

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UERN
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – FANAT
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA – DI
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Larissa Araujo Fernandes

Proposta de um Design de Audiogame para Deficientes Visuais

MOSSORÓ - RN

2021

Larissa Araujo Fernandes

Proposta de um Design de Audiogame para Deficientes Visuais

Monografia apresentada à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como um dos pré-requisitos para obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Heitor Pereira Liberalino.

MOSSORÓ - RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

F363p Fernandes, Larissa Araujo
Proposta de um Design de Audiogame para Deficientes Visuais. / Larissa Araujo Fernandes. - Mossoró, 2021.
52p.

Orientador(a): Prof. Dr. Carlos Heitor Pereira Liberalino.

Monografia (Graduação em Ciência da Computação).
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Ciência da Computação. 2. Jogo Digital. 3. Deficiente Visual. 4. Audiogame. 5. Design de jogos. I. Liberalino, Carlos Heitor Pereira. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

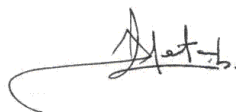
LARISSA ARAÚJO FERNANDES

PROPOSTA DE UM DESIGN DE AUDIOGAME PARA DEFICIENTES VISUAIS

Monografia apresentada como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Aprovada em: 11/05/2021

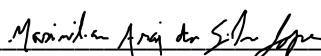
Banca Examinadora



Prof. Dr. Carlos Heitor Pereira Liberalino
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN



Exlley Clemente dos Santos
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN



Prof. Dr. Maximiliano Araújo da Silva Lopes
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Aos meus pais e irmãs.

Agradecimentos

Aos meus pais, Jânea Araujo Fernandes e Ermano José Fernandes, que foram minha maior fonte de apoio e motivação ao longo do curso. Amo vocês.

Às minhas irmãs, Maria Eduarda e Amanda Araujo Fernandes, minhas melhores amigas que sempre estiveram comigo em momentos sérios e descontraídos, obrigada pelas risadas e pelo apoio.

Aos meus amigos, por estarem comigo nos momentos de descontração e nos de apoio. Em especial a Erivan Brunno, por sempre estamos juntos e apoiando um ao outro durante todo o curso; e a André Conrado, por ser meu ponto de confiança quando eu mais precisei e por acreditar que eu chegaria até aqui. A amizade de todos vocês significa muito pra mim.

Ao meu professor orientador Carlos Heitor Pereira Liberalino, por toda a orientação no desenvolvimento deste trabalho, mas também por acreditar e me apoiar em um momento que eu mais precisava. E à professora Cícilia Raquel Maia Leite, pelas palavras de conforto e pela orientação nessa etapa final de curso.

"Vou continuar caminhando não importa o quão a estrada fique difícil".

(Our Page - SHINee).

Resumo

O uso das Tecnologias Assistivas (TAs) estão cada vez mais presentes no dia a dia das Pessoas com Necessidade Especial (PNE), porém, para os 24% da população portadora de alguma deficiência, o consumo de formas de entretenimento digital ainda é bastante dificultada. Esse trabalho pretende alcançar pessoas portadoras de deficiências visuais, sendo assim, podemos observar que nos jogos digitais, a interface visual continua sendo a principal forma de emissão das informações, mesmo que o áudio já esteja cada vez mais sendo trabalhado e utilizado como fonte de informações essenciais. Além do som, o visual também é uma forma que pode ser utilizada desde que bem adaptada às necessidades do usuários com baixa visão. Nesse contexto, o objetivo desse projeto é descrever os passos para um possível desenvolvimento de um jogo digital que possa ser consumido tanto por jogadores videntes quanto com algum grau de deficiência visual, usando como principal forma de *feedback* o som tridimensional (3D) e uma interface adaptável, baseando-se em estudos que garantam um desenvolvimento adequado dessas funcionalidades.

Palavras-chave: *Audiogame*, deficiência visual, *design* de jogos digitais.

