



**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**VITOR HUGO MORAES SANTOS
ARIEL BRANDON GIRON FLORES**

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE AÇÃO COM OPÇÕES PARA PESSOAS
DALTÔNICAS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO**

**Guarulhos
2023**

**VITOR HUGO MORAES SANTOS
ARIEL BRANDON GIRON FLORES**

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE AÇÃO COM OPÇÕES PARA PESSOAS
DALTÔNICAS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO**

Trabalho de Graduação do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Prof. Me. Milton Francisco de Brito

**Guarulhos
2023**

**VITOR HUGO MORAES SANTOS
ARIEL BRANDON GIRON FLORES**

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE AÇÃO COM OPÇÕES PARA PESSOAS
DALTÔNICAS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO**

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas como requisito parcial para obtenção do **Título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.**

Banca Examinadora

Orientador: _____

Prof. Me. Milton Francisco de Brito
Fatec Guarulhos

Banca: _____

Prof. Esp. Jane Maria Dos Santos Eberson
Fatec Guarulhos

Banca: _____

Prof. Esp. Alécio Aparecido Preto de Godoi
Fatec Guarulhos

Guarulhos, data (01/12/2023)

RESUMO

SANTOS, Vitor Hugo Moraes; FLORES, Ariel Brandon Giron. **DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE AÇÃO COM OPÇÕES PARA PESSOAS DALTÔNICAS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia de Guarulhos, Guarulhos.

Este Trabalho de Conclusão de Curso se concentra em abordar uma característica específica da acessibilidade: o daltonismo. O daltonismo é uma deficiência visual que afeta a percepção das cores, tornando a distinção entre determinados tons difíceis ou impossível para aqueles que a possuem. O objetivo foi desenvolver um jogo 2D "*Guilty Huntress*" que visa melhorar a acessibilidade para pessoas com daltonismo, reconhecendo que essa deficiência pode significativamente impactar a experiência do jogador, especialmente em jogos nos quais os conceitos fundamentais se baseiam nas cores. Ao fazê-lo, busca-se promover a inclusão de um público mais amplo e oferecer uma experiência de jogo igualmente enriquecedora para todos os jogadores, independentemente de sua percepção das cores.

Palavras-chave: Acessibilidade, Daltonismo.

ABSTRACT

This Course Completion Work focuses on addressing a specific characteristic of accessibility: color blindness. Color blindness is a visual impairment that affects the perception of colors, making distinguishing between certain tones difficult or impossible for those who have it. This work aims to develop a 2D game "Guilty Huntress" that aims to improve accessibility for people with color blindness, recognizing that this disability can significantly impact the player's experience, especially in games in which fundamental concepts are based on colors. In doing so, we seek to promote the inclusion of a wider audience and offer an equally enriching gaming experience for all players, regardless of their color perception.

Keywords: *accessibility, color blindness,*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Globo Ocular	13
Figura 2 - Comprimento da gama de cores	14
Figura 3 - Tipos de Tricromacia anômala	15
Figura 4 - Tipos de Dicromacia.....	16
Figura 5 - Tipos de Monocromacia.	16
Figura 6 - Tabela de Classificação de raridade de daltonismo	17
Figura 7 - Herança genética	18
Figura 8 – Mega Man.....	23
Figura 9 - Mighty Gunvolt Burst	24
Figura 10 - Soldado	25
Figura 11 - Drone.....	25
Figura 12 – Plataforma Móvel.....	25
Figura 13 – Protagonista Helen	26
Figura 14 – Barra de Vida.....	27
Figura 15 – Hud do Jogo	27
Figura 16 – Menu Inicial.....	28
Figura 17 – Menu de Opções	29
Figura 18 – Menu de Acessibilidade	29
Figura 19 – Menu de Seleção do Tipo de Daltonismo	30
Figura 20 – Tela de Pause.....	30
Figura 21 – Tela de Pause Options	31
Figura 22 – Tela de Pause Options Daltonismo ligado	31
Figura 23 – Logo da Unity.....	32
Figura 24 – Cuphead	32
Figura 25 – Hollow Knight.....	33
Figura 26 – Logo LibreSprite	33
Figura 27 – Logo Krita	34
Figura 28 – Logo Figma.....	34
Figura 29 – Logo GitHub.....	34
Figura 30 – Início da primeira fase	35
Figura 31 – Início da primeira fase com filtro de protanopia	36

Figura 32 – Início da primeira fase com filtro de deuteranopia	36
Figura 33 – Início da primeira fase com filtro de Tritanopia	37
Figura 34 – Função Start	37
Figura 35 – Função Update	38
Figura 36 – Função Awake	38
Figura 37 – Função FixedUpdate	39
Figura 38 – Função OnCollisionEnter2D	39
Figura 39 – Função OnCollisionExit2D	40
Figura 40 – Diagrama de Fluxo de Tela.....	41
Figura 41 – Bioshock 2	42

SUMARIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA	10
1.2 OBJETIVO GERAL.....	11
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 A PERCEPÇÃO DA COR.....	12
2.1.1 Variações de Daltonismo	14
2.1.2 Causas do Daltonismo	17
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Pesquisa bibliográfica.....	20
3.2 Pesquisa de opinião	20
3.3 Pesquisa exploratória	21
4 DESENVOLVIMENTO.....	22
4.1 DEFINIÇÃO DO JOGO.....	22
4.1.1 Nome do jogo	22
4.1.2 <i>High concept</i> do jogo.....	22
4.1.3 Gênero	22
4.1.4 Estilo estético	22
4.1.5 Inspirações	22
4.2 GAMEPLAY E MECANICAS	24
4.2.1 Gameplay.....	24
4.2.2 Inimigos.....	24

4.2.3 Obstáculos	25
4.2.4 Controles	26
4.3 ARTE DO JOGO	26
4.3.1 Elementos Visuais	26
4.4 INTERFACE	27
4.4.1 Sistema Visual	27
4.4.2 Menus	28
4.4.3 Tela de Pausa	30
4.5 ASPECTOS TECNICOS	32
4.5.1 Softwares Utilizados	32
4.6 ACESSIBILIDADE	35
4.6.1 Código do Daltonismo	35
4.7 FUNCIONAMENTO DA UNITY	37
4.7.1 <i>Function Start</i>	37
4.7.2 <i>Function Update</i>	38
4.7.3 <i>Function Awake</i>	38
4.7.4 <i>Function FixedUpdate</i>	39
4.7.5 <i>Function OnTrigger</i>	39
4.7.6 <i>OnCollision</i>	40
4.8 OBJETIVO DO JOGADOR	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE - JOGO DE AÇÃO COM OPÇÕES PARA PESSOAS DALTÔNICAS: UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO	47

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mercado de jogos eletrônicos experimentou um crescimento significativo, tornando-se uma forma de entretenimento amplamente apreciada por pessoas de todas as idades e origens. No entanto, à medida que a indústria floresce, torna-se cada vez mais crucial considerar a acessibilidade.

Falar de acessibilidade é ir além de rampas de acesso ou elevadores. É também pensar na eliminação de barreiras presentes não apenas nos ambientes físicos, mas também em dispositivos, sistemas e serviços disponíveis à população no geral (VILLON ELSA, 2019, p.10).

No contexto dos jogos digitais, a acessibilidade abrange não apenas aspectos físicos, mas também cognitivos, sensoriais e motores, visando garantir que todos, independentemente de suas capacidades possam desfrutar plenamente

A escolha deste tema é motivada pela importância de reconhecer e abordar desafios de acessibilidade no mundo dos jogos digitais, foi elaborado com foco em pessoas com daltonismo para uma experiência de jogo mais inclusiva e enriquecedora, permitindo que um público mais diversificado participe ativamente do mundo dos jogos digitais.

1.1 JUSTIFICATIVA

O daltonismo é uma condição genética que afeta a visão das cores. Pessoas daltônicas podem ter dificuldade em distinguir entre certas cores, o que pode dificultar a participação em atividades que envolvem a visão das cores, como jogos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 3,5% da população mundial é daltônica. No Brasil, estima-se que 2,5 milhões de pessoas sejam afetadas por essa condição.

Apesar da prevalência do daltonismo, a acessibilidade para pessoas daltônicas em jogos é ainda uma questão negligenciada. Muitos jogos não oferecem recursos de acessibilidade para pessoas daltônicas, o que pode limitar a participação dessas pessoas no meio dos games.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um jogo com foco em acessibilidade para pessoas daltônicas.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Utilizar recursos visuais que sejam facilmente distinguíveis por pessoas daltônicas.
- Oferecer opções de acessibilidade que permitam às pessoas daltônicas alterar a aparência do jogo.
- Realizar testes com pessoas daltônicas para garantir que o jogo seja realmente acessível.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para melhor entendimento são apresentadas as bases para a elaboração da monografia, a compreensão da percepção da cor pelo olho, os diferentes tipos de daltonismo e suas causas são fundamentais para o desenvolvimento do Trabalho de Graduação TG.

