

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO**

Murad Murched

**BLIND CHESS – UM APLICATIVO MÓVEL DE JOGO DE XADREZ PARA
PESSOAS CEGAS**

Manaus, Amazonas – Brasil 2023

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO**

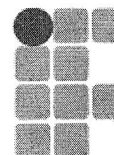
Murad Murched

APLICATIVO MÓVEL DE JOGO DE XADREZ PARA PESSOAS CEGAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus - Centro, como requisito para o cumprimento da disciplina TCC II – do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: **Roceli Pereira Lima**

Manaus, Amazonas – Brasil 2023



FICHA DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao vigésimo terceiro dia do mês de **junho**, de **2023**, às **15:00h**, o (a) estudante **Murad Murched** apresentou o seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC2) para avaliação da Banca Examinadora constituída pelos seguintes integrantes: Prof. **Dr. Roceli Pereira Lima** (docente/orientadora/IFAM), Prof. **Dr. Dalmir Pacheco de Souza** (Membro 1 – INSTITUIÇÃO) e Prof. **MSc. Jorge Abilio Abinader Neto** (Membro 2 – INSTITUIÇÃO). A sessão pública de defesa foi aberta pelo (a) Presidente da Banca, que apresentou a Banca Examinadora e deu continuidade aos trabalhos, fazendo uma breve referência ao TCC que tem como título **Aplicativo: “BLIND CHESS – UM APLICATIVO MÓVEL DE JOGO DE XADREZ PARA PESSOAS CEGAS”**. Na sequência, o (a) estudante teve até 30 minutos para a comunicação oral de seu trabalho, e cada integrante da Banca Examinadora fez suas arguições após a defesa do mesmo. Ouvidas as explicações do (a) estudante, a Banca Examinadora, reunida em caráter sigiloso, para proceder à avaliação final, deliberou suas notas, conforme quadro:

Itens avaliados	Orientador(a)	Co-orientador	Membro 1	Membro 2
Trabalho escrito (0 a 6)	5,0		5,5	2,3
Apresentação oral (0 a 4)	4,0		4,0	1,7
Implementação(0 a 10)	9,5		9,5	4,0
Nota final (0 a 10)	9,4		9,5	4,0
Média Final				7,6

No item **trabalho escrito**, a banca examinadora avaliou a organização sequencial, argumentação, profundidade do tema, correção gramatical, clareza, apresentação estética, adequação aos aspectos formais às normas da ABNT, relevância e contribuição acadêmica da pesquisa.

No item **apresentação oral**, a banca examinadora avaliou: domínio do conteúdo, organização da apresentação, habilidades de comunicação e expressão, capacidade de argumentação, correção gramatical e apresentação estética do trabalho.

No item **Implementação**, a banca examinadora avaliou: a elaboração do software com os objetivos do trabalho, interface, os métodos e as tecnologias de desenvolvimento responderam adequadamente ao propósito do trabalho.

A **Nota Final** foi calculada pela soma do Trabalho escrito com a Apresentação Oral e com a Implementação e dividindo o valor encontrado por 2.

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

M973b Murched, Murad.

BLIND CHESS – um aplicativo móvel de jogo de xadrez para pessoas cegas / Murad Murched. – Manaus, 2023.

28 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Roceli Pereira Lima.

1. Desenvolvimento de sistema. 2. Inclusão social. 3. Deficientes visuais. 4. Xadrez. 5. Reconhecimento de voz. I. Lima, Roceli Pereira. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 005.3

RESUMO

Tendo em vista as inúmeras dificuldades suportadas diariamente pelas pessoas cegas, verificou-se um modo de ajudá-las a diminuir as barreiras para a prática do Jogo de Xadrez, permitindo, assim, por meio de um programa de computador com funcionalidades específicas para essa diversidade funcional, uma maior facilidade e praticidade. Sendo assim, o programa será executado por meio da elaboração de um software desenvolvido na linguagem de programação Python, permitindo o início, andamento e o fim de uma partida de xadrez, por meio de comandos de voz efetuados com a utilização do método Text to speech, em que ocorrerá a conversão da fala em comandos para a Inteligência Artificial. Como resultado da aplicação, por meio da observação, o jogador cego conseguiu realizar os lances do xadrez sem a necessidade de outras intervenções.

Palavras-Chave: Inclusão Social, Deficientes Visuais, Xadrez,

Reconhecimento de voz

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação de Deficiência Visual.....	12
Figura 2 - Sistema de arquitetura do reconhecimento da fala.....	13
Figura 3 - Jogo War Blackout.....	15
Figura 4 - Diagrama de Caso de uso.....	17
Figura 5 - Exemplo de cacofonia.....	19
Figura 6 - Exemplo de cacofonia com ruídos.....	20
Figura 7 - Tecnologia e cacofonia.....	20
Figura 8 - Interface da aplicação.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Identificação Caso de Uso 1.....	18
Tabela 2: Identificação Caso de Uso 2.....	18
Tabela 3: Identificação Caso de Uso 3.....	18
Tabela 4: Identificação Caso de Uso 4.....	18
Tabela 5: Identificação Caso de Uso 5.....	19
Tabela 6: Riscos Externos.....	23
Tabela 7: Riscos Tecnológicos.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IA - Inteligência Artificial

TTS - Text to speech (Texto para fala)

COVID-19 - Coronavírus Disease 2019(Doença do Coronavírus 2019)

FBXDV - Federação Brasileira de Xadrez para Deficientes Visuais

IBCA - International Braille Chess Association

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMPI - Organização Mundial da Propriedade Intelectual

OMS - Organização Mundial de Saúde

POC - Proof of Concept (Prova de Conceito)