Abstract

The use of Assistive Technologies (ATs) are increasingly present in the daily of People with Special Needs (PSN), however, for 24% of the population with a disability, the consumption of forms of digital entertainment is still quite difficulty. This work aims to reach people with visual impairments, then, we can notice that in digital games, the visual interface continues to be the main way of information emission, even though audio is already being upgraded and used as a source of essential information. In addition to the sound, the visual is also a form that can be used as long as it is well adapted to the needs of users with low vision. In this context, the objective of this project is describe the steps for a possible development of a digital game that can be consumed by both sighted players and those with some degree of visual impairment, using the three-dimensional (3D) sound as the main form of feedback and an adaptable interface, based on studies that guarantee an adequate development of these functionalities

Keywords: Audiogame, Visual impairment, digital games design.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Interfaces visuais imersivas.	17
Figura 2 – Cena do jogo Phasmophobia.	18
Figura 3 – Exemplo de MEF para um NPC inimigo.	20
Figura 4 – Remapeamento do teclado no jogo Hollow Knight (TEAM CHERRY, 2017).	22
Figura 5 – Interface visual do jogo Audiopolis.	23
Figura 6 – Interface visual de A Cidade de Ominicron.	24
Figura 7 – Gráfico da taxonomia de Bartle.	33
Figura 8 – Cena do jogo Super Mario Bros.	36
Figura 9 – MEF do protagonista	37
Figura 10 – MEF de Lumiê	38
Figura 11 – Comparativo entre as opções mínima e máxima de aproximação no jogo Stardew Valley.	39
Figura 12 – Gráfico do jogo LIMBO.	43
Figura 13 – Modelos de contrastes em Preto e Branco.	43
Figura 14 – Modelos de contrastes com o azul.	44
Figura 15 – Modelos de contrastes com as cores amarelo e verde.	45
Figura 16 – Modelos de contrastes com as cores vermelho e roxo.	45
Figura 17 – Cena do jogo Alto's Odyssey.	46

Lista de tabelas

Tabela 1 – Pontos positivos e negativos de cada jogo analisado.	25
Tabela 2 – Descrição das ações básicas no jogo.	40

Lista de abreviaturas e siglas

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
API	Application Programming Interface
CG	Computação Gráfica
FPS	First Person Shooter
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEF	Máquina de Estados Finitos
NPC	Non-Player Characters
PNE	Pessoa com Necessidade Especial
PvP	Player versus Player
RNA	Redes Neurais Artificiais
RPG	Role-Playing Game
RV	Realidade Virtual
SFX	Sound Effect
TA	Tecnologia Assistiva
TTS	Text-to-Speech

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Computação Gráfica	16
2.2	Jogos Digitais	17
2.2.1	Inteligência Artificial	19
2.2.1.1	Máquina de Estados Finitos	19
2.2.1.2	Redes Neurais Artificiais	19
2.3	Deficiência Visual	21
2.3.1	Inclusão Digital e Acessibilidade em Jogos	21
2.4	Trabalhos Relacionados	22
2.4.1	Audiopolis	23
2.4.2	Torre de Hanói Auditiva	24
2.4.3	A Cidade de Ominicron	24
2.4.4	Análise dos Trabalhos Relacionados	25
3	JOGOS PARA DEFICIENTES VISUAIS	27
3.1	Dispositivos de Saída	27
3.1.1	Áudio 3D	27
3.1.2	Interface Visual	29
3.2	Dispositivos de Entrada	30
3.2.1	Reconhecimento e Compreensão de Fala	30
3.2.1.1	Redes Neurais	30
3.2.2	Utilização do Teclado e Mouse	31
4	GAME DESIGN	32
4.1	Perfil do público-alvo	32
4.1.1	Tipos de jogadores	32
4.1.2	Classificação Indicativa	34
4.2	Trama	34
4.2.1	Descrição dos Personagens	36
4.3	Gameplay	36
4.3.1	Ações dos personagens	37
4.3.2	Menu	38
4.3.3	Configurações	39
4.3.4	Fase Tutorial	40

