tanto em níveis amadores quanto profissionais. A tradição do jogo é mantida por meio de torneios, partidas on-line e o prestigiado Campeonato Mundial.

O jogo de xadrez, conforme D'Agostini (2002), trata-se de um esporte intelectual/mental jogado entre dois oponentes ou equipes. O confronto se inicia com ambos os lados possuindo forças equivalentes, isto é, o mesmo número de peças, as quais são diferenciadas por cores, geralmente pretas e brancas.

O jogo ocorre em um tabuleiro quadrado, dividido em 64 casas. O tabuleiro é posicionado de modo que o jogador tenha a casa angular branca à sua direita. As sessenta e quatro casas do tabuleiro compõem as oito colunas, as oito fileiras horizontais e as diagonais.

Cada casa do tabuleiro é identificada por uma denominação específica, determinada pelo cruzamento de uma fila (horizontal) com uma coluna (vertical). As colunas são designadas por letras de “a” até “h”, enquanto as filas são numeradas de “1” a “8”. As 32 peças posicionadas no tabuleiro seguem leis convencionais de movimentação e estão distribuídas igualmente entre os dois lados, com 16 peças para cada. Essas peças incluem 2 torres, 2 cavalos, 2 bispos, 1 dama e 1 rei.

Os peões ocupam a segunda fileira horizontal; as torres são posicionadas nas casas angulares; os cavalos ficam ao lado das torres; e os bispos são colocados ao lado dos cavalos. A dama branca é posicionada na casa branca, enquanto a dama preta ocupa a casa preta. Os reis ocupam as casas remanescentes. Cada peça tem seu próprio movimento específico. Como citado a seguir:

- Rei — é a peça central e mais importante do jogo. Ele pode se mover para qualquer casa adjacente, horizontal, vertical ou diagonal. O principal objetivo do jogo é dar xeque-mate ao rei adversário, o que significa que o rei está sob ameaça e não tem movimentos legais para escapar.
- Dama — é a peça mais poderosa. Ela pode se mover em qualquer direção, horizontal,

vertical ou diagonal, por qualquer número de casas.

- Torre — essas peças movem-se horizontal ou verticalmente por qualquer número de casas. Cada jogador começa com duas torres, que geralmente ficam nas extremidades do tabuleiro.
- Bispo — essas peças movem-se diagonalmente por qualquer número de casas. Cada jogador começa com dois bispos.
- Cavalo — movimento do cavalo é único, em forma de “L”. Ele pode pular sobre outras peças e move-se duas casas em uma direção (horizontal ou vertical) e depois uma casa perpendicular a essa direção. Cada jogador começa com dois cavalos.
- Peão — essas peças movem-se para frente, mas capturam peças adversárias diagonalmente. No primeiro movimento, um peão pode avançar duas casas. Quando um peão alcança a oitava fileira do adversário, ele pode ser promovido a qualquer outra peça (exceto o rei).

Ao iniciar uma partida, as peças do jogo assumem posições específicas, sendo as brancas as responsáveis pelo primeiro lance, seguidas pelas pretas e assim por diante. O objetivo principal do jogo é alcançar o xeque-mate no adversário. O jogador que conseguir realizar essa jogada crucial é declarado o vencedor da partida. Porém antes desse desfecho acontecer, diversas ações ocorrem com o movimento estratégico das peças. E é essa combinação de estratégia e tática que torna o xadrez um jogo complexo e fascinante.

### III. Tecnologia assistiva e o xadrez

De acordo com Lopes e Marchi (2015, p. 48), tecnologia assistiva é:

Uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Como exemplo de recursos de tecnologia assistiva pode-se citar teclados, sensores eletrônicos, softwares e plataformas, representam exemplos concretos de recursos de tecnologia assistiva. Além disso, esses recursos são

projetados com ênfase na facilidade de utilização, considerando sempre as particularidades e desafios próprios a cada tipo de deficiência.

Dessa forma, a tecnologia assistiva pode proporcionar às pessoas com deficiência visual uma melhor experiência ao jogar xadrez. Pois o propósito essencial da tecnologia assistiva é impulsionar a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social desses indivíduos.