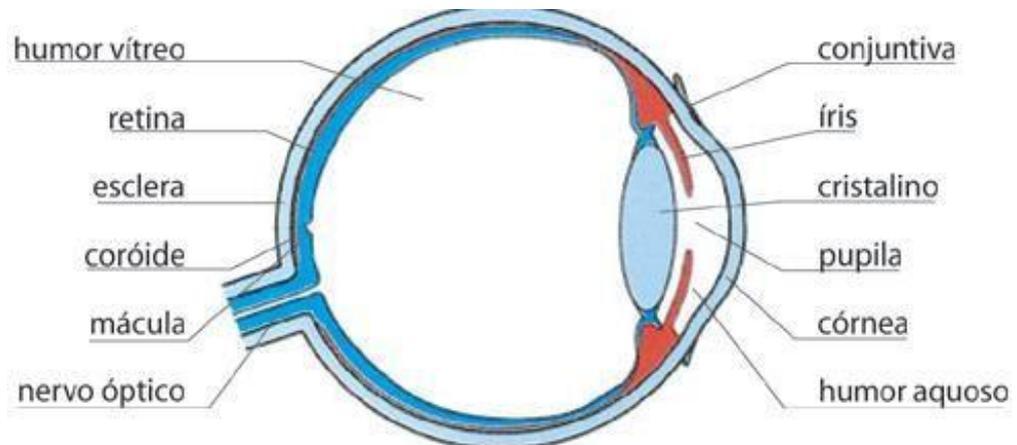
2.1 A PERCEPÇÃO DA COR

No campo de estudo da percepção da cor no aparelho óptico humano, é imprescindível compreender o processo pelo qual a cor é percebida, desde a interação com os objetos até a interpretação final no olho humano,” A visão é responsável por cerca de 75% de nossa percepção. Resumindo de forma extremamente sintética, o ato de ver é o resultado de três ações distintas: operações óticas, químicas e nervosas.” (MELLO, 2012, p.3)

Segundo Mello (2012, p. 3) “O órgão responsável pela captação da informação luminosa/visual e transformá-la em impulsos a serem decodificados pelo sistema nervoso é o olho.”, Figura 1, o processo começa com a luz visível que incide nos objetos que é refletida de volta para o nosso olho. Cada objeto absorve ou reflete diferentes comprimentos de onda da luz visível, resultando na gama de cores que percebemos. À medida que a luz refletida pelos objetos penetra no olho, ela passa pela córnea, que atua como um filtro, influenciando a variedade de cores que alcançam a retina, localizada na parte interna do olho:

Primeiramente, lembramos que os raios luminosos provenientes de um objeto incidem primeiramente numa parte do globo ocular conhecida como córnea. Em seguida os raios passam pela íris. A íris tem um diâmetro variável cuja função é controlar a quantidade de luz que entra no olho. No centro da íris está a pupila do olho. Em seguida, a luz atinge uma lente conhecida como cristalino. O cristalino é a lente (biconvexa) do olho. A finalidade dessa lente ajustável é focalizar a luz numa parte do olho conhecida como retina e localizada na parte detrás do globo ocular. A retina é uma camada fina composta de células neurais e que cobre uma fração dessa parte do olho. De forma grosseira, poderíamos dizer que os vários componentes ópticos do globo ocular (como a íris e o cristalino) têm a função de fazer chegar à luz até a retina e na medida da necessidade. A retina desempenha um papel central no que diz respeito à visão. (MELLO, 2013, pag.4)

Figura 1 - Globo Ocular

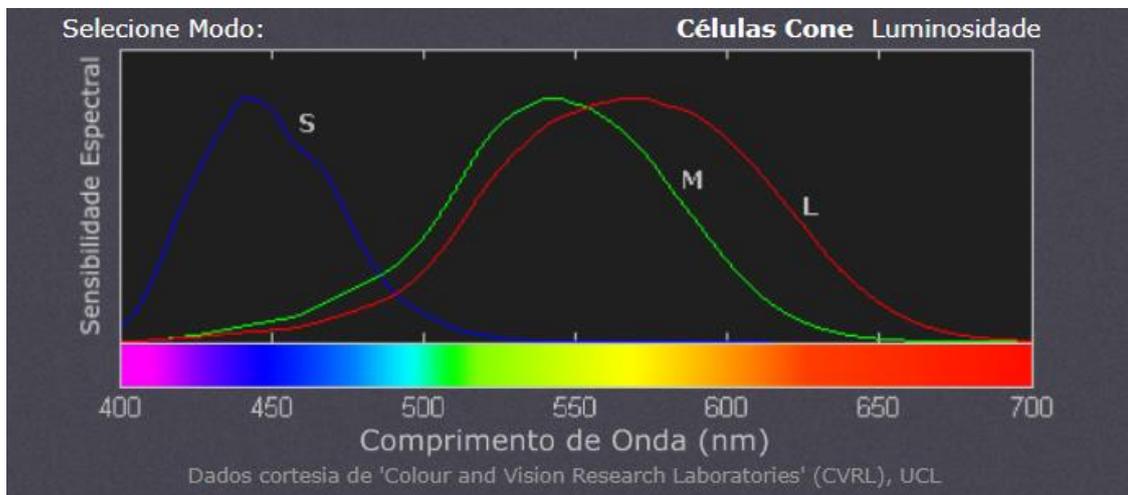


Fonte: site anatomiadocorpo (2023)

A próxima etapa ocorre quando a luz passa pelo cristalino, uma lente flexível que pode mudar de forma para focar a luz na retina. A luz focalizada então incide na retina, que é composta por células especializadas chamadas cones e bastonetes. Os cones são responsáveis pela detecção de cores, enquanto os bastonetes são responsáveis pela visão noturna e pela percepção de movimento. Existem três tipos principais de cones, cada um sensível a diferentes comprimentos de onda da luz: os cones de comprimento de onda curto (S-cones), sensíveis ao azul; os cones de comprimento de onda médio (M-cones), sensíveis ao verde; e os cones de comprimento de onda longo (L-cones), sensíveis ao vermelho. A resposta desses cones à intensidade da luz em diferentes comprimentos de onda é a base da percepção das cores, Figura 2. (MELLO, 2012)

O olho humano sente o espectro de cores usando uma combinação da informação vinda de células localizadas no olho, chamadas de cones e bastonetes. [...] Existem três tipos de cones nos nossos olhos, cada um especializado em comprimentos de luz curtos (S), médios (M) ou longos (L). O conjunto de sinais possíveis dos três tipos de cones define a gama de cores que conseguimos ver. O exemplo abaixo ilustra a sensibilidade relativa de cada um dos tipos de células cone para todo o espectro de luz visível -- de ~400nm a 700 nm. (MCHUGH, 2020, on-line)

Figura 2 - Comprimento da gama de cores



Fonte: McHugh (2020)

A cor é determinada pelo seu comprimento de onda, que varia de violeta (comprimento de onda mais curto) a vermelho (comprimento de onda mais longo). Cada comprimento de onda corresponde a uma cor específica no espectro de cores. (MELLO, 2012)

Quando a luz incide nos cones, eles transformam a informação do espectro de cores em sinais elétricos. Esses sinais são então transmitidos ao longo do nervo óptico para o cérebro, mais especificamente para o córtex visual. No córtex visual, o cérebro interpreta e organiza as informações de cores recebidas dos cones, dando origem às cores que percebemos (MELLO, 2012)

A percepção da cor é uma intrincada jornada que se inicia com a iluminação e a reflexão dos objetos, passa pelo aparelho óptico do olho, composto pela córnea e pelo cristalino, e culmina na retina, onde os cones detectam a luz e a transformam em sinais elétricos. Esses sinais são transmitidos ao cérebro, que, por meio de complexos processos de processamento neural, cria a nossa experiência visual das cores. (MELLO, 2012)

2.1.1 Variações de Daltonismo

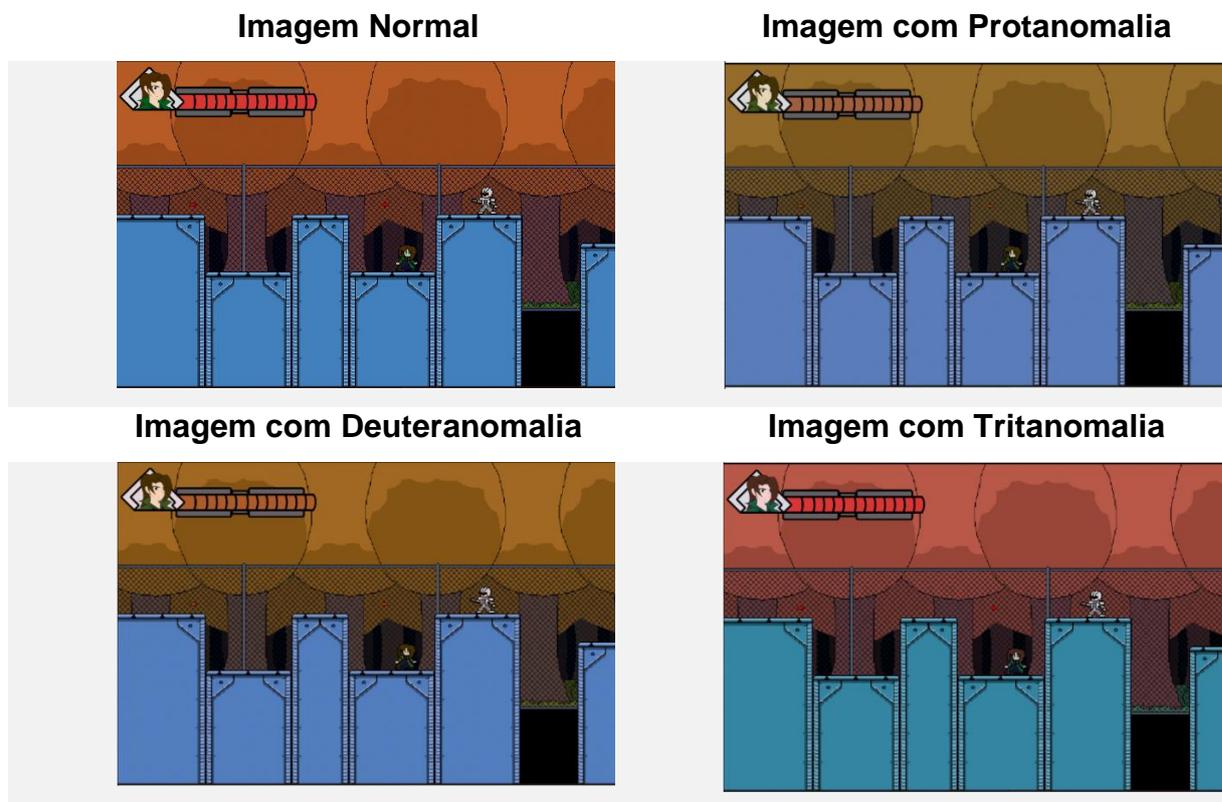
A discromatopsia, popularmente conhecida como daltonismo, está relacionada com a dificuldade em identificar e diferenciar características das cores. Essa condição foi descoberta por John Dalton (1766-1844), um físico e químico inglês, e pode ser

causada por fatores hereditários, ou seja, congênitos, além de outras causas como doenças, lesões e até mesmo medicamentos.