4.3.5	Jornada	41
4.4	Interface	42
4.4.1	Gráficos	42
4.4.1.1	Mundo 1 - Azul	43
4.4.1.2	Mundo 2 - Amarelo	44
4.4.1.3	Mundo 3 - Vermelho	44
4.4.1.4	Batalha Final e Epílogo	45
4.4.2	Interface	45
4.5	Navegação	46
4.5.1	Áudio Aplicado ao Jogo	47
4.5.1.1	Ações	47
4.5.1.2	Inimigos	48
4.5.1.3	Elementos da cena	48
4.6	Modo Multijogador	48
4.7	Unity	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	51

1 Introdução

A inserção das Tecnologias Assistivas (TAs) nos mais diversos setores da sociedade torna-se cada vez mais necessária. No Brasil, o Censo 2010 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) mostra que cerca de 24% da população declara ter algum grau de dificuldade em algumas das deficiências investigadas, sendo elas a visual, auditiva, motora ou mental. Mesmo com este cenário, o desenvolvimento de recursos de acessibilidade se mostra insuficiente (ARAÚJO et al., 2015).

O Censo ainda nos mostra que 18,8% da população apresenta algum grau de deficiência visual, seja ela total ou parcial. Mesmo com algum grau de visão, a parcela da população que se encaixa nesse quesito ainda possui muitas dificuldades no uso de novas tecnologias. Essas dificuldades podem ser amenizadas através de um uso adequado das interfaces visuais.

Na inclusão digital, podemos notar que diversas páginas web tentam adaptar-se às Pessoas com Necessidades Especiais (PNEs), seja na opção de contraste de cores ou em softwares especializados, como o VLibras (2009) que traduz páginas e aplicações em português para Libras.

A principal forma de leitura dos deficientes visuais é através do Braille, criado em 1825 por Louis Braille. Porém, virtualmente, o braille torna-se útil apenas auxiliando a escrita com o uso de teclados especiais, portanto o retorno das informações deve vir de forma audível ou tátil.

Diante do contexto, o objetivo deste trabalho é descrever as ferramentas que possam ser utilizadas no desenvolvimento de um jogo acessível aos deficientes visuais, recebendo *feedback* auditivo, ou pessoas videntes, com uma interface intuitiva. Além do uso do áudio, o projeto também terá um interface acessível para pessoas com baixa visão, que contará com ferramentas de ampliação e contraste, por exemplo.

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica da literatura buscando informações em áreas relacionadas ao projeto e trazendo um fundamentação teórica para seu desenvolvimento, utilizando principalmente de pesquisas científicas e jogos já existentes no mercado com características funcionais para a aplicação em *audiogames*. Assim, identificou-se os principais problemas a serem solucionados, isto é, os pontos principais que dificultam a utilização de jogos eletrônicos por deficientes visuais.

Com a revisão bibliográfica, além de ser possível definir os principais problemas, também identificou-se como esses pontos poderiam ser solucionados e como seria possível aplicá-los no universo dos jogos.

Com isso, este trabalho está dividido da seguinte forma:

- Capítulo 2: apresenta o referencial teórico do trabalho sobre os temas relacionados ao projeto, sendo eles a computação gráfica, jogos eletrônicos, deficiência visual e trabalho relacionados;
- Capítulo 3: este capítulo trata das principais características dos *audiogames*, além das ferramentas que são utilizadas por deficientes visuais para acessarem o computador;
- Capítulo 4: apresenta o projeto proposto e suas especificações;
- Capítulo 5: como conclusão do trabalho, temos as discussões finais e perspectivas futuras.