A tecnologia assistiva é importante para ajudar pessoas com deficiência a serem independentes e superarem obstáculos. A tecnologia assistiva está em constante evolução, sempre melhorando à medida que novas ideias e avanços tecnológicos surgem para atender às diferentes necessidades da comunidade de pessoas com deficiência. Pois conforme Bersch (2008, *apud* LOPES; MARCHI, 2015, p. 48), “para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

Na atualidade, a prática do xadrez por deficientes visuais superou diversos obstáculos, contando agora com tabuleiros adaptados, regras específicas que nivelam as condições de jogo e, adicionalmente, ferramentas tanto em hardware quanto em software que viabilizam de maneira eficaz a participação na prática do xadrez. Ferramentas como a Alexa, da Amazon, também possibilitam a prática de xadrez por deficientes visuais, acatando comando de voz.

Diversas áreas se beneficiam da aplicação da tecnologia assistiva, como, por exemplo:

- **Mobilidade:** Cadeiras de rodas motorizadas, scooters, andadores e exoesqueletos são exemplos de dispositivos que aprimoram a mobilidade de pessoas com dificuldades motoras.

- **Comunicação:** Softwares e dispositivos que facilitam a comunicação para aqueles com dificuldades na fala, como softwares de síntese de voz, sistemas de comunicação aumentativa e alternativa (CAA) e dispositivos de entrada alternativos.

- **Visão:** Leitores de tela, lupas eletrônicas, bengalas eletrônicas e sistemas de reconhecimento de voz são tecnologias destinadas a auxiliar pessoas com deficiência visual.

- **Audição:** Sistemas de amplificação sonora, aparelhos auditivos, implantes cocleares e softwares de

transcrição automática oferecem suporte a pessoas com deficiência auditiva.

- **Cognição:** Ferramentas e aplicativos projetados para apoiar indivíduos com dificuldades de aprendizado, memória ou concentração.

- **Acessibilidade na Web:** Tecnologias e práticas visando tornar a internet e aplicativos online mais acessíveis, como legendas em vídeos, descrições de imagens e designs de interface amigáveis.

A tecnologia assistiva desempenha um papel crucial na promoção da autonomia e na superação de barreiras, permitindo que pessoas com deficiência alcancem seus objetivos pessoais, acadêmicos e profissionais. E essa tecnologia continua a evoluir à medida que novas inovações e avanços tecnológicos são desenvolvidos para atender às diversas necessidades da comunidade de pessoas com deficiência.

Durante uma entrevista telefônica com o Sr. Oneide de Souza Figueiredo, coordenador do projeto denominado “Xeque-Mate para Todos”, também deficiente visual, foi possível aprofundar a compreensão acerca da dinâmica de partidas de xadrez envolvendo indivíduos com limitações visuais. Tal diálogo proporcionou uma visão mais clara sobre as necessidades existentes no desenvolvimento de equipamentos adicionais para apoiar a prática do xadrez, especialmente em eventos como campeonatos.

O relógio de jogo adaptado para o deficiente visual, atualmente é produzido na Espanha e por questões de logística e câmbio de moeda é um artefato de difícil aquisição e alto custo.



Fonte: Maiakowsky. Disponível em: <<https://shre.ink/rqvD>>.

O KAISSA 22013413, consiste em um relógio para partida de xadrez com voz digital, acesso para fones de ouvido e 6 botões, sendo os botões C e D para configuração do relógio e ajuste para as partidas e os demais botões A B e E F, nas extremidades, são para que os jogadores possam consultar o tempo de seu adversário e o próprio.

A regulamentação de partidas de xadrez com a participação de deficientes visuais:

- Os lances deverão ser anunciados claramente, repetidos pelo adversário e executados no seu tabuleiro. Quando promover um peão, o jogador deve anunciar qual peça foi escolhida. Para que o referido anúncio seja o mais claro possível, sugere-se o uso dos seguintes nomes ao invés das correspondentes letras algébricas.

A-Anna

B-Bella

C-Cesar

D-David

E-Eva

F-Felix

G-Gustav

H-Hector

- As fileiras das brancas até as pretas devem receber os algarismos em alemão:

1-eins (um)

2-zwei (dois)

3-drei (três)

4-vier (quatro)

5-fuenf (cinco)

6-sechs (seis)

7-sieben (sete)

8-acht (oito)

- O roque é anunciado “Lange Rochade” (Grande Roque em idioma alemão) e “Kurze Rochade” (Pequeno roque em idioma alemão).
- As peças usam os nomes em idioma alemão:

“Koenig” (Rei), “Dame” (Dama), “Turm” (Torre), “Laeufer” (Bispo), “Springer” (Cavalo) e “Bauer” (Peão).