Chess Engine - Inteligência artificial desenvolvida para jogar xadrez

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO.....	8
1.2 JUSTIFICATIVA.....	9
1.3 OBJETIVOS.....	9
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	9
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.4 ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA.....	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 CONCEITOS, FERRAMENTAS, TECNOLOGIAS E PROCESSOS.....	10
2.1.1 JOGO DE XADREZ.....	10
2.2 DEFICIÊNCIA VISUAL.....	11
2.3 ACESSIBILIDADE DE JOGOS PARA DEFICIENTES VISUAIS.....	12
2.4 TEXT TO SPEECH.....	13
2.5 TRABALHOS RELACIONADOS.....	14
3 METODOLOGIA.....	15
4 PROJETO DO SISTEMA.....	16
4.1 DIAGRAMA DE CASO DE USO.....	17
4.2 DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO.....	18
4.3 BLIND CHESS.....	19
5. MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO	21
5.1 APLICAÇÃO.....	21
5.2 RISCOS.....	22
6 CONCLUSÃO.....	23
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	24
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O xadrez apresenta-se como um importante instrumento de tomada de consciência, pois ele é interativo e pode ser executado por qualquer pessoa, independentemente de quaisquer divergências (DELORS, 2001, p.97).

Segundo Sylvio Rezende(2021), o jogo de Xadrez, também chamado de Arte de Caíssa, é jogado por dois jogadores sobre um tabuleiro de 64 casas de cor clara ou escura alternadamente, contando cada um com 16 peças diferentes por grupo, na forma, no nome e na qualidade. Sendo uma das formas de entretenimento mais antigas, sua popularidade continua em uso, sempre obtendo novos picos em seu número de jogadores e espectadores, em todo o mundo. Um dos maiores e mais recentes motivos de interferência no Jogo de Xadrez foi a Pandemia do vírus COVID-19, que obrigou a população recolher-se à quarentena, o que estimulou o desenvolvimento de novos hábitos e hobbies para inúmeras pessoas, o que, conseqüentemente, devido a sua acessibilidade, originou um demasiado salto positivo na quantidade de novos fãs e participantes. Para Cavedon e França (2020):

“As limitações provocadas pela pandemia de covid-19, adaptou-se o desenvolvimento do projeto através de ferramentas digitais online, como a plataforma lichess.org, que apresenta materiais e exercícios de iniciação ao xadrez. Realizam-se encontros semanais via google meet, os quais, tem se mostrado um bom dispositivo para auxiliar nas atividades práticas em diversos níveis, apesar de não ser substituto para encontros presenciais. Essa é uma tentativa piloto e a experiência está sendo bastante positiva de acordo com os objetivos propostos”.

Com isso, a abordagem técnica do projeto é, de forma resumida, introduzir o meio digital e a funcionalidade especial ao Jogo de Xadrez para deficientes visuais, por meio da criação de um software, denominado “Blind Chess”, que permita o início, andamento e o fim de uma partida de xadrez totalmente comandada pela voz, de forma a analisar os lances falados pelo jogador e aplicá-los no tabuleiro digital, possibilitando, assim, a redução de barreiras.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

No Brasil, as políticas de desenvolvimento tecnológico não estão direcionadas proporcionalmente para pessoas com alguma diversidade funcional, tais como os deficientes visuais. Segundo Darren Tang, diretor-geral da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), apenas 10% dos brasileiros contam com acesso a produtos de apoio, o que dificulta a inserção das pessoas com alguma deficiência na

sociedade.

Para Costa Silva Ramalho (2010), no contexto da internet a flexibilidade da informação e a interface entre o usuário e o respectivo suporte de apresentação caracterizam a acessibilidade. A flexibilidade da informação, nesse contexto, refere-se ao uso da informação por pessoas com necessidades especiais através de vários equipamentos ou navegadores em diferentes ambientes e situações .

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são aproximadamente 45 milhões de pessoas com alguma deficiência, o que representa cerca de 24% da população. Além das pessoas com deficiência, também enfrentam dificuldades para acessar conteúdos na web, pessoas idosas, analfabetas, analfabetas funcionais, com limitações temporárias, entre outras. E, a partir desse fato, a aplicação do “Blind Xadrez” terá o intuito de contribuir contra o combate à exclusão social dos cegos, oferecendo a oportunidade de interação social e entretenimento.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Araújo et al. (2016), os jogos sérios e as aplicações educativas para plataformas móveis apresentam grande potencial de melhoria dos processos de ensino-aprendizagem. Porém, ainda é um desafio tornar acessíveis as interfaces dessas aplicações.

Dito isso, diante das inúmeras dificuldades diárias suportadas por uma pessoa cega, verifiquei que os recursos tecnológicos para o desenvolvimento e entretenimento dessa minoria social são insuficientes, o que me motivou a desenvolver essa aplicação de uma maneira fácil, prática e agradável, a fim de os auxiliar em seu desempenho mental, percepções auditivas e em seu desenvolvimento pessoal.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo móvel de xadrez adaptado para pessoas com deficiência visual.

1.3.2 Objetivos específicos

- Levantar as dificuldades de entretenimento de pessoas cegas;

- Desenvolver um aplicativo móvel na plataforma Android na linguagem Python;
- Realizar a conversão da fala em comandos para inteligência artificial.

1.4 Organização da monografia

O projeto foi dividido em tópicos que se iniciam com a Fundamentação teórica, na qual será relatado o conceito dos termos xadrez e deficiência visual, bem como da acessibilidade de jogos e a utilização de técnicas que foram utilizadas para auxiliar a implementação do projeto, como o Text to speech, que traduz a fala em texto.

Em seguida, na Metodologia, é explicado o levantamento e a coleta de dados. No projeto do sistema, foi criado um diagrama de caso de uso, a identificação de casos de usos e o diagrama de sequência.

Por fim, houve o detalhamento do desenvolvimento do Blind Chess, por meio do uso de exemplos de cacofonia, prints do código, métodos de implementação, comandos de xadrez realizados pelo Blind Chess a partir da fala do usuário, indicando seu lance no xadrez e, também, explanando os riscos externos e tecnológicos que poderão ocorrer durante o jogo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo é realizar a apresentação acerca da deficiência visual, bem como a acessibilidade das pessoas com cegueira, a pesquisa bibliográfica e o conceito de xadrez.