2 Referencial Teórico

O objetivo deste capítulo é organizar o embasamento do trabalho, trazendo os principais autores que colaboraram para seu desenvolvimento através da revisão da literatura sobre assuntos pertinentes. Portanto, essa organização se dá da seguinte maneira dentro das seções especificadas:

2.1 Computação Gráfica: nos traz a importância da computação gráfica para o desenvolvimento não só dos jogos, mas também na interação homem-máquina;

2.2 Jogos Digitais: uma pequena introdução sobre o que são e sua estrutura básica, além de trazer conceitos acerca de inteligência artificial;

2.3 Deficiência Visual: as estatísticas brasileiras são mostradas e como são definidos os graus de visão, assim como as ferramentas usadas para garantir inclusão e acessibilidade;

2.4 Trabalhos Relacionados: projetos de *audiogames* desenvolvidos que serviram como base de estudo.

2.1 Computação Gráfica

Como uma das áreas de Ciência da Computação, a Computação Gráfica (CG) estuda e desenvolve técnicas e algoritmos para a síntese, tratamento e análise de imagens popularizando-se com a indústria de entretenimento, destacando-se o cinema (MANSSOUR; COHEN, 2006). Atualmente, está presente nas mais diversas áreas de conhecimento, desde o desenvolvimento de modelos para a construção de automóveis até o desenvolvimento de ferramentas de entretenimento, como os jogos digitais (INSTITUTO INFNET, 2020).

Pesquisadores sempre procuraram maneiras para facilitar o uso das máquinas no dia a dia, criando, entre outras, as interfaces de voz, tangíveis e hápticas possibilitando aos usuários o uso das aplicações de forma similar às atuações no mundo real (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

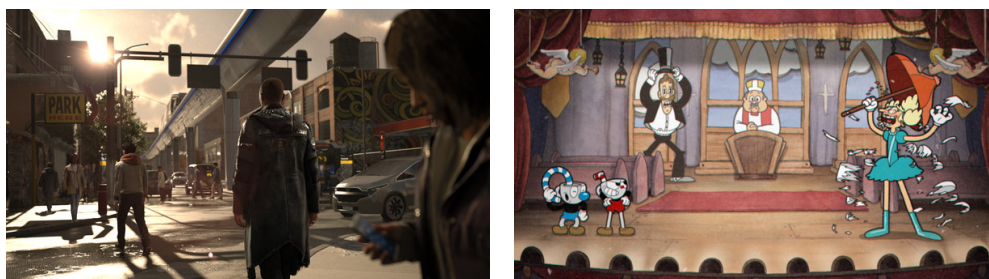
Scalco (2005) classifica os aplicativos relacionados à Computação Gráfica em dois tipos:

- os aplicativos passivos, que se utilizam do computador para definir, armazenar, manipular e apresentar imagens gráficas sem a interferência do usuário no processo;
- e os aplicativos interativos, que se utilizam do computador para preparar e apresentar imagens de acordo com a necessidade do usuário, havendo uma interação em tempo

real.

Inicialmente, os jogos digitais possuíam limitações em relação à animação, sendo uma área pouco explorada e desenvolvida pelo mesmo responsável pela programação (SCABENI et al., 2019). Hoje, a animação passou a ser um complemento à experiência do jogador, como podemos ver no jogo *Detroit: Become Human* (QUANTIC DREAM, 2018) (Figura 1a) que usa do *design* tridimensional (3D) para garantir realismo ao jogo; ou mesmo em *Cuphead* (STUDIO MDHR, 2017), que utiliza um tema inspirado nos desenhos animados da década de 30, trazendo um estilo retrô e, até mesmo, nostálgico como podemos observar na Figura 1b.

Figura 1 – Interfaces visuais imersivas.



(a) Cena de *Detroit: Become Human*.

(b) Cena de *Cuphead*.

Fonte: Página dos jogos na Steam (VALVE CORPORATION, 2003).

A CG é utilizada também em Realidade Virtual (RV) que utiliza de dispositivos que reconhecem o movimento corporal do usuário, possibilitando a interação com a realidade projetada pelo computador (MANSSOUR; COHEN, 2006).

2.2 Jogos Digitais

Os jogos são descritos como uma forma de entretenimento que beneficia os jogadores de diversas maneiras: alguns jogos melhoram a habilidade de resolver problemas através do raciocínio lógico, planejamento e desenvolvimento de estratégias, enquanto outros jogos melhoram o tempo de reação e coordenação motora. Além disso, jogos *multiplayer* (do inglês, multijogador) permitem que desenvolvam-se habilidades sociais e de comunicação (TARGETT; FERNSTROM, 2003).