De acordo com Spalding (1999) e Bailey (2010), estima-se que, no mundo ocidental, pelo menos de 6% a 10% dos homens e 0,4% a 0,7% das mulheres sejam daltônicos. Dessa forma, as pessoas afetadas por essa disfunção podem encontrar obstáculos em realizar tarefas diárias e em suas atividades profissionais ao longo da vida.

Existem tipos de daltonismo, segundo Maia (2006), o mais conhecido é, Tricromacia anômala, Figura 3, aonde a presença dos três tipos de cones (verde, vermelho, azul), porém um deles apresenta alguma alteração na cor, como à protanomalia (dificuldade de reconhecer cor vermelha), a deuteranomalia (dificuldade de reconhecer cor verde), e a tritanomia (dificuldade em reconhecer cor azul e amarelo), sendo este o mais incomum (Farina et al. 2006).

Figura 3 - Tipos de Tricromacia anômala

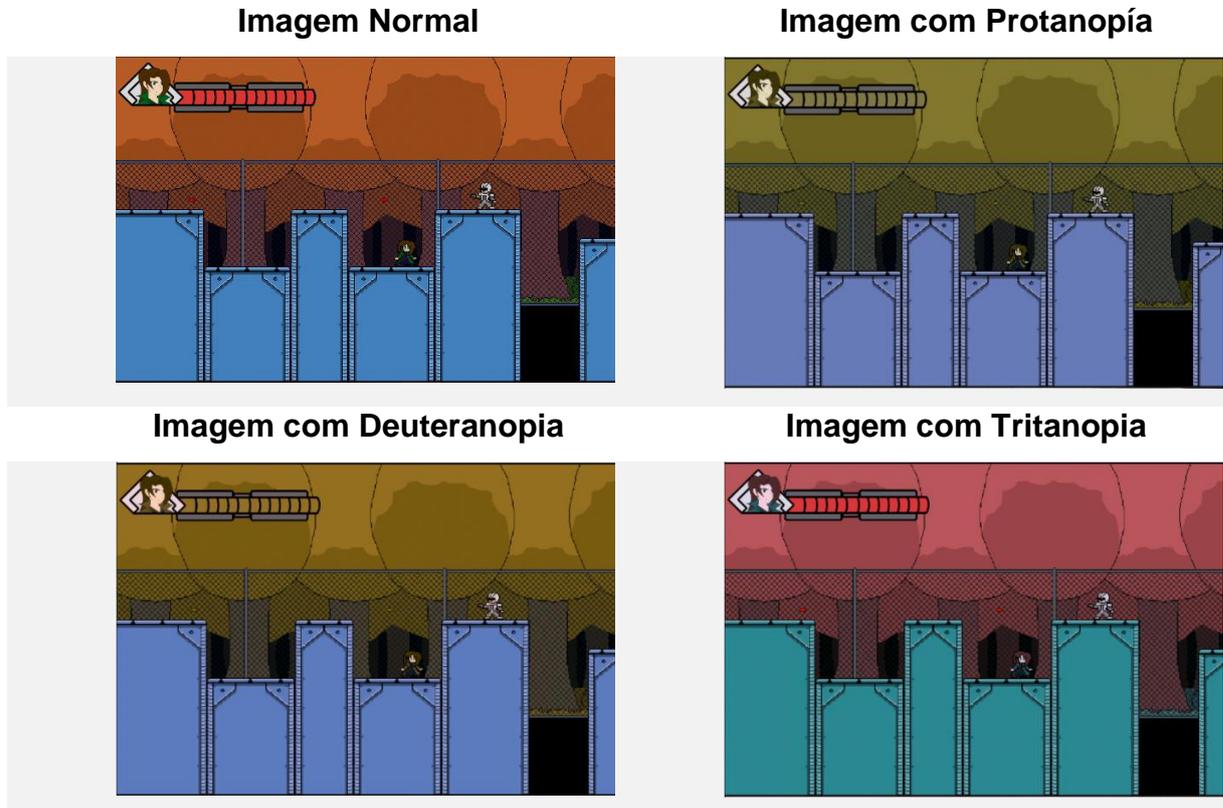


Fonte: Elaborada pelos autores.

A Dicromacia, Figura 4, é outro tipo de daltonismo, o portador possui apenas dois cones causando a complicação de identificar uma das outras cores, O

dicromatismo pode variar de protanopia (vermelho), deuteranopia (verde) e tritanopia (azul e amarelo) (Bruni et al. 2006)

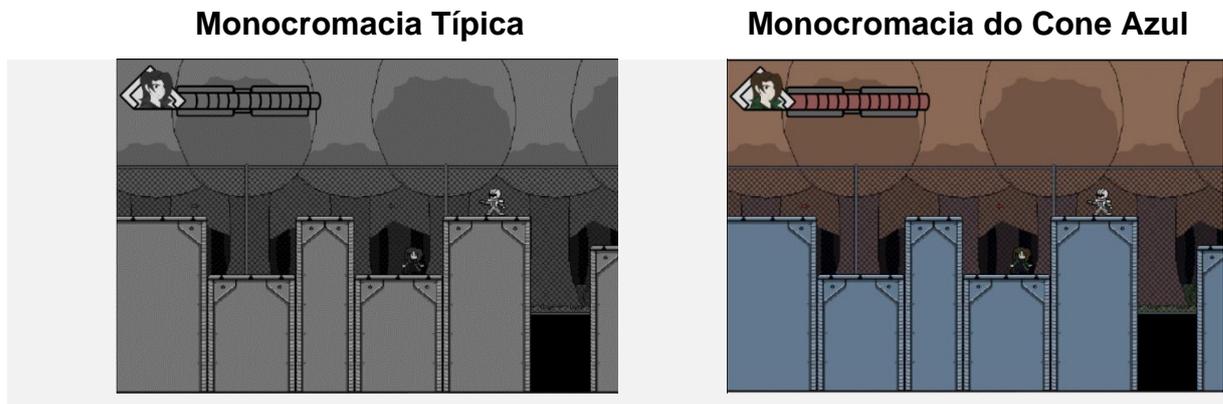
Figura 4 - Tipos de Dicromacia



Fonte: Elaborada pelos autores.

A monocromacia, Figura 5, é uma perturbação visual na qual a pessoa enxerga apenas uma cor ou tons de cinza. Existem dois tipos de monocromacia: monocromacia típica (ausência ou deficiência total em todos os cones) e monocromacia do cone azul (presença apenas do cone azul) (TAKATA, 2015).

Figura 5 - Tipos de Monocromacia.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Cada tipo de daltonismo possui uma raridade de prevalência entre homens e mulheres como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Tabela de Classificação de raridade de daltonismo

Classificação	Subclassificação	Prevalência
Tricromacia Anômala	Protanomalia	1% dos homens 0.03% das mulheres
	Deuteranomalia	5% dos homens 0.35% das mulheres
	Tritanomalia	Raro
Dicromacia	Protanopia	1% dos homens 0.01% das mulheres
	Deuteranopia	1% dos homens 0.01% das mulheres
	Tritanopia	1 em 13 mil homens e mulheres igualmente
Monocromacia	Monocromacia Típica	Raro
	Monocromacia do cone azul	Raro

Fonte: Cole (2007)

2.1.2 Causas do Daltonismo

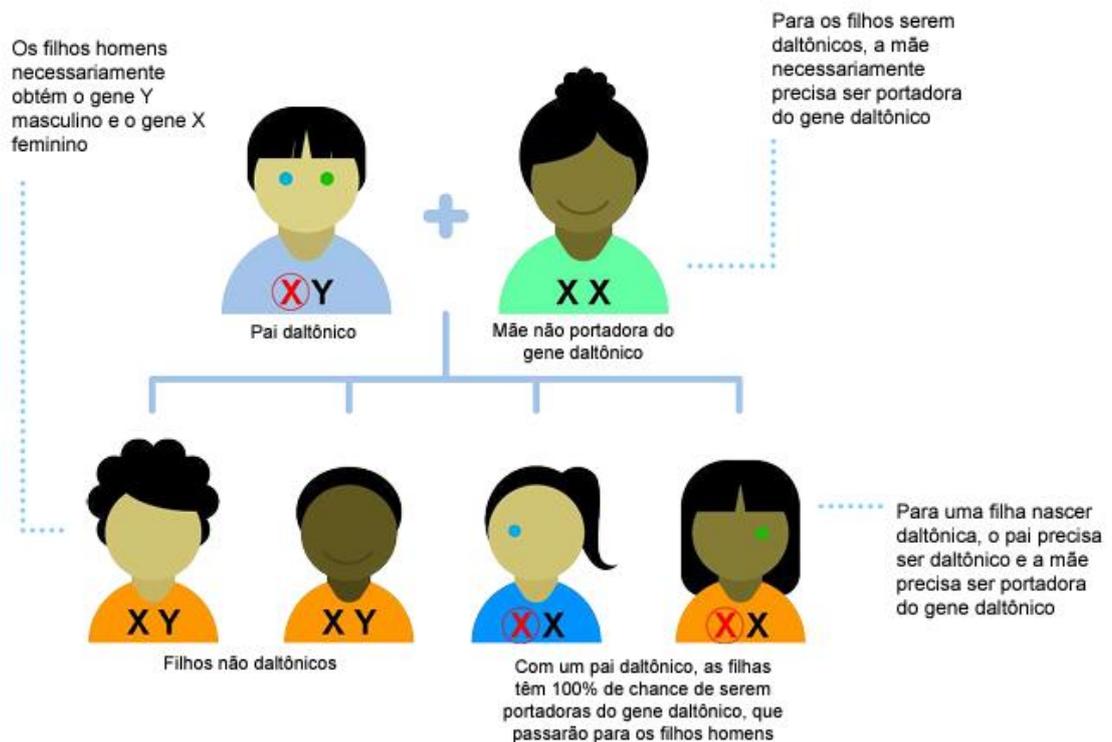
Quanto à origem da dificuldade de percepção das cores, existem duas principais categorias: a discromatopsia congênita, relacionada a fatores genéticos, e a discromatopsia adquirida, vinculada a certas doenças, lesões e outros motivos.