As adaptações no xadrez para diferentes deficiências visuais são projetadas para permitir que os jogadores com deficiências visuais possam jogar xadrez. As adaptações comuns incluem tabuleiros de xadrez especiais que têm as casas marcadas com relevo e/ou que possuem conexões magnéticas para manter as peças em seus lugares. Além disso, as peças de xadrez são geralmente

feitas de materiais que possam ajudar os jogadores a identificá-las ao toque. Por exemplo, as peças podem ter padrões em relevo ou superfícies ásperas. Além disso, algumas peças de xadrez são feitas de materiais que produzem sons diferentes quando tocadas, como plástico.

As adaptações oficiais para o xadrez em competições para deficientes visuais incluem:

- Peças táteis – peças de xadrez táteis são usadas, com diferentes formas ou texturas para identificar cada peça.
- Tabuleiro tátil – o tabuleiro também é adaptado com texturas ou relevos para ajudar os jogadores a localizarem as peças.
- Anúncio de jogadas – as jogadas são anunciadas para que os jogadores possam seguir o jogo sem a necessidade de ver o tabuleiro.
- Temporizador tátil – um temporizador tátil é usado para que os jogadores possam acompanhar o tempo de jogo.
- Ajudante – alguns jogadores optam por ter um ajudante que pode anunciar jogadas ou mover peças para eles.

Essas adaptações garantem que os jogadores com deficiência visual possam participar e competir no xadrez com igualdade de condições.

#### IV. Desenvolvimento do Software: arquitetura e funcionalidades

Após o entendimento da dinâmica e padrões de comunicação entre enxadristas, que apesar de sua deficiência visual praticam e participam de campeonatos com boa performance, idealizou-se uma solução para atacar os pontos críticos de uma partida on-line com instruções somente pela voz.

Para atacar esse desafio conta-se com bibliotecas que permita o reconhecimento da instrução e conversão em texto, uma biblioteca direcionada ao xadrez que nos permite apresentar o tabuleiro, enviar comandos e analisar se as jogadas são ou não válidas, e outra biblioteca que nos permita processar textos para voz para que o jogador tenha o feedback em áudio de suas ações no jogo e do retorno de seu adversário.

É notável que a linguagem de programação Python possui dentre suas bibliotecas várias que possibilitem as abordagens que pensamos para criar uma solução de comunicação com o jogo principalmente uma solução que permita interação com plataformas on-line ou com a utilização do protocolo UCI.

Sendo que UCI (Universal Chess Interface) é um padrão de comunicação entre programas de xadrez (engines de xadrez) e interfaces gráficas de usuário. Ele foi projetado para permitir a interoperabilidade entre diferentes engines e interfaces, facilitando a integração de novas engines em interfaces de xadrez existentes.

Speech Recognition — é uma biblioteca Python que permite que você faça reconhecimento de voz em seus aplicativos. Com essa biblioteca, você pode registrar áudio de um microfone e, em seguida, usar vários engines de reconhecimento de voz (Google, Sphinx etc.) para traduzir o áudio em texto. A biblioteca suporta vários idiomas e pode ser usada para criar aplicativos de reconhecimento de voz simples ou mais avançados. Algumas das características incluem reconhecimento de comandos de voz, transcrição de áudios e suporte a reconhecimento off-line. Para usar a biblioteca, você precisa instalá-la e importá-la em seu código, depois pode iniciar a gravação de áudio e chamar um dos métodos de reconhecimento de voz.

Python-chess — é uma das bibliotecas Python que oferece suporte para jogar xadrez, verificar jogadas válidas, realizar análises de xadrez e outras funções relacionadas ao jogo de xadrez. Além disso, a python-chess também suporta a leitura e escrita de arquivos PGN (Portable Game Notation), que é um formato de arquivo comum para armazenar jogos de xadrez. Com a python-chess, é possível criar aplicativos de xadrez, bots de xadrez e realizar análises de jogos de xadrez.

Para melhor desenvolvimento do software por facilidade de adaptação e ajustes, optou-se por aplicar orientação a objeto, forma aceita pela linguagem Python, com claras diferenças na forma em que se aplica em outras linguagens com C e JAVA.