Jogos com a Realidade Virtual simula ambientes reais em um computador, utilizando não apenas a visão, mas também outros sentidos como audição e tato (KIRNER; SISCOOTTO, 2007). *Phasmophobia* (KINETIC GAMES, 2021), é um jogo em desenvolvimento que traz a opção de RV e, além da ambientação visual que pode ser observado na Figura 2, utiliza do áudio imersivo para uma experiência completa por parte do usuário.

Figura 2 – Cena do jogo Phasmophobia.



Fonte: Página do jogo na Steam (VALVE CORPORATION, 2003).

De acordo com Battaiola et al. (2002), um jogo digital é composto por três partes principais:

- **Enredo:** a história definirá quais os objetivos do jogo, podendo incluir a participação de especialistas como psicólogos e historiadores. O conteúdo de muitos dos jogos atuais contém muita história, sendo até mesmo uma categoria de jogos (rico em história). Assim, o roteiro se assimila a roteiros de filmes e influenciará todo o *design* do jogo, além de apresentar seu diferencial e chamar a atenção de potenciais investidores (CLUA; BITTENCOURT, 2005). Existe a categoria de “escolhas importam”, onde o roteiro mudará de acordo com os caminhos e interações que o jogador escolher ao longo do jogo;
- **Motor:** controla a interação entre o usuário e a interface, encarregando-se tanto da parte gráfica quanto da física e som, por exemplo. Todo o desenvolvimento de um jogo é feito nos *Game Engines*. São eles que recebem as entradas dos dispositivos compatíveis e efetuam a lógica do jogo, exibindo, também, o resultado visual (CLUA; BITTENCOURT, 2005);
- **Interface interativa:** para Battaiola et al. (2002) a interface apresenta o estado do jogo, permitindo uma melhor interação entre o jogo e o usuário, utilizando aspectos artísticos, cognitivos e técnicos. Seu visual deve ser compatível com a trama, mas, principalmente, deve facilitar a utilização pelo usuário mostrando uma rápida resposta às suas interações.

Além disso, os jogos possuem seus personagens, representados por *sprites* em jogos bidimensionais (2D), que além daqueles controlados pelo jogador, há também os controlados por uma inteligência artificial (IA).

2.2.1 Inteligência Artificial

A inteligência artificial para jogos (do termo em inglês *Game AI*), descreve, por exemplo, o comportamento dos chamados NPCs (Personagens não jogáveis, do inglês *Non-Player Characters*) que possuem um comportamento já programado pelos desenvolvedores, podendo ser desde inimigos que devem atacar o personagem apenas quando atacados ou personagens encarregados de entregar missões no momento certo.

Identificar o grau de habilidade do jogador é um importante ponto quando se trata de IA. Isso porque adaptar o nível de dificuldade de acordo com a habilidade é uma grande ferramenta para garantir que o jogador continuará a jogar.

Diversas técnicas podem ser utilizadas, sendo uma delas a Máquina de Estados Finitos que garante, também, uma melhor visualização das ações dos personagens; além de podermos usar, principalmente no caso de *audiogames*, as Redes Neurais Artificiais para incluir como entrada o reconhecimento de voz.

2.2.1.1 Máquina de Estados Finitos

Para que os NPCs escolham suas ações uma das principais técnicas utilizadas é a Máquina de Estados Finitos (MEF). São compostas por estados, transições e o conjunto de regras que definem as condições para que o processo atinja um novo estado.