As formas mais comuns de discromatopsias congênitas são causadas por cromossomos X ligados ao gênero e características hereditárias. Os homens são afetados principalmente porque têm apenas um cromossomo X e um cromossomo Y, enquanto as mulheres têm dois cromossomos X. Se o cromossomo X único de um homem tiver defeito de cor, ele terá deficiência de visão de cores. Para uma mulher ser deficiente na visão das cores, ela deve ter herdado dois cromossomos X defeituosos de um dos pais ou de ambos os pais, ou que um ou ambos são portadores (BAILEY, 2010, p. 4, tradução nossa)

De acordo com Bailey(2010) essas mutações genéticas podem ser transmitidas por herança dos pais e estão frequentemente associadas ao cromossomo X, Figura 7. Isso explica por que os homens são mais suscetíveis ao daltonismo congênito do

que as mulheres. Para que uma mulher seja daltônica, ela precisa herdar a mutação genética afetada tanto do seu pai quanto da sua mãe. O gene responsável pelo daltonismo está localizado no cromossomo X, e as mulheres, com dois cromossomos X, têm uma camada de proteção genética que frequentemente as torna portadoras, mas não exibem os sintomas.

Figura 7 - Herança genética



Fonte: Moura (2019)

“Estima-se que cerca de 1 em cada 12 homens e 1 em cada 200 mulheres possuem daltonismo no mundo. Temos aproximadamente 8,35 milhões de brasileiros que possuem algum tipo de daltonismo sendo 7,83 milhões de homens e 523 mil mulheres. Isso equivale a quase 4% da população do nosso país.” (MOURA, 2019)

Por outro lado, o daltonismo adquirido, como o nome sugere, é uma condição que se desenvolve ao longo da vida e não é de natureza genética, “causada principalmente por doença ocular ou neurológica, toxicidade de drogas ou exposição a certos solventes” (BAILEY, 2010, p. 4, tradução nossa).

Ainda segundo Bailey(2010), pode ser resultado de lesões oculares, como trauma direto na região da retina, ou de doenças oculares, como a degeneração macular ou o glaucoma, que prejudicam a função dos cones da retina e, assim, afetam

a percepção das cores. Além disso, a exposição a produtos químicos tóxicos, como pesticidas e solventes, ou o uso de medicamentos específicos, como alguns tratamentos para o glaucoma, pode levar ao desenvolvimento do daltonismo adquirido.

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo, foram utilizados os seguintes métodos de pesquisa, revisão exploratória de literatura sobre a temática de jogos digitais e acessibilidade, com foco em deficiências visuais, mais especificamente, o daltonismo. Pesquisa bibliográfica, foi realizada uma revisão de literatura sobre os seguintes temas:

1. Visão das cores
2. Tipos de daltonismo
3. Causas do daltonismo
4. Acessibilidade em jogos digitais

Pesquisa de opinião, foi feito a tentativa de um formulário para pessoas com daltonismo, para assim coletar suas opiniões sobre a acessibilidade nos jogos digitais.

Desenvolvimento de um jogo: foi desenvolvido um jogo digital acessível a pessoas com daltonismo. O jogo foi desenvolvido utilizando os recursos de acessibilidade identificados nas pesquisas bibliográfica, e exploratória.

3.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de consulta a livros, artigos científicos, relatórios e outras fontes relevantes. A pesquisa identifica os principais conceitos e teorias sobre os temas abordados no trabalho.

Marconi e Lakatos (2018, p. 18) definem a pesquisa bibliográfica como "uma investigação que tem por objetivo a obtenção de conhecimento a partir de material já publicado, tais como livros, artigos científicos, teses, dissertações, documentos oficiais e outros". As autoras destacam que a pesquisa bibliográfica é uma técnica de pesquisa indispensável para a elaboração de trabalhos científicos, pois permite ao pesquisador obter informações sobre o tema que pretende estudar.

3.2 Pesquisa de opinião

A tentativa da pesquisa de opinião foi conduzida através de um questionário online. Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 232) definem a pesquisa de opinião como "um estudo de caráter quantitativo, destinado a medir a opinião de um grupo de pessoas sobre determinado assunto". A pesquisa de opinião é uma técnica de pesquisa utilizada para coletar informações sobre os comportamentos de um grupo de pessoas.

3.3 Pesquisa exploratória

A pesquisa exploratória foi implementada para investigar novas abordagens e soluções inovadoras no design de jogos digitais acessíveis para pessoas daltônicas.

Essa fase envolverá as seguintes atividades:

1. Técnicas de adaptação visual: serão testadas diferentes técnicas de adaptação visual, como o uso de filtros de cores, paletas de cores inclusivas e recursos de acessibilidade.
2. Análise de jogos existentes: serão analisados jogos digitais existentes para identificar boas práticas e desafios no design para pessoas daltônicas.

A pesquisa exploratória foi realizada de forma iterativa, permitindo a identificação de desafios no processo, e o teste de possíveis soluções. Segundo Lakatos e Marconi (2017, p. 108) definem a pesquisa exploratória como "um tipo de pesquisa que tem como objetivo aumentar o conhecimento sobre determinado assunto" (p. 108). As autoras destacam que a pesquisa exploratória é uma técnica de pesquisa utilizada para obter informações sobre um tema pouco conhecido ou para esclarecer conceitos ou hipóteses.

3.4 O desenvolvimento do jogo

Nesta etapa, foram desenvolvidos os recursos de acessibilidade necessários para tornar o jogo acessível a pessoas com daltonismo. Os recursos de acessibilidade a serem considerados incluem o uso de cores contrastantes: as cores usadas no jogo serão escolhidas de forma a serem facilmente distinguíveis por pessoas com daltonismo.

Opções de acessibilidade: o jogo oferecerá opções de acessibilidade que permitam às pessoas com daltonismo personalizarem a aparência do jogo para melhor experiência no jogo, de acordo com seu grau de daltonismo.

A implementação dos recursos de acessibilidade foi realizada de forma iterativa, com testes para garantir a acessibilidade do jogo.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 DEFINIÇÃO DO JOGO

4.1.1 Nome do jogo

Guilty Huntress

4.1.2 *High concept* do jogo

Helen é uma caçadora de recompensas onde sua primeira missão é invadir uma base para resgatar pessoas inocentes.

4.1.3 Gênero

Guilty Huntress é um jogo de ação e plataforma 2d, Rogers (2010 p. 9) descreve o subgênero de plataforma como um jogo onde que possui um personagem pulando por diversos obstáculos, e em alguns casos alguma forma de ataque.

Ele também descreve um jogo de ação como um jogo que requer uma coordenação entre as mãos e os olhos.

A escolha do gênero veio pela diversão que esse gênero pode proporcionar se feito corretamente

4.1.4 Estilo estético

Jogo foi feito em *pixel art*, tendo como referências *Mega Man* e *Mighty Gunvolt Burst*. Gráficos minimalistas, com animação fluida. Todas as artes principais possuem um contorno preto para ajudar na separação das cores do fundo e as do personagem

4.1.5 Inspirações

Esse tópico demonstra algumas inspirações para criação de *Guilty Huntress*

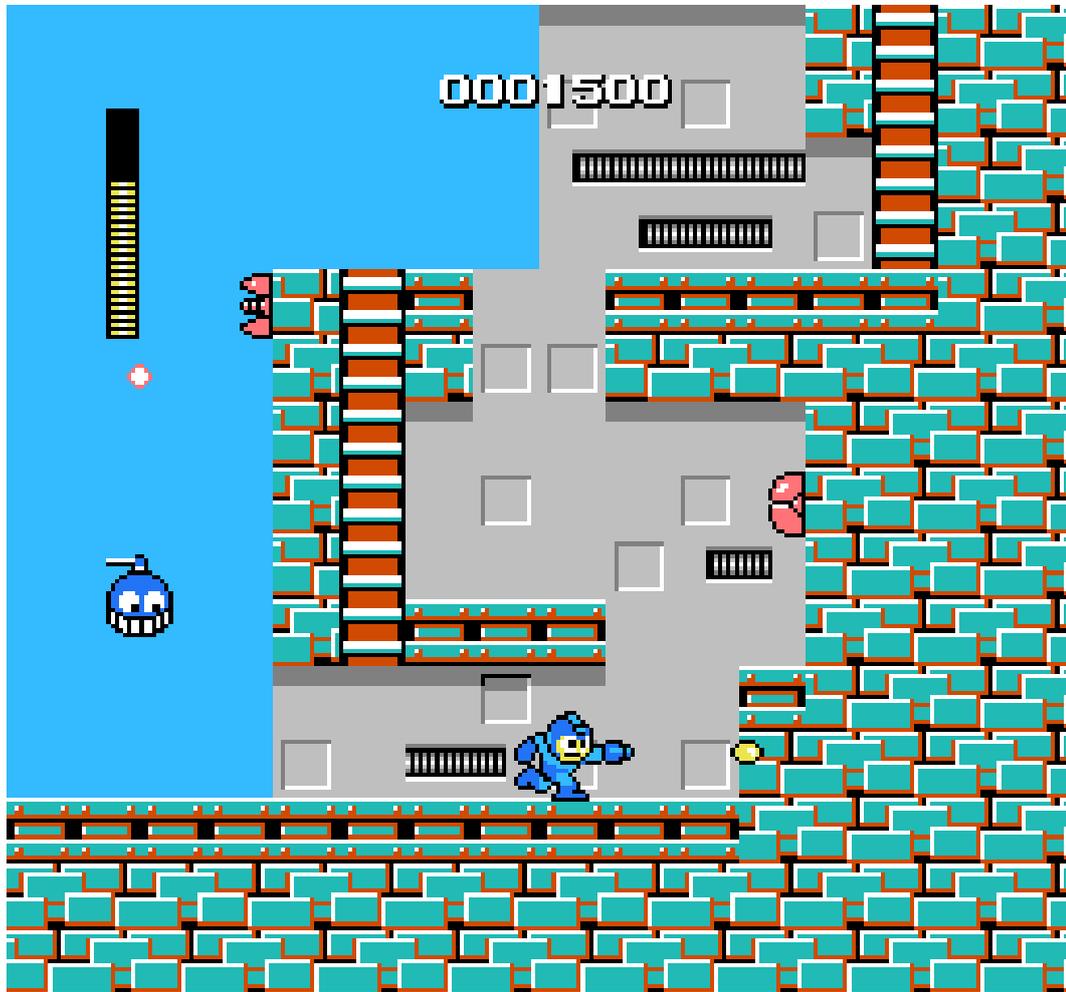
4.1.5.1 Mega Man

Mega Man. É um jogo de plataforma 2D desenvolvido pela Capcom em 1987. Que mostra a aventura do Mega Man em busca de salvar o mundo do Dr.Wily

O estilo de gameplay básica de atirar e pular teve sua origem com Mega Man, além disso o estilo de câmera permite que ele possa ver obstáculos antes mesmo de

entrar em perigo como é possível ver pela Figura 8, assim deixa o jogador se preparar antes.