2.1 CONCEITOS E FERRAMENTAS

2.1.1 Jogo do Xadrez

Segundo Paula Rondinelli, o xadrez é um jogo de tabuleiro de caráter competitivo disputado entre dois participantes. Cada um é representado por peças de cores opostas, utilizando, geralmente, peças pretas e brancas. O objetivo do jogo é conquistar o “rei” de seu adversário:

“O xadrez é modalidade esportiva podendo ser comparada a qualquer outra modalidade como futebol, futsal, handebol, voleibol, basquete, atletismo e tantas outras, por que tem todo um conjunto de técnicas, táticas, regras oficiais da federação internacional e todo um valor pedagógico esportivo comprovado por muitos estudiosos no assunto. O professor de educação física terá que se adaptar ao xadrez como se adaptou a todas as outras modalidades, isto é, estudando, pesquisando, fazendo cursos básicos e de aperfeiçoamento, cursos de arbitragem e atuando na prática em competições nos seus diversos níveis. É comum pensar que para ensinar xadrez é preciso ser um excelente jogador, um “crânio”, é puro engano, é o mesmo que pensar que para ser técnico no basquete tem que ser alto e jogar muito bem, conheço muito baixinhos que são excelentes técnicos de basquete e tem poucas habilidades, mas com sua vivência, estudos e dedicação tornaram grandes técnicos, e isto pode também acontecer no xadrez, basta vivenciar, estudar e ter um pouco de dedicação à modalidade de xadrez. (SILVA, 2014)”

2.2 Deficiência Visual

No Brasil, os governantes criaram uma lei para pessoas com deficiência, em prol de seus direitos, todo auxílio necessário e definindo os tipos, conforme a lei abaixo:

Lei nº 13.146, Art ° 2: “Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas”.

Um dos tipos de deficiência é a visual, que se apresenta através da redução ou da perda total ou parcial de um ou ambos os olhos, impactando no êxito em realizar procedimentos cirúrgicos ou clínicos. No Brasil, de quase 46 milhões, cerca de 3,4% da população brasileira possui deficiência visual, conforme o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) realizou uma pesquisa para determinar a classificação da deficiência, sendo definida da seguinte maneira:

A primeira classe é denominada de Visão Subnormal, caracterizada por uma redução irreversível da visão com categorias 1 e 2. Os sintomas podem ser a perda central, na qual a pessoa consegue enxergar os objetos, porém, apresentando dificuldade no centro, haja visto que ao fixar seu olhar, obtém, na área central do seu olho, uma mancha.

Outro sintoma comumente apresentado é a perda periférica, um impedimento de visualização pelo canto dos olhos. Não há cura, mas as pessoas com esse sintoma podem se utilizar de lupas, óculos com lente de aumento e telelupas, a fim de uma melhor qualidade de vida.

A segunda classe é chamada de cegueira, relacionada às categorias 3, 4 e 5. A cegueira nada mais é do que a incapacidade total de enxergar, sendo vista, também, em pessoas com um certo grau elevado em realizar atividades rotineiras e diárias.

E, a terceira classe é a perda de visão sem qualificação, sendo aplicada à categoria 9, na qual não contém especificação da correção visual.

Figura 1 - Classificação de Deficiência Visual: OMS, 1972

Fonte: As Condições da Saúde Ocular no Brasil 2019 (2020, p. 11).

	Categoria da deficiência visual	Acuidade visual com a melhor correção visual possível	
		Máximo menos de:	Mínimo igual ou melhor que:
Visão Subnormal	1	20/70	20/200
		3/10 (0,3)	1/10 (0,1)
		6/8	6/60
	2	20/200	3/60
		1/10 (0,1)	1/20 (0,05)
		6/60	20/400
Cegueira	3	20/400	1/60 (contar os dedos a 1 m)
		1/20 (0,05)	1/50 (0,02)
		3/60	5/300 (20/1200)
	4	5/300 (20/1200)	Percepção de Luz
		1/50 (0,02)	
		1/60 (contar os dedos a 1 m)	
	5	Sem percepção de luz	
Perda de Visão sem Qualificação	9	Indeterminada ou não especificada	

Conforme a figura 1, a classificação mencionada possui diversos fatores da perda da visão, como o fator hereditário, na qual a pessoa já nasce com alguma dificuldade nos olhos ou a adquire por meio de doenças, como o glaucoma, causando danos ao nervo óptico, retinopatia diabética, alta concentração de açúcar nos vasos sanguíneos da retina, dentre outros.

Cerca de 80% das reduções de visão poderiam ser evitadas se houvesse uma prevenção, como as consultas regulares ao médico especialista, conforme determina a classificação de deficiência visual da Organização Mundial da Saúde (OMS).

2.3 Acessibilidade de jogos para deficientes visuais

Para Mauch e Kranz (2008, p. 98-99 apud KRANZ, 2011, p. 26), a produção de materiais didáticos que possibilitem a inclusão dos deficientes visuais são imprescindíveis:

“Para educandos com deficiência visual, destacando a baixa visão, é preciso utilizar contrastes de cores nos materiais, conteúdo ampliado, além de relevos e texturas. • Para estudantes cegos, é indispensável a utilização do braille e caso haja a necessidade de registro por parte do estudante, existe a necessidade de disponibilizar a reglete e punção. Em algumas ocasiões é preciso fazer a descrição oral de imagens. Quando utilizar “cartelas ou tabuleiros, os mesmos deverão ter um corte diagonal na lateral superior direita, indicando o posicionamento correto do material”. • Optar por materiais de fácil manuseio e de tamanho grande, pois estes auxiliam estudantes com dificuldades motoras e com deficiência visual”.