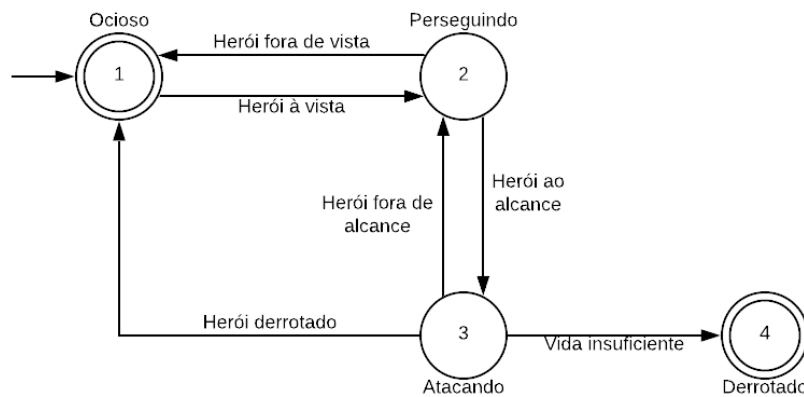
Nas MEFs, também conhecidas como Autômatos Finitos, temos o estado inicial da máquina e podemos ter um ou mais estados finais, assim o objetivo é partir do ponto inicial para um dos pontos finais. Para isso, a cada iteração os dados de entrada são lidos e as regras avaliadas, realizando as devidas transições (SANTOS, 2004).

Portanto, através desses Autômatos, podemos definir o comportamento dos NPC como visto na Figura 3, que descreve o comportamento de um inimigo que se move em direção ao herói com o objetivo de atacá-lo: inicialmente o inimigo encontra-se parado e permanece nesse estado até que o herói seja avistado, transicionando para o estado 2 de perseguição, permanecendo nesse estado enquanto não for possível atacar o herói e ele ainda estiver à vista; o terceiro estado será atingido quando o herói estiver em alcance suficiente para que o inimigo o ataque; sabendo que o herói irá contra golpear, caso o inimigo perca vida suficiente irá para o estado 4, quando é derrotado; o estado 1 além de inicial também é um dos estados finais e pode ocorrer quando o herói foge sem derrotar o inimigo ou é derrotado.

2.2.1.2 Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são sistemas paralelos e distribuídos que realizam determinadas funções matemáticas. São compostas por nós, considerados como

Figura 3 – Exemplo de MEF para um NPC inimigo.



Fonte: Autora (2021).

“neurônios artificiais”, que armazenam as informações e são interligados por um grande número de conexões, em sua maior parte, unidirecionais (VALIATI, 2000).

Inicialmente, a rede passa por uma fase de aprendizado extraindo as características dos exemplos apresentados e posteriormente fornecer respostas para dados novos e desconhecidos. Esse aprendizado possui duas abordagens segundo Valiati (2000):

1. **Aprendizado Supervisionado:** existe um supervisor que tem como objetivo minimizar possíveis erros através da análise comparativa entre os dados de entrada e se as saídas esperadas correspondem aos resultados dos cálculos. O treinamento pode ser feito de forma que os dados para resoluções de problemas sejam fixos, havendo um novo treinamento caso seja adicionados novos dados; ou a rede pode estar sempre em processo de adaptação, com os dados em constante mudança;
2. **Aprendizado Não-Supervisionado:** esse método trabalha com a existência de dados redundantes, isso se dá devido não haver um supervisor como no caso anterior. A rede responde de forma semelhante a como responderia nos exemplos que possuem características parecidas.

Assim, as redes neurais são utilizadas em tarefas de reconhecimento de padrões. O estudo nessa área naturaliza a comunicação homem-máquina através da fala natural, com o reconhecimento de voz, e na projeção de autômatos para a realização das tarefas designadas.

2.3 Deficiência Visual

A visão é um dos cinco sentidos mais utilizados pelo homem, provendo o maior volume de informações a serem processadas pelo cérebro (SCALCO, 2005). Segundo o censo de 2010 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a deficiência mais comum no Brasil é a visual, atingindo 18,8% da população, incluindo aqueles que possuem baixa visão ou visão subnormal.