Figura 8 – Mega Man



Fonte: Capcom(1987)

4.1.5.2 *Mighty Gunvolt Burst*

Mighty Gunvolt Burst é um jogo de plataforma 2d onde pode-se acompanhar a história de *Gunvolt* e *Beck* que buscam fugir desse mundo virtual onde eles estão presos.

Mighty Gunvolt Burst possui semelhanças com a série de jogos *Mega Man*, contudo ele possui um estilo visual mais interessante como é possível ver na Figura 9 que foi usado de inspiração para o desenvolvimento de *Guilty Huntress*.

Figura 9 - Mighty Gunvolt Burst



Fonte: Inti Creates(2017)

4.2 GAMEPLAY E MECANICAS

4.2.1 Gameplay

O jogo inicia diretamente na primeira fase, o jogador possui três possíveis ações que podem ser escolhidas e mescladas. Essas ações são: Correr, Pular e Atirar. Ao correr o jogador consegue progredir pela fase, ao pular o jogador consegue passar por obstáculos, e o tiro o permite eliminar os inimigos que aparecem.

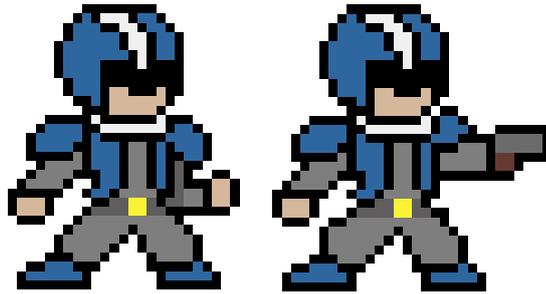
4.2.2 Inimigos

Se um inimigo atingir o jogador ele perde parte de sua vida, quando sua vida chega a zero o jogador volta para o início da fase.

4.2.2.1 Soldado

A Figura 10 mostra o soldado que dispara sempre em linha reta para a direção de onde está o jogador.

Figura 10 - Soldado



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2.2.2 Drone

A Figura 11 mostra o drone que dispara em direção ao jogador, por ele ficar no ar é necessário pular para atingi-lo

Figura 11 - Drone



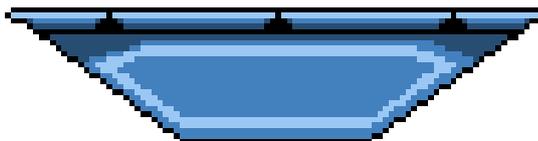
Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2.3 Obstáculos

4.2.3.1 Plataforma Móvel

A Figura 12 mostra uma plataforma que vai de um lado para o outro, ela é usada como um elevador.

Figura 12 – Plataforma Móvel



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2.4 Controles

O jogador pode se movimentar na horizontal, não podendo passar por paredes ou inimigos, para se movimentar é usado as teclas 'A' para se mover a esquerda e 'D' para se mover a direita, a tecla ESC pode pausar o jogo, a tecla 'J' atira e a tecla 'K' pula.

Tecla A: Andar para esquerda

Tecla D: Andar para direita

Tecla K: Pular

Tecla J: Atirar

Tecla ESC: Pausar o jogo

4.3 ARTE DO JOGO

4.3.1 Elementos Visuais

A *pixel art* foi escolhida como estilo visual principal de *Guilty Huntress*, por ser um estilo mais simples de ser trabalhado, além de ser visualmente atrativo ele pode passar perfeitamente uma ação sem a necessidade de animações complexas como pode-se ver na Figura 13.

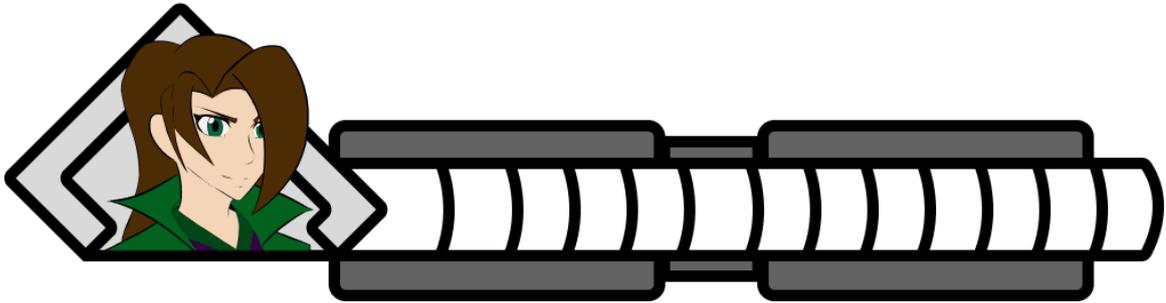
Figura 13 – Protagonista Helen



Fonte: Elaborada pelos autores.

Além da *pixel art*, foi utilizado desenhos para representar a barra de vida como visto na Figura 14 e o menu principal do jogo.

Figura 14 – Barra de Vida



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4 INTERFACE

4.4.1 Sistema Visual

4.4.1.1 HUD (Heads-Up Display)

No canto superior esquerdo da Figura 15 é possível ver um indicador de vida do personagem. A câmera fica acompanhando o jogador horizontalmente, mas o indicador de vida continua na mesma posição da tela, estando sempre a vista do jogador.

Figura 15 – Hud do Jogo



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4.2 Menus

4.4.2.1 Menu Principal

O Menu inicial é a primeira tela a ser mostrada ao iniciar o jogo. Esse menu permite o usuário acessar as principais funções do jogo, sendo a opção de iniciar o jogo e o menu de opções. Além da opção de fechar o jogo como visto na Figura 16.

Figura 16 – Menu Inicial



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4.2.2 Menu de Configurações

O Menu de opções permite que o jogador entre no menu de acessibilidade daltonismo onde o jogador pode ligar ou desligar o filtro de daltonismo e escolher o melhor filtro para o seu tipo de daltonismo. Como pode ser visto na Figuras 17, 18 e 19

Figura 17 – Menu de Opções



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4.2.3 Menu de acessibilidade daltonismo

Figura 18 – Menu de Acessibilidade



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4.2.4 Menu de Seleção do Tipo de Daltonismo

Figura 19 – Menu de Seleção do Tipo de Daltonismo

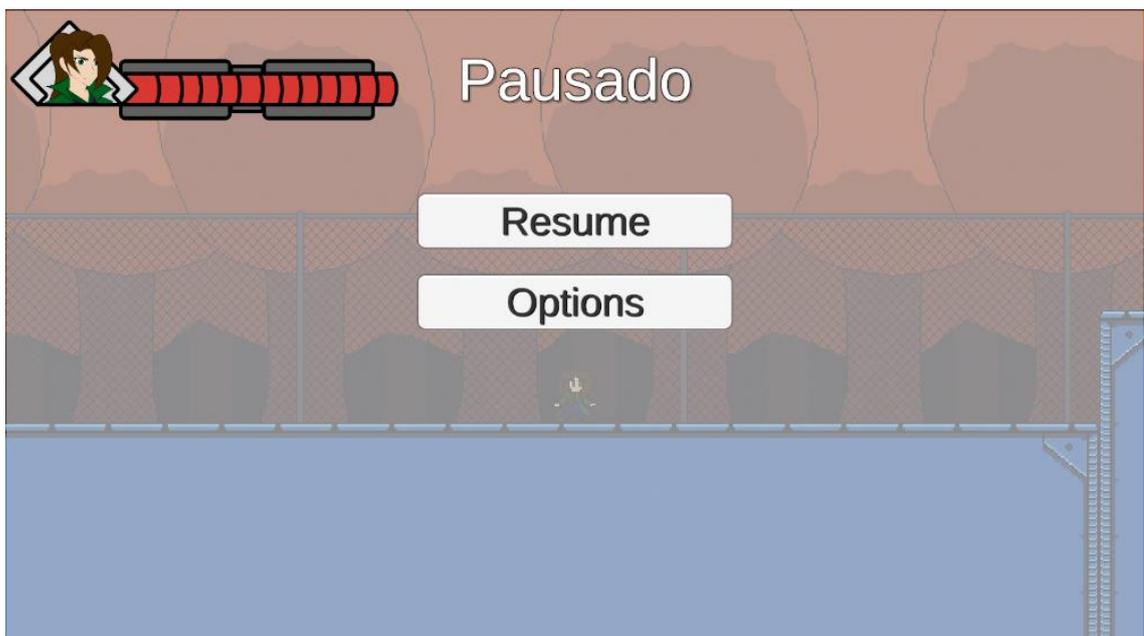


Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4.3 Tela de Pausa

Durante o jogo o jogador pode apertar a tecla ESC para pausar completamente o jogo como pode-se ver na Figura 20. Assim o jogador poderá alterar as configurações de daltonismo como mostra a Figuras 21 e 22 ou retornar para o jogo.