É certo que no meio digital o volume de diversificação de jogos é um ponto a se melhorar no Brasil, que ainda carece de recursos para pessoas com algum tipo de deficiência. O projetista de jogos tem, assim, a missão basilar de identificar barreiras, removê-las ou até mesmo minimizá-las, para que um maior grupo de pessoas possa interagir, se comunicar e utilizar desses artefatos de forma autônoma e independente (MARCATO, 2016). A tecnologia surge como uma solução para essa problemática, incluindo-as de forma igualitária em sociedade.

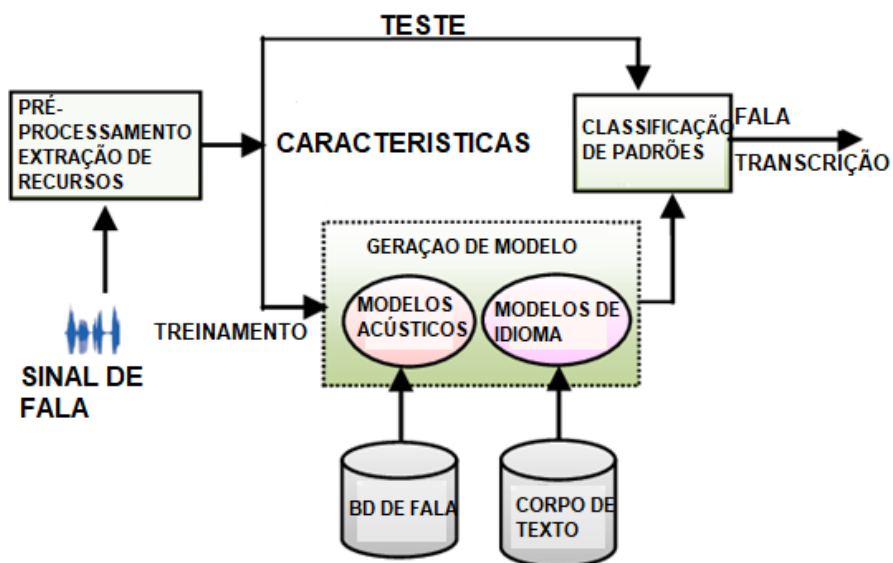
2.4 Text to speech

Daniela Filipa considera três blocos nos sistemas de conversão texto fala ou TTS (Text-to-Speech):

- O front-end, que transforma o texto em etiquetas fonéticas através da análise linguística;
- O back-end ou motor de síntese, que converte as etiquetas fonéticas em formas de onda e;
- A voice ou base de dados de fala, que é recombinação e treinada pelo

back-end, conforme a figura abaixo:

Figura 2 - Sistema de arquitetura do reconhecimento da fala



Fonte: Artigo da ResearchGate

Disponível em:

https://www.researchgate.net/figure/System-Architecture-of-for-Automatic-Speech-Recognition-System-7_fig1_276136270>. Acesso 24 de maio de 2022.

O primeiro item da figura acima é o pré-processamento, na qual o sinal analógico de fala é convertido em sinais digitais para posterior processamento. Esses sinais de fala precisam se transformar na forma de sinais digitais e só então eles poderão ser processados. Há de se esclarecer que os sinais digitais são movidos para os filtros de primeira ordem para minimizar os sinais, sendo um procedimento que aumenta a energia do sinal em frequências mais altas.

Segundo Suman, Shrishrimal e Deshmukh, é na extração de recursos, etapa de extração de características, que são encontrados os conjuntos de parâmetros de enunciados que possuem correlação acústica com os sinais de fala. Esses parâmetros, mais conhecidos como recursos, são calculados através do processamento da forma de onda acústica, em que o foco principal do extrator de recursos é manter as informações relevantes e descartar as irrelevantes.

No modelo acústica é estabelecida a conexão entre a informação acústica e a fonética. O treinamento do sistema requer a criação de um padrão representativo para os recursos da classe usando um ou mais padrões que correspondam aos sons da fala da mesma classe.

O modelo de idioma contém as restrições estruturais disponíveis na linguagem para gerar as probabilidades de ocorrência. Ele induz a probabilidade de ocorrência

de uma palavra após uma sequência de palavras, retirando a ambiguidade de palavras com som semelhante.

Já a classificação de padrões (ou reconhecimento) é o processo de comparar o padrão de teste desconhecido com cada padrão de referência de classe de som e calcular uma medida de similaridade entre eles.

2.5 Trabalhos Relacionados

Segundo Silva (2021), as conexões em cada parte do mapa, texturas, relevo, diferentes níveis braille e tipografia grande, foram as adaptações que os designers conseguiram desenvolver para o jogo. O diferencial do War Blackout é o fato do público alvo do jogo serem os deficientes visuais. Portanto, as peças possuem texturas distintas, auxiliando a acessibilidade do jogador.

Figura 3 - Jogo War Blackout



Fonte: Imagem do jogo War Blackout

Disponível em:

<<https://medium.com/ux-globo-com/war-blackout-o-tabuleiro-de-war-para-deficientes-visuais-a16697530938>>. Acesso em 02 de maio de 2022.

3. METODOLOGIA

O processo de desenvolvimento está dividido em três etapas: levantamento e coleta de dados, desenvolvimento do software e implantação. A primeira etapa deste projeto irá iniciar com o levantamento e coleta de dados relevantes para o melhor entendimento sobre as necessidades dos jogadores com deficiência visual, principalmente, por intermédio da pesquisa sobre a cultura, história, práticas, costumes e suas diversidades funcionais.

Essas informações coletadas serão obtidas dos sites oficiais da Federação Brasileira de Xadrez para Deficientes Visuais - FBXDV. Além deste portal, existem outras entidades que mantêm páginas de internet de diálogos entre seus pares. Nestas páginas, também serão fonte de informações de coletas de dados, obtenção de opiniões e de contato com as pessoas envolvidas no contexto deste projeto.