A dinâmica de jogo entre deficientes visuais, requer a verbalização do movimento a ser executado de forma clara e, como visto anteriormente, utilizando nomes para designar as colunas para que assim se evite problemas de dicção. Também há a necessidade de retorno do adversário, repetindo o movimento que lhe foi passado, desse modo garante-se que não ocorra erros de movimentação dos jogadores.

Considerando essa dinâmica, o jogador deve ditar seu movimento e ter um retorno em áudio para que confirme que a máquina recebeu o movimento de forma correta. Para registrar o movimento o jogador segura a tecla control (Ctrl) e, ao soltar a tecla, a captura de áudio é finalizada. Após a captura do áudio e reconhecimento do texto, o texto é utilizado por outro método para

compor a instrução conforme a álgebra do xadrez de forma que possa identificar a peça, a posição de origem e seu destino.

Assim temos módulos para captura do áudio, feedback ao jogador, estruturação da instrução dentro da álgebra do xadrez indicando a peça, a coluna e a linha de destino. Sendo que a casa de origem pode ser identificada sem necessidade de indicá-la, com exceção das situações de ambiguidade em que mais de uma peça possam ocupar a mesma casa de destino. O nome idealizado para a ferramenta durante o presente estudo foi UnVisual Assitence Chess (UVA).

```
|- UnVisualAssitentChess/
   |- __init__.py
   |- Dependencias.txt
   |- captura_audio_ctrl.py
   |- main.py
   |- play_chess.py
   |- beep.py
   |- feedback.py
   |- notation.py
   |- to_algebra_command.py
```

Dependencias.txt

Arquivo texto em que são listadas as dependências a serem instaladas para execução do programa, lista todas as bibliotecas utilizadas, forma de instalação e descrição da biblioteca.

Captura\_audio\_ctrl.py

Arquivo em que foi implementada a classe CaputraAudioCtrl, cuja função é capturar a entrada de áudio durante o acionamento da tecla control (Ctrl) permitindo acesso ao texto transcrito do áudio.

Main.py

Arquivo em que está implementada a estrutura principal do programa que integra todas as demais classes para que o programa tenha o resultado desejado.

Play\_chess.py

Arquivo em que foi implementada a classe play\_chess. Essa classe é responsável pelo dinamismo do jogo, seus métodos permitem a movimentação de peças, validação da movimentação, exibição do estado atual do tabuleiro e envio da jogada para a plataforma no formato UCI, recebe a resposta da plataforma para

informar ao jogador o movimento do seu adversário.

**Beep.py**

Arquivo em que foi implementada a classe beep, essa classe cria e gera beep facilmente distinguíveis para serem utilizados como sinal sonoro de erro, envio ou recebimento de informação, com o objetivo de se evitar mensagens longas informando cada ação. Na situação em que se teria uma mensagem do tipo “Seu adversário realizou o seguinte movimento”, se tem um beep característico para sinalizar que o feedback de voz diz respeito a movimentação realizada pelo adversário.

**FeedBack.py**

Se trata da implementação da classe que retorna informações em áudio para o jogador, essa classe recebe um texto qualquer, converte em áudio e o envia para saída de áudio ativa.