Figura 20 – Tela de Pausa



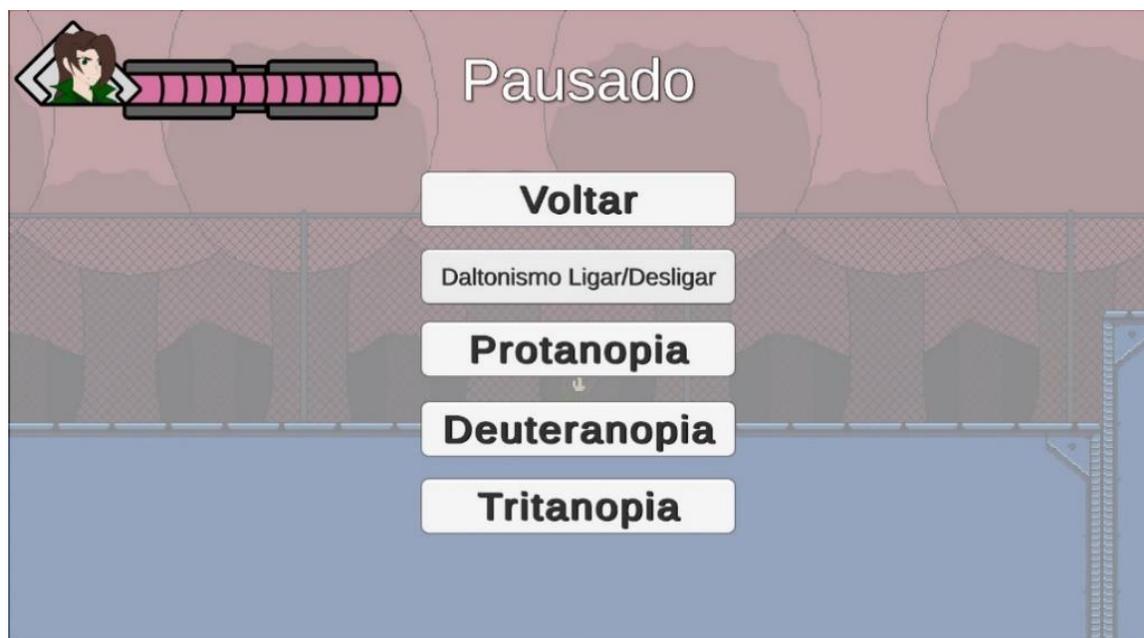
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 21 – Tela de Pause Options



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 22 – Tela de Pause Options Daltonismo ligado



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.5 ASPECTOS TECNICOS

4.5.1 Softwares Utilizados

4.5.1.1 Unity

A Unity, Figura 23, é uma ferramenta para desenvolvimento de jogos utilizado para diversos jogos como *Cuphead*, Figura 24, e *Hollow Knight*, Figura 25, *Guilty Huntress* foi desenvolvido usando essa ferramenta.

Figura 23 – Logo da Unity



Fonte: Unity (2021-2023)

Figura 24 – Cuphead



Fonte: Studio MDHR (2017)

Figura 25 – Hollow Knight



Fonte: Team Cherry (2017)

4.5.1.2 LibreSprite

LibreSprite, Figura 26, é um programa *open source* para criação de *pixel art* e animações, ele foi utilizado para se fazer todas as *pixel arts* e animações.

Figura 26 – Logo LibreSprite



Fonte: LibreSprite(2016)

4.5.1.3 Krita

Krita, Figura 27, é um programa *open source* de pintura profissional gratuita, esse programa foi utilizado para fazer as ilustrações do menu e a as artes da protagonista;

Figura 27 – Logo Krita



Fonte: Krita(2005)

4.5.1.4 Figma

O Figma, Figura 28, é uma ferramenta de design online, ela foi utilizada para desenvolver o logo do jogo e barra de vida.

Figura 28 – Logo Figma



Fonte: Figma (2016)

4.5.1.5 GitHub

O GitHub, Figura 29, é uma plataforma para hospedar o código fonte de maneira que possa ser feita o controle do projeto permitindo o trabalho de várias pessoas em um mesmo código e permitir um backup do código.

Figura 29 – Logo GitHub



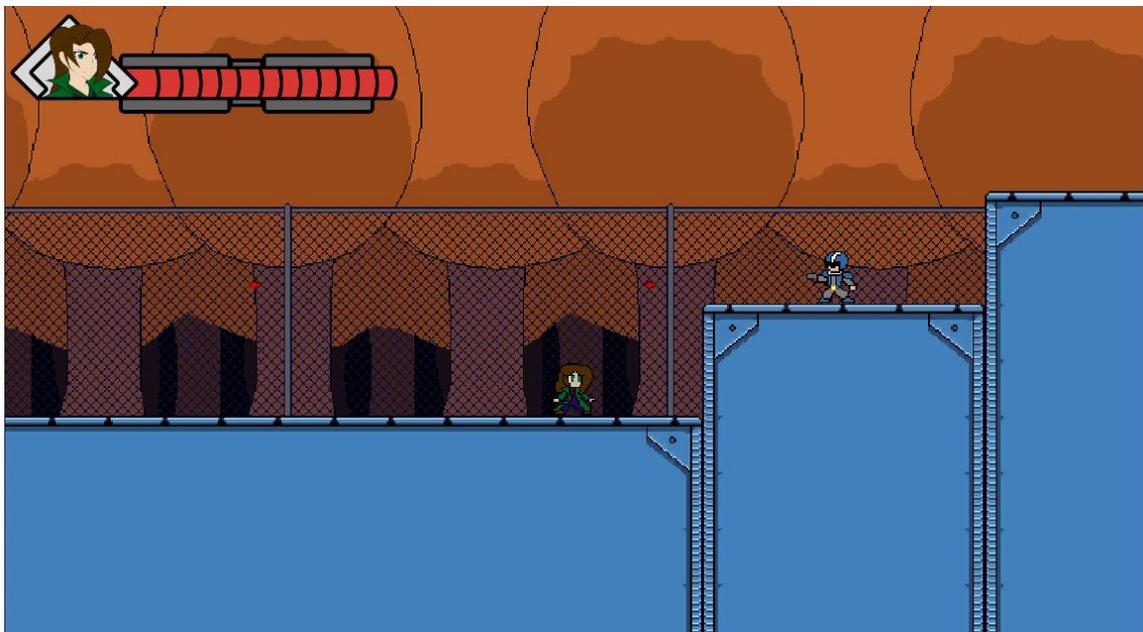
Fonte: GitHub (2008)

4.6 ACESSIBILIDADE

4.6.1 Código do Daltonismo

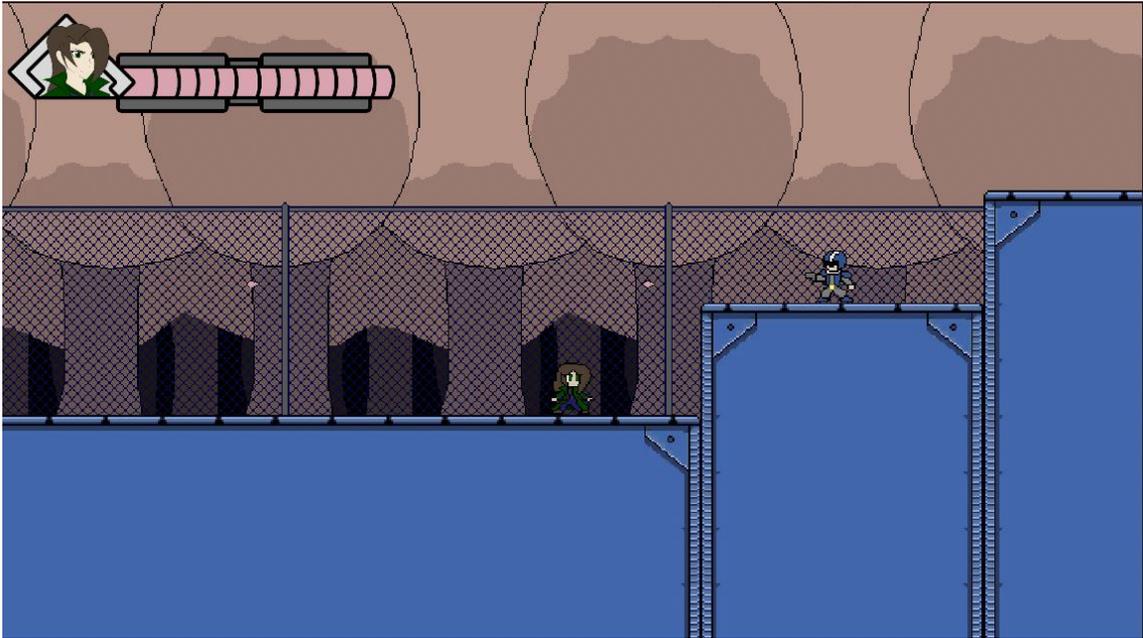
Para abranger uma maior quantidade de jogadores, Foi adicionado uma configuração que permite ativar um filtro que melhora a experiência do usuário, para isso foi utilizado um shader de pós-processamento feito pelo Wittber (2019) no GitHub. Além de um filtro as cores escolhidas e o contorno em volta do personagem têm com o intuito de ajudar na visualização como pode ser visto nas Figuras 30, 31, 32 e 33.

Figura 30 – Início da primeira fase



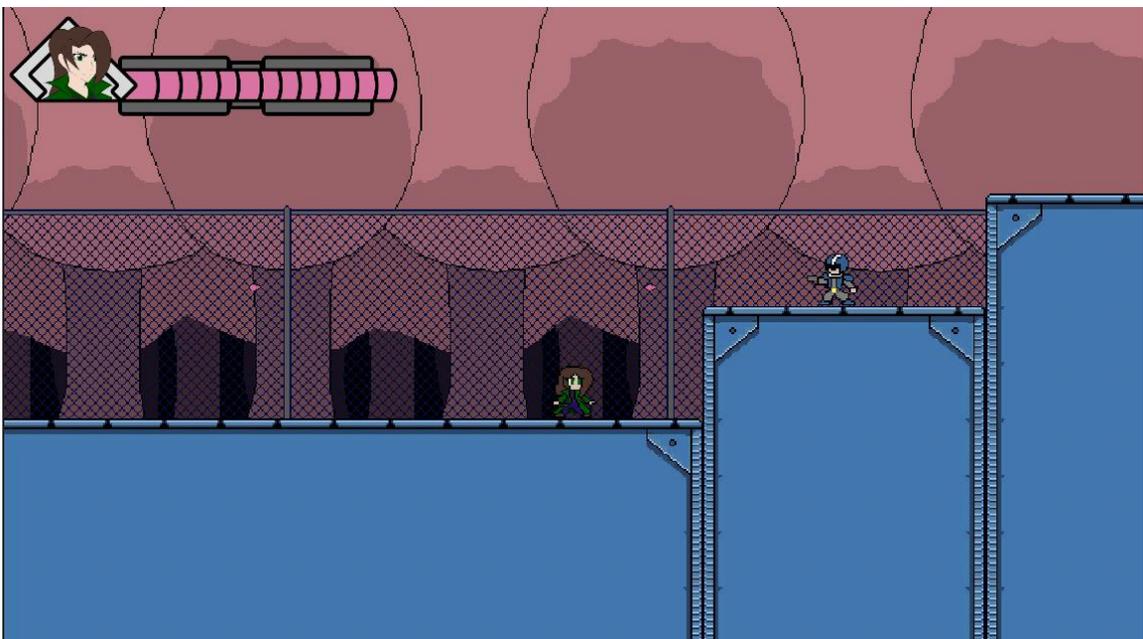
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 31 – Início da primeira fase com filtro de protanopia



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 32 – Início da primeira fase com filtro de deuteranopia



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 33 – Início da primeira fase com filtro de Tritanopia



Fonte: Elaborada pelos autores.