Na etapa seguinte, desenvolvimento do software, serão realizados estudos sobre as tecnologias para implementação deste software, pois será necessário recursos computacionais para o processamento da voz para tratamento automático do input e output desta aplicação. Esses recursos de processamento de voz fazem parte de tecnologias de reconhecimento de voz de entradas e TTS (text to speech) para a saída e interação com o usuário, sendo ambos executados em tempo real.

Ainda nesta etapa, espera-se criar um mecanismo computacional para representar e simular um tabuleiro de xadrez e permitir a criação das entidades que representam as peças. Tais entidades devem ser combinadas para idealizar um tabuleiro completo. Para simular as jogadas, ou seja, as movimentações dessas entidades (peças) do xadrez, terá que ser elaborada a lógica em algoritmo para garantir esta funcionalidade e o armazenamento das jogadas.

Ademais, devem ser considerados os algoritmos e plataformas automatizadas de xadrez como Stockfish. O uso dessas plataformas tem como objetivo substituir o segundo jogador, ou seja, o jogador cego irá jogar contra a máquina, possibilitando a integração desta plataforma a fim de possibilitar as funções de estudo e dicas aos jogadores (encontrar melhor lance, analisar posição atual, entre outros).

Para a implantação da aplicação, será utilizado o framework PyQt 6, que permite a compilação para Windows, MacOS e Linux, já que a aplicação será desenvolvida na linguagem de programação Python. A abordagem foi organizada nas seguintes etapas:

Etapa 1: Levantamento e coleta de dados:

- Pesquisar sobre a história do jogo;
- Pesquisar sobre a cultura dos deficientes visuais com o xadrez;

- Entrar em contato com as federações oficiais;
- Realizar entrevistas com jogadores cegos;
- Enviar protótipos e POCs às partes interessadas;
- Elaborar o documento de detalhamento da aplicação e levantamento de requisitos;
- Elaborar diagramas de Classe de uso, sequência e classe.

Etapa 2: Desenvolvimento do Software:

- Preparação do ambiente de desenvolvimento;
- Algoritmos de reconhecimento de voz, transformar voz em texto;
- Algoritmos de Text to Speech, transformar texto em voz;
- Estrutura de dados para simular o tabuleiro de xadrez;
- Emulação de lances.

Etapa 3: Desenvolvimento do Software:

- Utilização do framework PyQT 6;
- Compilação no Windows, MacOS e Linux

4. PROJETO DO SISTEMA

Blind Chess é uma aplicação direcionada a pessoas cegas que poderão jogar xadrez de forma dinâmica. A aplicação direciona o jogador através da fala (inteligência artificial aplicada no sistema) e, desse modo, é possível realizar jogadas na partida de xadrez.

Inicialmente serão definidos os requisitos funcionais, ou seja, a especificação das funções que serão implementadas no sistema, levantando, ainda, os requisitos não funcionais, sendo descritos seu desempenho, usabilidade, confiabilidade, entre outros. Outro tópico que irei explicar serão os diagramas (caso de uso, ações que o sistema deve executar e o prosseguimento de mensagens transmitidas entre objetos).

Durante a análise, foram especificados os seguintes requisitos para o desenvolvimento da ferramenta proposta:

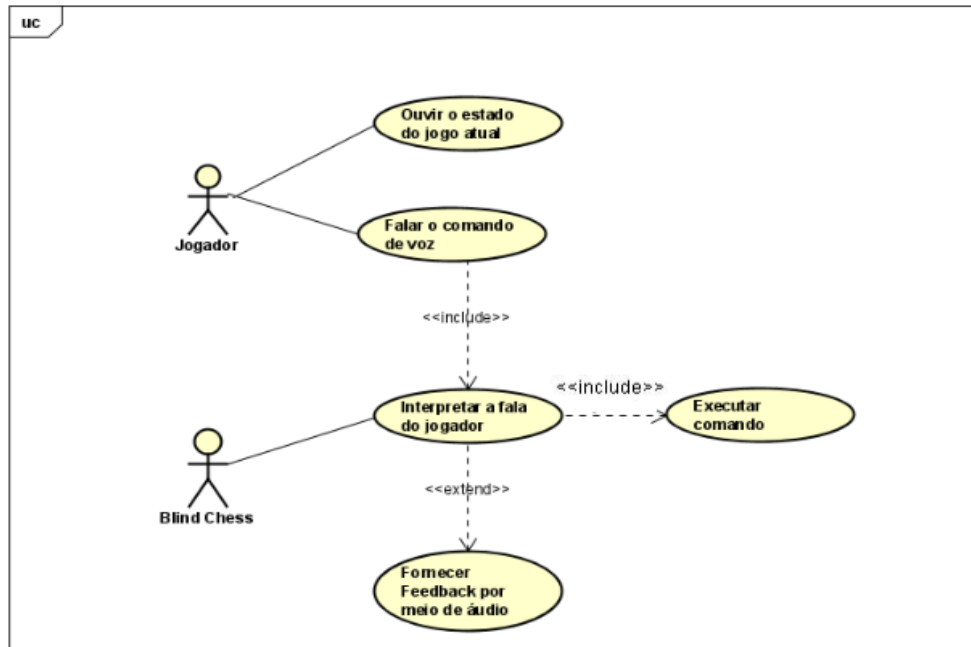
- Permitir comando de voz para coordenação do jogo (Requisito Funcional);
- Disponibilizar conceitos do xadrez (Requisito Funcional);
- Apresentar o tabuleiro e as peças com seus respectivos valores (Requisito Funcional);
- Permitir que os usuários joguem contra uma engine (Requisito Funcional);
- Ser implementada na linguagem de programação Python (Requisito Não Funcional).

4.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO

De acordo com o diagrama de caso de uso abaixo, o usuário usará a voz para realizar as jogadas do xadrez, como, por exemplo, escolher a peça que está na posição D3 e movê-la até a posição D4.