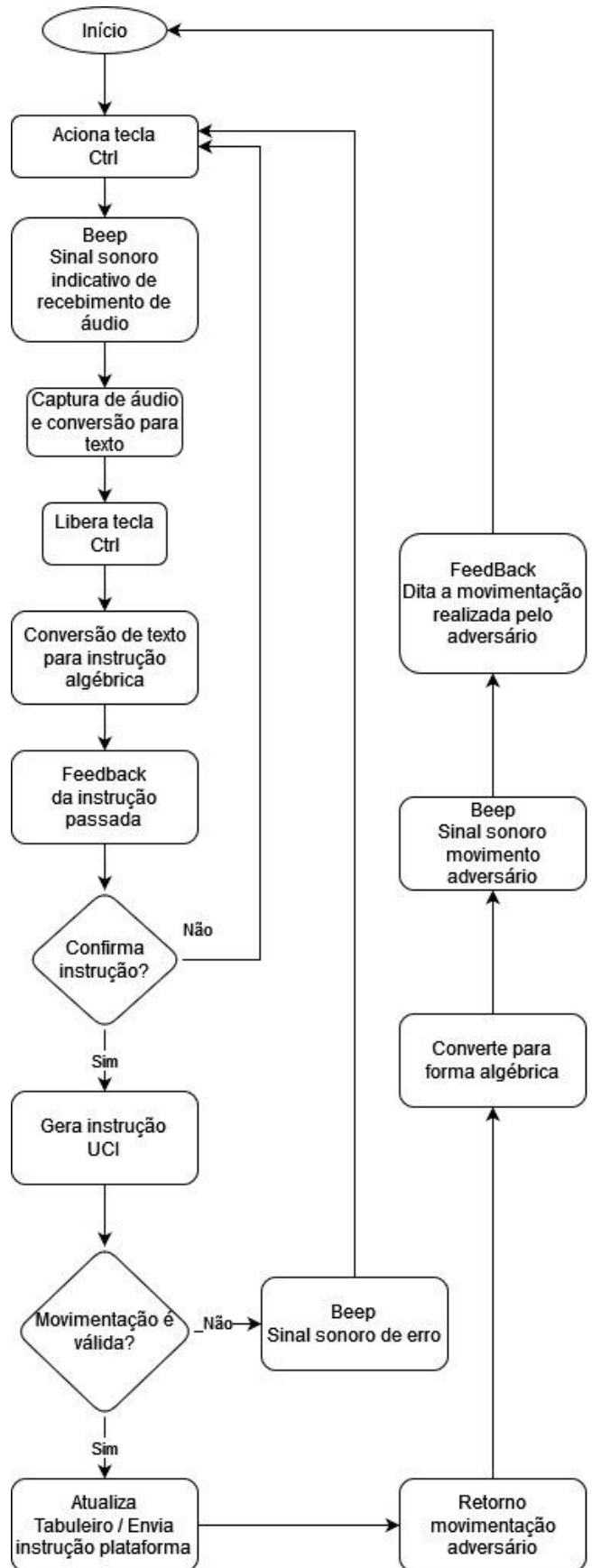
**notation.py**

Classe que contém de forma estruturada as notações adequadas ao deficiente visual, são utilizadas para conversão do texto capturado em comando algébrico que será enviado para classe play\_chess.

**to\_algebra\_command.py**

Classe que consome o texto capturado e a notação para gerar a instrução algébrica que deve ser consumida pela classe play\_chess.

De modo geral, a dinâmica de interação do software deve seguir o seguinte fluxo:



## V. Resultados e Discussão

Na execução, foi observada que palavras com pronúncia parecidas eram escritas de formas diferentes, por exemplo, a movimentação especial do roque do rei. A pronúncia da palavra roque é bem parecida com rock e em todos os reconhecimentos dessa palavra a escrita dela foi rock enquanto que o esperado era roque. Em alguns momentos, a captura do áudio não foi completa, pegando apenas trechos da fala e, por isso, retornando erros de jogada e não reconhecendo o comando.

A solução proposta visa uma abordagem única que possa ser integrada a qualquer plataforma com comunicação pelo protocolo UCI visando especificamente a jogabilidade sem se importar com configuração, menus ou outros modos de jogo. Para essa aplicação não foram consideradas as possibilidades de acompanhamento de partidas on-line, o que pode ser facilmente ajustável para receber a movimentação de cada jogador repassando em áudio para quem esteja acompanhando a partida. Opções para estudos com recomendações de outros movimentos para situação atual do jogo também pode ser considerada.

Como resultado, verificou-se que a jogabilidade apenas por voz é possível, contudo, pela limitação de memorização do ser humano, recomenda-se a utilização do tabuleiro físico para acompanhar a movimentação e dinâmica do jogo.

A aplicação de junta a um conjunto de soluções para a prática de xadrez por deficientes visuais com potencial de aumentar o acesso a plataformas, em sua maioria on-line, para prática e estudo do xadrez.

Considerando ainda a prática do xadrez on-line, para melhor dinamismo nas partidas seria interessante o desenvolvimento de um tabuleiro que possa trocar informações com o computador, de modo que o jogo presencial esteja síncrono com a partida realizada em qualquer plataforma on-line, melhorando o dinamismo na interação do deficiente visual em diversos modos de jogo.

## VI. Considerações Finais

A implementação da ferramenta computacional UnVisual Assistance Chess (UVA) para a prática de xadrez por deficientes visuais destaca-se como uma alternativa acessível e altamente integrável em diversas plataformas. Ao centrar-se na interação por voz, o UVA busca não apenas

oferecer uma solução para desafios específicos, mas também proporcionar flexibilidade e adaptabilidade em diferentes ambientes digitais. Apesar de alguns desafios observados, como variações de pronúncias e capturas de áudio incompletas, a jogabilidade exclusivamente por voz revela-se como uma opção viável para ampliar a participação em plataformas on-line.