4.7 FUNCIONAMENTO DA UNITY

4.7.1 *Function Start*

A função start, Figura 34, é a função de inicialização de um script ao ser carregado, antes do jogo começar ele entra nessa função, seu intuito normalmente é buscar algum dado necessário para a execução de outras funções.

Figura 34 – Função Start

```
private void Start()
{
    GameObject colorBlind = GameObject.FindGameObjectWithTag("PostProcess");
    PostProcess = colorBlind.GetComponent<PostProcessVolume>();
    PostProcess.profile.TryGetSettings(out colorBlindCorr);
    if(PostProcess.weight == 1)
    {
        isColorBlindActive = true;
    }
    else
    {
        isColorBlindActive = false;
    }
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nesse código é feito uma busca de um objeto com a *tag PostProcess* que estão no cenário carregado e vincula a uma variável e faz algumas verificações para manter os efeitos.

4.7.2 Function Update

A função Update, Figura 35, é chamada a cada 0.1, assim é possível pegar o input do jogador e verificar se ele foi atingido ou não.

Figura 35 – Função Update

```
void Update()
{
    if (!StopFollow)
    {
        if (TargetYFollow == true)
        {
            yTarger = followTarget.position.y;
        }
        else
        {
            yTarger = 0;
        }
        Vector3 newPosition = new Vector3(followTarget.position.x, yTarger-yPosition, -10f);
        transform.position = Vector3.Slerp(transform.position, newPosition, followSpeed*Time.deltaTime);
    }
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a câmera acompanhar o movimento do personagem é necessário verificar a sua posição a cada instante.

4.7.3 Function Awake

A função *awake*, Figura 36, funciona de forma parecida com a *start*, contudo ela carrega antes do *start*, por não precisar que o script esteja sendo usado no momento.

Figura 36 – Função Awake

```
void Awake()
{
    ScriptPlayerMovement = Player.GetComponent<PlayerMovement>();
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quando um script necessita de outro script para funcionar é necessário antes de tudo carregar e obter esse script

4.7.4 Function FixedUpdate

A função *FixedUpdate*, Figura 37, funciona de forma parecida com o *update*, contudo o *FixedUpdate* é chamado a cada 0.02 segundos sendo usado para comandos relacionados a física do personagem.

Figura 37 – Função FixedUpdate

```
void FixedUpdate()
{
    PlayerLeftRight();
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

Um comando de movimento é chamado no *FixedUpdate* por utilizar a física do personagem

4.7.5 Function OnTrigger

4.7.5.1 OnTriggerEnter2D

A função *OnTriggerEnter2D*, Figura 38, verifica se algum objeto entrou no quadrado que representa sua colisão, essa função recebe o objeto e detecta sua colisão, sendo possível verificar qual é o objeto que encostou e o que fazer com esse objeto.

Figura 38 – Função OnCollisionEnter2D

```
private void OnTriggerEnter2D(Collider2D collision)
{
    if (collision.gameObject.CompareTag("Ground") || (collision.gameObject.CompareTag("OneWayGround") && rb.velocity.y <= 0))
    {
        grounded = true;
    }
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.7.5.2 *OnTriggerExit2D*

A função *OnTriggerExit2D*, Figura 39, é parecido com o *OnTriggerEnter2D* a diferença é que ele verifica a saída de um objeto

Figura 39 – Função *OnCollisionExit2D*

```
private void OnTriggerExit2D(Collider2D collision)
{
    if (collision.gameObject.CompareTag("Ground") || collision.gameObject.CompareTag("OneWayGround"))
    {
        grounded = false;
    }
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

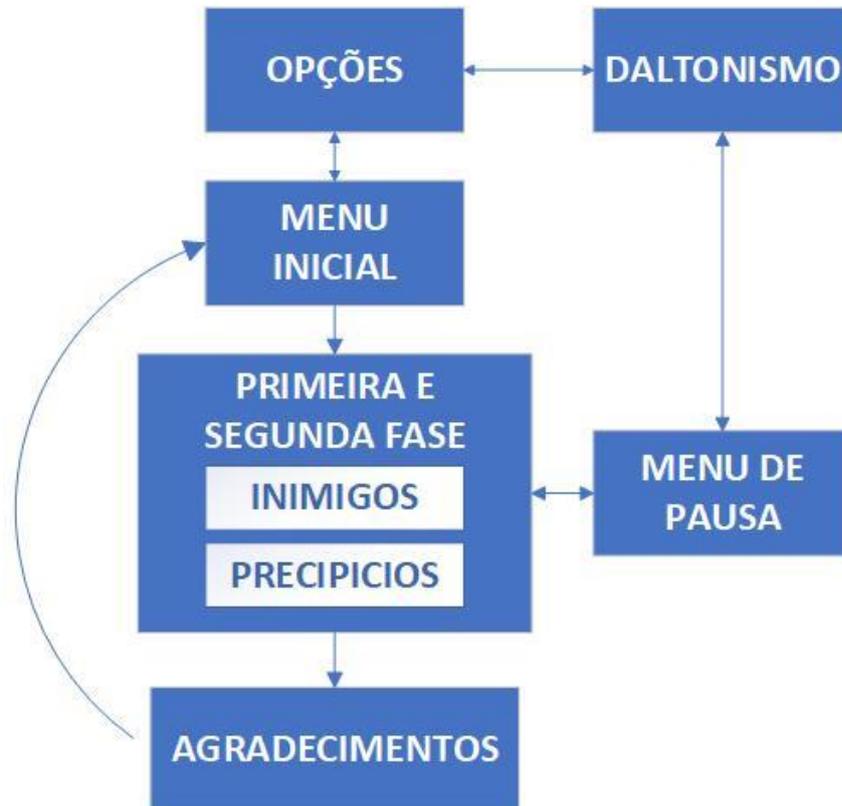
4.7.6 *OnCollision*

A funcionalidade das funções *OnCollisionEnter2D* e *OnCollisionExit2D* é parecida com a funcionalidade do *OnTriggerExit2D* a maior diferença é o tipo de colisão.

4.8 OBJETIVO DO JOGADOR

O objetivo do jogo, é sair do ponto A ao ponto B desviando de inimigos e obstáculos, sendo o único objetivo do jogo ele não possui nenhuma pontuação. Ao concluir as duas fases do jogo aparece uma tela de agradecimento. No momento o jogo só possui duas fases, mas será expandido no futuro. Na Figura 40 é possível ver um Diagrama de Fluxo de Tela

Figura 40 – Diagrama de Fluxo de Tela



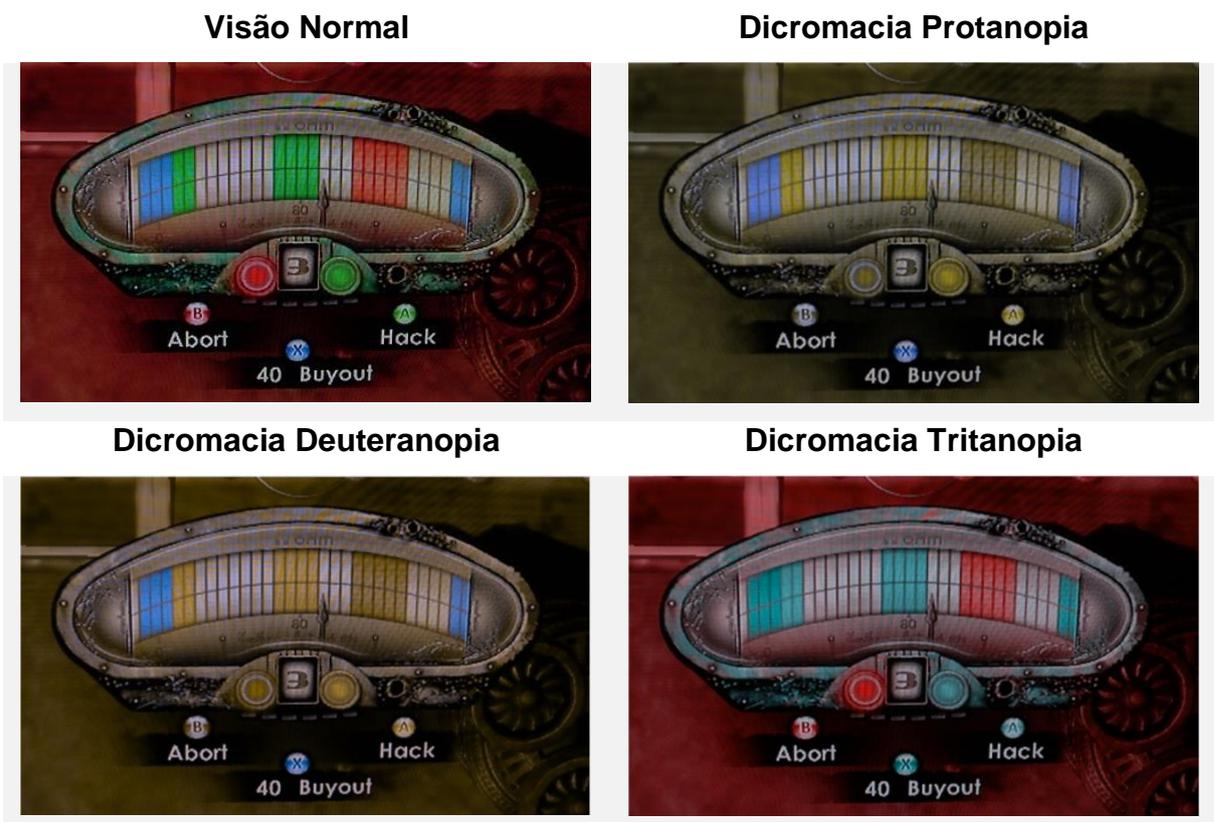
Fonte: Elaborada pelos autores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do método de pesquisa exploratória, foram selecionados dois artigos sobre a acessibilidade de pessoas daltônicas em jogos digitais. Ambos os artigos apresentam a perspectiva de daltônicos sobre a acessibilidade em jogos digitais.