Em seguida, o Blind Chess efetuará lances para dificultar o checkmate do usuário contra a aplicação ou até mesmo vencer a partida e também fornecer o feedback do jogo através do áudio.

Figura 4 - Diagrama de Caso de USO



Fonte: Autor próprio

4.2. DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO

Identificação Caso de Uso 1	
Nome do Caso de Uso:	Ouvir o estado do jogo atual
Ator:	Jogador
Descrição:	Situação atual do jogo
Pré-condições:	Iniciar o jogo
Pós-condições:	Realização de jogadas do usuário
Ações do ator:	Solicitar a qualquer momento do jogo a situação atual do jogo.

Identificação Caso de Uso 2	
Nome do Caso de Uso:	Falar o comando de voz
Ator:	Jogador
Descrição:	Realizar comandos a partir da fala
Pré-condições:	Iniciar o jogo
Pós-condições:	Execução de lances do jogo
Ações do ator:	A partir da fala do jogador será feito lances do xadrez

Identificação Caso de Uso 3	
Nome do Caso de Uso:	Interpretar a fala do jogador
Ator:	Inteligência Artificial
Descrição:	Processamento da fala por comandos
Pré-condições:	Iniciar o jogo
Pós-condições:	Realização de jogadas do usuário
Ações do ator:	De acordo com a fala do jogador , é realizado o comando e será atualizado o tabuleiro.

Identificação Caso de Uso 4	
Nome do Caso de Uso:	Executar comandos
Ator:	Inteligência Artificial
Descrição:	Execução de comandos a partir da fala do jogador
Pré-condições:	Iniciar o jogo
Pós-condições:	Realização de jogadas do usuário
Ações do ator:	Através da realização do comando será atualizado o tabuleiro.

Identificação Caso de Uso 5	
Nome do Caso de Uso:	Fornecer feedback por meio de áudio
Ator:	Inteligência Artificial
Descrição:	Informações do jogo
Pré-condições:	Iniciar o jogo
Pós-condições:	Realização de jogadas do usuário
Ações do ator:	Sempre que for solicitado, fornecer ao jogador, o feedback por meio de áudio

4.3. BLIND CHESS

O jogo é iniciado quando o jogador fala a frase **“Iniciar Jogo”**. Então o Blind Chess apresenta o xadrez para o usuário e os tipos de peças (32 peças, divididas em 16 brancas e 16 pretas, nas quais ambas as cores possuem 2 Torres, 2 Cavalos, 2 Bispos, 1 Dama, 1 Rei e 8 Peões). E o tabuleiro possui casas claras e escuras , também explanando as regras.

Após o início do jogo, o jogador solicita a posição desejada e a aplicação realiza o lance de acordo com as jogadas. O sistema também irá fazer

movimentações para o jogo continuar. Em qualquer momento o usuário poderá pedir a situação atual do cenário e o programa deve disponibilizá-lo.

Todas as jogadas dos usuários são feitas por meio da fala e caso haja cacofonia, encontro de sílabas que formam sons estranhos, a inteligência não conseguirá entender a fala para realização dos comandos desejáveis.

Figura 5 - Exemplo de cacofonia



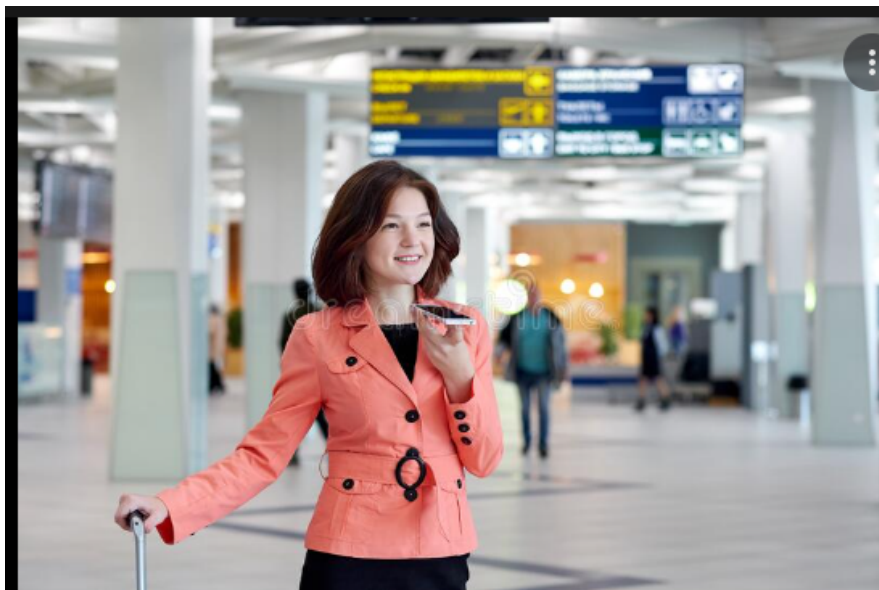
Fonte: Imagem de exemplo do uso de cacofonia no cotidiano.

Disponível em

<<https://blogdoenem.com.br/gramatica-cacofonia/>>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

Conforme a figura 5, em uma conversa informal, o homem tenta solicitar uma informação da cliente, porém, com a junção das palavras, houve um dado inconsistente, gerando um efeito de sentido diferente daquele pretendido, não sendo possível a resposta correta no diálogo.

Figura 6 - Exemplo de cacofonia com ruídos



Fonte: Imagem de exemplo do envio de áudio em locais públicos, causando cacofonia .

Disponível em

<https://pt.dreamstime.com/photos-images/jovem-mulher-com-mala-de-viagem-no-aeroporto.html?pg=2&view=latest-uploads>>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

Em nosso dia a dia, também realizamos ações junto com a tecnologia para otimização de tempo, como, por exemplo, na figura 6, que ilustra uma pessoa que está enviando áudio para outra pessoa. Todavia, como ela está em um local público, no caso, em um aeroporto, há chances do áudio conter vozes de pessoas e das aeromoças informando os voos, causando, assim, um som desagradável, o que pode prejudicar a informação que deseja falar.