A abordagem adotada pelo UVA, utilizando tecnologias como reconhecimento de voz e a linguagem de programação Python, destaca sua capacidade de integrar-se a ambientes variados, promovendo a inclusão de deficientes visuais em diferentes plataformas de xadrez on-line. Recomenda-se considerações futuras para aprimorar a consistência na interpretação de comandos, mas vale ressaltar a relevância do UVA como uma alternativa versátil e de fácil integração, contribuindo para a ampla acessibilidade em ambientes digitais dedicados ao xadrez.

Além disso, sugere-se a complementação da experiência de jogo on-line com a utilização de um tabuleiro físico local, permitindo que os jogadores acompanhem a dinâmica da partida de forma tátil. Para promover ainda mais a prática do xadrez por deficientes visuais, considera-se valiosa a implementação de um tabuleiro eletrônico que possa sincronizar-se com plataformas on-line, facilitando a interação e oferecendo uma experiência mais completa.

Da mesma forma, a criação de um relógio adaptado para marcação de tempo seria crucial para viabilizar competições e torneios, superando desafios financeiros relacionados à aquisição de equipamentos especializados. Essas adições poderão enriquecer a experiência de jogo, proporcionando aos jogadores uma extensa variedade de opções ao participar de partidas de xadrez on-line.

## VII. Referências

### Bibliográficas

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. Xadrez básico: regras e noções, elementos de combinações, aberturas, finais, partidas famosas. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

FILGUTH, Rubens (org.). A importância do xadrez. Porto Alegre: Artmed, 2007.

PINTO, V.; CAVALCANTI, F. Xadrez para todos: uma ferramenta pedagógica. Recife: Bagaço, 2005.

**Eletrônicas**

BRASIL. Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei brasileira de inclusão das pessoas com deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, 2015. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/13146.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13146.htm)>. Acesso em: 02 jan. 2024.

CASTRO, Celso. Uma história cultural do xadrez. Cadernos de Teoria da Comunicação, Rio de Janeiro, v.1, nº2, p.3-12,1994. Disponível em: <<https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/d069710c-0907-42c1-8710-30cf3d50adae/content>>. Acesso em: 29 dez. 2023.

CHESS. Notação de Xadrez: A Linguagem do Xadrez! EUA, 14 fev. 2019. Artigos. Disponível em: <<https://shre.ink/rqv3>>. Acesso em: 10 out. 2023.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE XADREZ. Lei do xadrez da FIDE. Downloads. [S.I.] [2023?]. Disponível em: <<https://shre.ink/rqv7>>. Acesso em: 02 set. 2023.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE XADREZ PARA DEFICIENTES VISUAIS. [S.I.] [2023?]. Disponível em: <[www.fbxdv.org.br/](http://www.fbxdv.org.br/)>. Acesso em: 02 jan. 2024.

INTERNATIONAL CHESS FEDERATION. FIDE handbook. [S.I.] [2023?]. Disponível em: <<https://www.fide.com/>>. Acesso em: 02 set. 2023.

LIMA, Felipe. Xadrez para cegos: pessoas com deficiência visual adaptam jogo para período de isolamento. Guia de Rodas, São Paulo, 22 de novembro de 2021. Disponível em: <<https://shre.ink/rqvF>>. Acesso em: 11 out. 2023.

NAGEL, Luciano. Deficiente visual cria grupo no WhatsApp para enxadristas com cegueira. TAB UOL, Porto Alegre, 15 de maio de 2021. Disponível em: <<https://shre.ink/rqvC>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

WEBER, Jéssica Rebeca. Saiba como é um jogo de xadrez entre cegos. Rádio Gaúcha zh, Porto Alegre, 15 de março de 2018. Disponível em: <<https://shre.ink/rqvy>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

## APÊNDICES

APÊNDICE A. Exemplos de códigos utilizados no desenvolvimento do UVA.

```
1 import chess
2
3 # Cria um tabuleiro
4 board = chess.Board()
5 play = board.turn
6 # Imprime o tabuleiro após os movimentos de roque
7 print(board)
8 print(play)
9
```