Um desses artigos é intitulado "*Bioshock 2's No Friend of the Colorblind*", criado por Jared (2010). O artigo relata a experiência de um jogador daltônico ao jogar *Bioshock 2*, um jogo desenvolvido pelo estúdio 2K Games. Nesse caso, o problema afeta jogadores com dicromacia como é possível ver na Figura 41, que é um dos tipos mais graves de daltonismo. Em uma das partes do jogo, os jogadores precisam acertar um *mini-game* que permite derrubar inimigos mecânicos para obter uma vantagem tática. No entanto, esse *mini-game* é baseado na cor verde, o que o torna impossível para pessoas com dicromacia.

Figura 41 – *Bioshock 2*



Fonte: site technologizer

Outro artigo que demonstra como a falta de acessibilidade para pessoas com daltonismo pode afetar sua experiência é o de Cameron (2014), no artigo "*What It's*

Like To Play Games When You're Colorblind". A autora do artigo descreve sua experiência com a falta de configurações de acessibilidade para pessoas com daltonismo e como isso a prejudicou.

Cameron relata que sua primeira experiência com o daltonismo em jogos digitais foi no jogo MVP Baseball 2005. Uma das mecânicas do jogo era simular como os rebatedores de beisebol captam diferentes arremessos saindo da mão de um arremessador. O problema é que a bola piscava em vermelho ou verde para indicar se era uma bola quebrada ou trocada. Para pessoas com deuteranomalia, um dos tipos mais comuns de daltonismo, é impossível distinguir essas cores.

Como resultado, Cameron não conseguiu jogar o jogo de forma eficaz. Ela relata que se sentia frustrada e desmotivada, e que acabou desistindo do jogo.

Com o resultado desses dois artigos é possível perceber os problemas de utilizar qualquer cor como método de identificação, é necessário escolher as cores com cuidado para que elas possam ser distinguidas por todos, duas cores muito usadas para essa distinção são as cores azul e laranja, em *Guilty Huntress* o chão possui uma tonalidade mais azulada, enquanto o fundo utiliza o laranja, esse contraste permite a distinção do chão sólido e do fundo, sem confundir os jogadores. Além disso é possível utilizar um filtro de pós-processamento para que essas cores sejam alteradas de forma que melhore a experiência do usuário

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho desenvolver um jogo 2D que visa melhorar a acessibilidade para pessoas com daltonismo. Pesquisando sobre o funcionamento da visão humana e como o daltonismo pode afetá-lo foi encontrado algumas soluções que podem melhorar a experiência do jogador. É necessário pensar em soluções criativas para que isso não prejudique pessoas com daltonismo, se for possível a falta do uso de cores para representar algo pode ser a melhor solução, porém caso seja necessário o uso de cor, é necessário permitir que o jogador tenha uma opção para que mude essa cor de alguma maneira.

Esse objetivo principal foi alcançado, foi desenvolvido um jogo 2D com opções de acessibilidade tornando o jogo mais acessível

O primeiro objetivo específico deste trabalho foi alcançado, pois as escolhas de design permitem que o jogo não tenha muitos problemas com a distinção das cores

O segundo objetivo específico busca permitir com que o jogador altere a aparência do jogo, utilizando um shader de pós-processamento é possa ligar um filtro que altera todas as cores melhorando a visualização para daltônicos.

Em relação ao terceiro objetivo foi desenvolvido um questionário que foi enviado em grupos sobre daltonismo no facebook, o intuito dessa pesquisa era verificar o quanto o daltonismo afeta as pessoas em jogos digitais, além de convidar a pessoa para testar o jogo e conseguir seu feedback, no entanto, não obtivemos respostas, contudo foram feitos testes usando simuladores de daltonismo. Questionário apresentado no apêndice.

REFERÊNCIAS

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

VILLON, Elsa. **Cores e Comunicação: Barreiras para daltônicos na Era Digital**. In: Anais do Congresso Internacional de Comunicação e Cultura na Era Digital. Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

MELLO, Vera Lucia Martins de. **A Percepção das Cores**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2021.

BAILEY, J. D. **Color Vision Deficiency: A Concise Tutorial for Optometry and Ophthalmology**. Albuquerque, NM, USA: Richmond Products Inc, pp. 16, 2010.

COLE, B. L. **Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice**. Clin ExpOptom, v. 90, n. 3, p. 157-175, 2007.

MOURA, M. **Detetive das cores: aplicativo para identificação e assimilação das cores para crianças daltônicas**. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Visual - Design) - Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SPALDING, J. A. Colour vision deficiency in the medical profession. British Journal of General Practice, v. 49, 469–475, 1999.

TAKATA, A. **Ferramenta de Acessibilidade Adaptável aos Daltônicos e às Redes Móveis**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo. São Paulo.

BRUNI, L. F.; CRUZ, A. A. V. **Sentido cromático: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica**. Arq. Bras. Oftalmol., São Paulo, v. 69, n. 5, p. 766-775, 2006.

FARINA, Modesto; PEREZ, Clotilde; BASTOS, Dorinho; **Psicodinâmica das cores em comunicação**. 5ª. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

MCHUGH, Sean. A PERCEPÇÃO DAS CORES. **Cambridge in Colour**, 2020. Disponível em: <<https://www.cambridgeincolour.com/pt-br/tutoriais/color-perception.htm>> . Acesso em: 18 de novembro de 2023.

Cameron G. What It's Like To Play Games When You're Colorblind. **Kotaku**, 2014. Disponível em: <<https://kotaku.com/what-its-like-to-play-games-when-youre-colorblind-1606030489>> . Acesso em: 18 de novembro de 2023.

Jared Newman. Bioshock 2's No Friend of the Colorblind. **Technologizer**, 2010. Disponível em: < <https://technologizer.com/2010/02/12/bioshock-2s-no-friend-of-the-colorblind/>> . Acesso em: 18 de novembro de 2023.

MAIA, Amanda Fortes Dalla Valle Majóda. “**Representação gráfica de mapas para daltônicos: Um estudo de casos dos mapas da rede integrada de transporte de Curitiba.**” Curitiba, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROGERS, Scott. “**Level Up! The guide to great video game design**“. 1ª ed. São Paulo - SP: Blucher, 2013.

WITTBBER, Simon. Color Blindness Correction PostProcessing Effect for Unity. **GitHub**, 2019. Disponível em : < <https://gist.github.com/simonwittber/acfac14329312ecbae7e28f6ba9a1c5c/versions> > . Acesso em: 18 de novembro de 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Relatório Mundial Sobre Deficiência.** Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/RELATORIO_MUNDIAL_COMPLETO.pdf>. Acesso dia:18 de novembro de 2023.

**APÊNDICE - JOGO DE AÇÃO COM OPÇÕES PARA PESSOAS DALTÔNICAS:
UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO**

O daltonismo pode representar um desafio significativo, tornando diversos jogos mais complexos ou até mesmo inviáveis para certos indivíduos. Diante desse cenário, surge a imperativa demanda por investigar em que medida o daltonismo pode impactar a experiência de um jogador e como é possível mitigar essa questão. O objetivo é garantir que jogadores com daltonismo não se deparem com dificuldades, permitindo-lhes vivenciar o jogo da maneira mais envolvente e satisfatória possível.

1. Qual o seu nome?

2. Qual seu e-mail?

3. Você tem algum tipo de daltonismo?

- Sim
- Não

4. Qual seu tipos de daltonismo?

- Protanopia:** Pessoas com protanopia têm dificuldade em distinguir entre o vermelho e o verde. Isso ocorre porque os cones responsáveis por detectar o comprimento de onda vermelho (cones vermelhos) estão ausentes ou não funcionam adequadamente. Isso é o mais comum entre os tipos de daltonismo.
- Deuteranopia:** Semelhante à protanopia, mas envolvendo a incapacidade de distinguir entre o vermelho e o verde devido a cones verdes defeituosos ou ausentes.
- Tritanopia:** Neste caso, a dificuldade está na distinção entre azul e amarelo. Isso ocorre devido à ausência ou disfunção dos cones azuis.

- **Monocromacia:** É uma forma extrema de daltonismo em que a pessoa vê apenas em tons de cinza. Não há detecção de cores de forma alguma, pois todos os cones estão ausentes.
 - **Discromatopsia:** Este é um termo geral que abrange várias formas de daltonismo que não se encaixam perfeitamente nos três tipos principais mencionados acima. Pode incluir dificuldades em distinguir várias cores, e a gravidade pode variar.
 - **Anomalia de Cone Único:** Em alguns casos, uma pessoa pode ter apenas dois tipos de cones funcionais em vez dos três normais. Isso pode resultar em dificuldades sutis na percepção de cores.
 - **Daltonismo total:** Algumas pessoas têm uma forma mais grave de daltonismo em que não têm nenhum tipo de cones funcionais e, portanto, não conseguem perceber cores de forma alguma.
- 5. Você é usuário de algum jogo?**
- **Sim**
 - **Não**
- 6. Você está satisfeito com as configurações de acessibilidade do(s) jogo(s) que você usa? Requer resposta. Opção única.**
- **Sim**
 - **Não**
- 7. Você aceita testar um jogo desenvolvido com opções para pessoas com daltonismo? Requer resposta. Opção única.**
- **Sim**
 - **Não**
- 8. Por que você não é usuário de jogo?**
- **Sim**
 - **Não**
- 9. Você pode, por favor, enviar o link deste questionário para seus contatos? Requer resposta. Opção única.**
- **Sim**
 - **Não**