Assim também acontece para os usuários que utilizam o Blind Chess, que pode ser jogado em locais com ruídos. Nessas situações, caso não haja o entendimento pleno da fala, será solicitado que o usuário repita novamente o seu pedido porém pausadamente.

Figura 7 - Tecnologia e cacofonia

```
61         # say_error(e)
62
63     def clearPossibleMistakes(self, text):
64         text = text.replace('v', 'b')
65         text = text.replace('0', 'a')
66         text = text.replace('é', 'e')
67         text = text.replace(' ', '')
68         return text
69
70     def speak(self, text):
```

Fonte: Autor próprio

Conforme a figura 7, há a demonstração de um trecho do código em que foi inserido algumas regras para evitar a cacofonia. Cita-se de exemplo se o usuário falar alguma palavra com sons parecidos ou se realizar uma jogada além das peças disponíveis no tabuleiro. A aplicação irá solicitar que repita novamente a frase. Caso não haja a peça disponível desejada a inteligência irá interagir respondendo que o lance não foi encontrado.

5. MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO

De acordo com Costa, Machado e Moraes (2014, p.528) as inteligências artificiais possuem técnicas e seções distintas, como a tomada de decisão, movimentação e estratégia:

“Na tomada de decisão, o sistema precisa descobrir qual comportamento é o mais adequado a cada momento do jogo. A movimentação faz referência a técnicas que transformam as decisões em algum tipo de movimento. Já a estratégia é utilizada para coordenação de ambientes que envolvem equipes, tratando-se de uma abordagem global para influenciar o comportamento de um grupo.”

Para Prates (2016) a computação e a inteligência artificial se relacionam, pois essa trata problemas para os quais ainda não há solução pronta em forma de um algoritmo. Assim, ela necessita criar espaços de busca capazes de avaliar o cenário em um determinado contexto, analisando as possibilidades de encontrar uma solução.

A inteligência artificial implantada no Blind Chess analisa as jogadas de xadrez e consegue realizá-las a partir da movimentação das peças de origem do jogador, com tomadas de decisões para “dificultar” os lances do adversário, forçando-o a fazer estratégias para ter êxito no jogo. Outro item é a interpretação da fala do jogador, transformando-a em comando para execução das movimentações.

5.1 APLICAÇÃO

A aplicação contém um jogo de tabuleiro composto por oito peões, duas torres, dois cavalos, dois bispos, uma rainha e um rei para dois jogadores. Quando o usuário clicar é iniciado a interação com o Blind Chess, que irá guiá-lo durante todo o jogo, realizando jogadas de xadrez.

Figura 8 - Interface da aplicação



Fonte: Autor próprio

A figura 8 apresenta a interface gráfica do Blind Chess com o tabuleiro composto por 16 peças para cada jogador, com cores brancas e pretas. Além do tabuleiro, abrange também o botão “Iniciar”, que ao clicá-lo, o programa iniciará sua interação com o usuário (Utilizado para demonstração).

5.2 RISCOS

Um dos riscos que pode ocorrer na aplicação, tendo em vista a possibilidade de suas ocorrências nas demandas executadas, é o jogador falar outro idioma do que o esperado ou ter dificuldade na fala.

Um ponto a ser estudado é a cacofonia, forçando a inteligência artificial a sempre questionar o usuário, solicitando que repita a frase pausadamente, evitando comandos incorretos.

Desse modo, o sistema não irá executar o comando ou errar uma jogada. Ressalta-se que os testes finais serão feitos para que sejam minimizados os índices de erros, por meio da inserção de falas de alertas, auxiliando-o em uma nova tentativa de comunicação com o programa. As correções necessárias serão, assim, aplicadas a fim de que não seja interrompido o fluxo feliz do software desenvolvido para os cegos.

Riscos Externos

Risco	Plano de Ação
Cacofonia	A inteligência artificial sempre deverá solicitar que o usuário repita a frase pausadamente, evitando comandos incorretos.
TimeOut	Inserção de comandos para verificar se o usuário ainda está jogando.
Idiomas	Inserção de novos idiomas em que o usuário possa selecionar a linguagem desejada nos trabalhos futuros

Riscos Tecnológicos

Riscos	Planos de Ação
Comando errado	Realizar testes para verificação de todos os comandos implementados.
BUG	Resolver de forma imediata todo e qualquer bug que ocorrer nos testes.
Sistemas operacionais	A aplicação deve rodar em qualquer sistema operacional.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho proporcionou um aprimoramento sólido de conhecimento na área de desenvolvimento Desktop com Python, acessibilidade para deficientes visuais e utilização de tecnologias de reconhecimento de voz.

A utilização do PyQT 6 e a tecnologia Text to Speech foram essenciais para a criação do Blind Chess, facilitando o desenvolvimento da inclusão de pessoas cegas no cenário digital do xadrez.

A parte que não está relacionada com a programação que foi gerada como resultado do trabalho foi o conhecimento da importância da acessibilidade e inclusão de pessoas cegas e como a tecnologia pode contribuir para melhoria da vida e minimização das barreiras enfrentadas por elas.

Portanto, nesta pesquisa foram aplicados múltiplos conceitos que adquiri durante a realização do curso, como a matemática aplicada à computação, algoritmos, análise de sistemas e acessibilidade, bem como a aprendizagem acerca da realidade dos deficientes visuais.

O resultado obtido da conexão entre acessibilidade e tecnologia me provou que a tecnologia é essencial para o desenvolvimento da inclusividade na sociedade. Assim, espero que o projeto Blind Chess possa servir como uma demonstração do potencial que a utilização das tecnologias assistivas trazem para a inclusão social e para o acesso ao entretenimento de pessoas com deficiência visual, incentivando o desenvolvimento de ainda mais projetos que visem à democratização da informação e inclusão de todos os indivíduos.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho estou prospectando quatro trabalhos futuros.