[19] ✓ 0.0s

```
... r n b q k b n r
   p p p p p p p p
   . . . . . . . .
   . . . . . . . .
   . . . . . . . .
   . . . . . . . .
   P P P P P P P P
   R N B Q K B N R
   True
```

Fonte: De autoria própria.

```
import sounddevice as sd
import numpy as np

class ReprodutorAudio:
    def __init__(self):
        self.sons = {
            "beep1": self.gerar_beep(220), # erro
            "beep2": self.gerar_beep(440), # feedback jogador
            "beep3": self.gerar_beep(880) # retorno adversário
        }

    def gerar_beep(self, frequencia, duracao=0.2, amplitude=0.5):
        t = np.linspace(0, duracao, int(duracao * 44100), endpoint=False)
        sinal = amplitude * np.sin(2 * np.pi * frequencia * t)
        return sinal

    def reproduzir_beep(self, nome):
        if nome in self.sons:
            sd.play(self.sons[nome], samplerate=44100)
            sd.wait()

if __name__ == "__main__":
    reprodutor = ReprodutorAudio()

    # Reproduzindo os beeps com espera pela entrada do teclado
    for beep_nome in ["beep1", "beep2", "beep3"]:
        input("Pressione Enter para reproduzir o próximo beep...")
        reprodutor.reproduzir_beep(beep_nome)
```

Fonte: De autoria própria.

```

import speech_recognition as sr
from pynput import keyboard

class CapturaVozCtrl:
    def __init__(self):
        self.recognizer = sr.Recognizer()
        self.microphone = sr.Microphone()
        self.texto = ""

    def aguardar_ativacao_ctrl(self):
        print("Aguardando ativação do Ctrl para capturar áudio...")
        with keyboard.Listener(on_press=self.on_press, on_release=self.on_release) as listener:
            listener.join()

    def on_press(self, key):
        if key == keyboard.Key.ctrl:
            print("Ctrl pressionado. Iniciando captura de áudio.")

            try:
                with self.microphone as source:
                    audio = self.recognizer.listen(source, timeout=None)
                    self.texto = self.recognizer.recognize_google(audio, language='pt-BR')
                    print(f"Texto reconhecido: {self.texto}")

            except sr.UnknownValueError:
                print("Não foi possível reconhecer o áudio.")
            except sr.RequestError as e:
                print(f"Erro ao fazer a solicitação ao serviço de reconhecimento de fala: {e}")

    def on_release(self, key):
        if key == keyboard.Key.ctrl:
            print("Ctrl solto. Finalizando captura de áudio.")
            return False # Termina o listener após a captura de áudio

    def get_texto(self):
        return self.texto

if __name__ == "__main__":
    captura = CapturaVozCtrl()
    captura.aguardar_ativacao_ctrl()
    texto_capturado = captura.get_texto()
    print(f"Texto capturado: {texto_capturado}")

```

Fonte: De autoria própria.

```
from gtts import gTTS
import io
from pydub import AudioSegment
from pydub.playback import play

class Feedback:
    def __init__(self, idioma='pt'):
        self.idioma = idioma
        self.audio_buffer = io.BytesIO()

    def ajustar_idioma(self, idioma):
        self.idioma = idioma

    def converter_texto_para_audio(self, texto):
        tts = gTTS(text=texto, lang=self.idioma)
        tts.write_to_fp(self.audio_buffer)
        self.audio_buffer.seek(0)

    def reproduzir_audio(self):
        audio_data = AudioSegment.from_mp3(self.audio_buffer)
        play(audio_data)

if __name__ == "__main__":
    feedback = Feedback()

    # Exemplo de uso
    texto = "Olá, isso é um exemplo de texto convertido em áudio."
    feedback.converter_texto_para_audio(texto)
    feedback.reproduzir_audio()
```

Fonte: De autoria própria.

Tabuleiro inicial:

```

r n b q k b n r
p p p p . p p p
. . . . . . . .
. . . . p . . .
. . . . P . . .
. . . . . . . .
P P P P . P P P
R N B Q K B N R

```

Branças jogaram e4

```

r n b q k b n r
p p p p p p p p
. . . . . . . .
. . . . . . . .
. . . . P . . .
. . . . . . . .
P P P P . P P P
R N B Q K B N R

```

Pretas jogaram e5

```

r n b q k b n r
p p p p . p p p
. . . . . . . .
. . . . p . . .
. . . . P . . .
. . . . . . . .
P P P P . P P P
R N B Q K B N R

```

Fonte: De autoria própria.

```

1 class ChessMoveConverter:
2     def __init__(self):
3         self.board = chess.Board()
4
5     def converter_para_instrucao(self, comando_algebrico):
6         try:
7             # Verifica a cor do turno antes de realizar o movimento
8             if self.board.turn:
9                 cor_turno = 'Brancas'
10            else:
11                cor_turno = 'Pretas'
12            self.board.push_san(comando_algebrico)
13
14            # Retorna a representação do tabuleiro após o movimento
15            return f"{cor_turno} jogaram {comando_algebrico}\n{str(self.board)}"
16        except ValueError:
17            # Caso o movimento seja inválido
18            return "Movimento inválido"
19
20 # Exemplo de uso:
21 if __name__ == "__main__":
22     converter = ChessMoveConverter()
23
24     # Testando a conversão e atualização do tabuleiro
25     comando_algebrico1 = "e4"
26     instrucao_movimento1 = converter.converter_para_instrucao(comando_algebrico1)
27
28     comando_algebrico2 = "e5"
29     instrucao_movimento2 = converter.converter_para_instrucao(comando_algebrico2)
30
31     print(f"Tabuleiro inicial:\n{str(converter.board)}\n")
32
33     print(f"{instrucao_movimento1}\n")
34     print(f"{instrucao_movimento2}")
35

```

Fonte: De autoria própria.

```

1 # Obtém as jogadas legais
2 legal_moves = list(board.legal_moves)
3
4 # Imprime as jogadas legais
5 print("\nJogadas Legais:")
6 mv_validos = []
7 for move in legal_moves:
8     mv_validos.append(board.san(move))
9
10 print (mv_validos)
11
12

```

```

Jogadas Legais:
['Nh3', 'Nf3', 'Nc3', 'Na3', 'h3', 'g3', 'f3', 'e3', 'd3', 'c3', 'b3', 'a3', 'h4', 'g4', 'f4', 'e4', 'd4', 'c4', 'b4', 'a4']

```

Fonte: De autoria própria.

APÊNDICE B. Breve relato da entrevista com Oneide De Souza Figueiredo, coordenador do “Projeto Xeque Mate para Todos”.

Em uma breve entrevista via telefone realizada em 04 de janeiro de 2024, tive a oportunidade de conversar com Oneide de Souza Figueiredo, coordenador do “Projeto Xeque Mate para Todos”. Esse projeto, iniciado em 2020 pela Federação Brasileira de Xadrez para Deficientes Visuais (FBXDV), busca proporcionar acesso inclusivo ao xadrez a deficientes visuais em todo o Brasil.

Durante a entrevista, o coordenador, que é deficiente visual, compartilhou insights valiosos sobre a dinâmica única de uma partida de xadrez em que deficientes visuais participam. Destacou modificações nas regras, esclarecendo que, para o deficiente visual, a jogada se inicia ao retirar a peça do tabuleiro, fixada com um pino. Além disso, ressaltou a importância da verbalização dos lances, onde o jogador narra a jogada ao oponente, que repete a fala para confirmar, proporcionando uma experiência inclusiva e interativa.

O coordenador enfatizou as adaptações essenciais para permitir que deficientes visuais possam praticar xadrez. Entre essas adaptações, destaca-se o uso de relógios adaptados para auxiliar na monitorização do tempo do adversário e do próprio tempo do deficiente visual durante partidas oficiais. Contudo, surge um desafio significativo relacionado à aquisição desses relógios, uma vez que são importados da Espanha, elevando os custos e limitando a disponibilidade.

Diante desse desafio, o entrevistado sugeriu a necessidade de desenvolver relógios para xadrez adaptados no Brasil, visando não apenas reduzir custos, mas também promover a autonomia e a inclusão dos deficientes visuais na prática do xadrez. Essa sugestão evidencia a importância de investimentos locais para superar obstáculos financeiros e garantir a continuidade e expansão do “Projeto Xeque Mate para Todos”, reforçando o compromisso com a acessibilidade e a participação ativa de deficientes visuais nessa atividade tão enriquecedora.



Oneide de Souza Figueiredo, 57 anos.

Fonte: [TAB UOL](https://shre.ink/rqvC). Disponível em: <https://shre.ink/rqvC>.