O primeiro é a ampliação desta plataforma, com a inserção de mais idiomas, inicialmente com espanhol e árabe, com o intuito de abranger pessoas de outras nacionalidades que possam usufruir da aplicação. O segundo item a ser implementado é a possibilidade de transformar esta plataforma para a modalidade multiusuário, permitindo que dois jogadores possam competir na mesma aplicação. O terceiro item é disponibilizar o Blind Chess na internet, disponibilizando uma ferramenta de interação social por meio deste jogo, e, o quarto e último item é realizar uma análise da usabilidade do Blind Chess.

REFERÊNCIAS

ALVES OTTAIANO, José Augusto; PEREIRA DE ÁVILA, MARCOS; CAIXETA UMBELINO, Cristiano; CHATER TALEB, ALEXANDRE - **As Condições de Saúde Ocular no Brasil** - 1ª Edição - 2019

ARAÚJO, Maria C.C.; SILVA, Bruno Roberto da; QUEIROZ, Jonathan Garcia de; VIANA, Windson. **Ortomonstro: um audiogame móvel customizável para práticas ortográficas de português por meio do Braille**. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016).

ARAÚJO, Maria CC et al. **Um estudo das recomendações de acessibilidade para audiogames móveis**. XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital-ISSN, p. 2179-2259, 2015.

CAVEDEON, Germano Biavatti, FRANCA, Mateus Trevisan. **Ensino de Xadrez** Disponível em:
<https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao_IFRS/5salao/paper/viewFile/9229/48>
Acesso em: 15 de Julho de 2023.

COSTA, Thaíse Kelly de Lima Costa, MACHADO Ililiane dos Santos, MORAES Ronei Marcos de, **Inteligência artificial e sua aplicação em serious games para saúde**.

Cacofonia: o que é, exemplos e como evitar esse vício de linguagem Disponível em: <<https://blogdoenem.com.br/gramatica-cacofonia/>>. Acesso em: 20 de Outubro de 2022.

DELORS, Jacques (Coord.). **Os Quatro Pilares da Educação**. In: **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez Editora. p. 89-102.
Estatuto da Pessoa com Deficiência. Disponível em
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm>
Acesso em: 07 de abril de 2022.

Gerenciamento de riscos – Introdução e Contextualização. Disponível em:
<<https://www.gp4us.com.br/gerenciamento-de-riscos-em-projetos/>> Acesso em: 22 de Junho de 2022.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009

Imagem de exemplo do envio de áudio em locais públicos, causando cacofonia. Disponível em:
<<https://pt.dreamstime.com/photos-images/jovem-mulher-com-mala-de-viagem-no-aeroporto.html?pg=2&view=latest-uploads>>. Acesso em: 20 de Outubro de 2022.

MARCATO, D. C. G. **O Design nos jogos geométricos aplicados ao ensino infantil**. 2009. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009. Disponível em:
<<http://hdl.handle.net/11449/89706>>. Acesso em: 01 de junho de 2022.

MAUCH, Carla; KRANZ, Cláudia. **Os Jogos na Educação Inclusiva**. In: MAUCH, Carla (Org). **Educação Inclusiva: algumas reflexões**. Natal: EDUFRN, 2008.

Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Disponível em: <<https://www.wipo.int/about-wipo/pt/offices/brazil/index.html>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023.

Organização Mundial da Saúde (OMS) . Disponível em: <<https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/MatrizesConsolidacao/comum/37518.html>>. Acesso em: 29 de abril de 2023.

Pessoas com deficiência. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>> . Acesso em: 02 de abril de 2023.

QUINET, Marcos. **Inteligência Artificial.** Niterói, [2011]. Disponível em: <http://www.professores.uff.br/mquinet/07_IA.pdf>. Acesso em: 14 Maio de 2022.

RAMALHO, Francisca Arruda Ramalho, SILVA Alan Curcino Pedreira da Silva, COSTA Luciana Ferreira. **Para além dos estudos de uso da informação arquivística: a questão da acessibilidade.** 2010, p. 138.

REZENDE, Sylvio, **Xadrez na escola Uma abordagem didática para principiante** - 2ª Edição, Editora Ciência Moderna, 2021

Sistema de arquitetura do reconhecimento da fala. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/System-Architecture-of-for-Automatic-Speech-Recognition-System-7_fig1_276136270>. Acesso em: 24 de Maio de 2022.

SILVA, Daniela Filipa Macedo Braga Moreira. **ALGORITMOS DE PROCESSAMENTO DA LINGUAGEM NATURAL PARA SISTEMAS DE CONVERSÃO TEXTO-FALA EM PORTUGUÊS** - 23 de Maio de 2008

SUMAN, K. Saksamudre, SHRISHRIMAL, P.P., DESHMUKH, R.R.. **A Review on Different Approaches for Speech Recognition System.** Volume 115 – No. 22, Abril 2015

SILVA, William Pereira da. **O Jogo De Xadrez, Os Professores De Educação Física E As Modalidades Esportivas.** Parte I e II. Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/artigos/1233393>>. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

SILVA, Raquel Micenas. **ACESSIBILIDADE EM JOGO: o design como ferramenta indispensável de responsabilidade social integrativa na adaptação do jogo Coup para pessoas com e sem deficiências visuais.** Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/43188/7/TCC%20-%20JAMILLY%20RAQUEL%20MICENAS%20SILVA.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

Tabuleiro de xadrez. Disponível em: <<https://www.dummies.com/wp-content/uploads/201843.image0.jpg>> Acesso em: 20 de Junho de 2022.

TAKAHASHI, Tadao. **Sociedade da informação no Brasil: livro verde.** Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1ª Edição, Editora , Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2000.