Assim, sabemos que quando trata-se de deficiência visual temos pessoas que possuem ainda algum grau de visão. De acordo com Conde (2016), define-se o grau de visão de acordo com a acuidade visual (capacidade de reconhecer objetos de acordo com a distância) e o campo visual (amplitude do alcance do olhar, relaciona-se à visão periférica), obtendo assim as seguintes classificações:

- Cegueira parcial: também conhecida como “legal”, é a categoria em que os indivíduos são capazes de reconhecer objetos a curta distância e perceber vultos, distinguindo claro e escuro. Há também, aproximando da cegueira total, quem apenas identifique projeções de luz;
- Cegueira total: a amaurose é a completa perda de visão, onde sequer a percepção luminosa é presente.

Ainda que satisfazer as necessidades dessas pessoas aparente ser algo simples, ainda existem muitos locais que não as fornecem suporte. Além disso, existem diversos meios para a inclusão que exploram os outros sentidos, variando de dispositivos hápticos ao uso de sons.

2.3.1 Inclusão Digital e Acessibilidade em Jogos

A inclusão digital é a oportunidade do acesso de todas as pessoas, deficientes ou não, ao mundo virtual. Sabemos que nas tecnologias atuais, sejam no computador ou no *smartphone*, a maior parte das informações são nos dadas através de interfaces visuais. Assim, para facilitar o acesso de deficientes visuais a essas informações, temos *softwares* leitores de telas, tradutor de texto em voz e ampliadores de tela, conhecidos como Tecnologias Assistivas (TAs) (REINALDI; JÚNIOR; CALAZANS, 2011).

Nos jogos tradicionais os recursos de acessibilidades comumente encontrados são: ajuste de volume, remapeamentos de controles e alteração de resolução. São importantes recursos mas que ainda não atendem totalmente às necessidades dos deficientes visuais, principalmente os com cegueira total.

O remapeamento é um recurso muito explorado em qualquer tipo de jogo, pelo usuário utilizar controles que eles já está acostumado, isso traz uma melhor adaptação. Na

Figura 4, podemos notar que é um recurso simples, onde o jogador apenas deve pressionar a tecla que deseja usar para a ação determinada.

Figura 4 – Remapeamento do teclado no jogo Hollow Knight (TEAM CHERRY, 2017).



Fonte: Autora (2021).

Segundo Araújo et al. (2015), as TAs não são o suficiente para garantir que as aplicações se tornem jogáveis para portadores de necessidades especiais, isso porque os *softwares* necessitam da interação usando apenas o teclado e das descrições textuais ocultas nos elementos interativos.

Sendo assim, além das ferramentas usuais que podemos encontrar, existem ainda diversas outras que podem ser mais exploradas e aplicadas às mais diferentes áreas da computação.

2.4 Trabalhos Relacionados

É possível encontrar alguns repositórios de *audiogames* pela Internet, como o *Game Accessibility 2021*, que fornece, além de jogos, notícias e artigos sobre jogos acessíveis, tendo uma seção específica para os visitantes brasileiros, listando *websites* nacionais úteis para Pessoas com Necessidades Especiais (PNEs). Um dos principais repositórios é o *website* AudioGames.net, um *website* internacional que conta com um acervo com cerca de 500 títulos de diversas plataformas, em sua grande parte na língua inglesa. O site ainda fornece uma seção para a listagem de outros sites e ferramentas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de *audiogames*.

O projeto Blind Games Brazil (MAIA; PEREIRA; SESTARI, 2005), consistia em um repositório brasileiro de *audiogames*, responsável por traduzir títulos estrangeiros para o português, entretanto, teve seu fim em 2013 e hoje os *audiogames* brasileiros são

suportadas por uma pequena comunidade que se comunica através de *e-mails*. O Portal da Deficiência Visual (2020) disponibiliza alguns jogos para *download* em seu site.

2.4.1 Audiopolis

Audiopolis é um jogo desenvolvido por Sánchez e Mascaró (2011), que utiliza do áudio e de um sensor háptico no qual o jogador deverá se guiar por uma cidade virtual como um detetive. O áudio auxilia a navegação do jogador pelo ambiente, além de indicar formas geométricas através das informações do número de lados e formato do objeto. Além do áudio, os autores optaram pelo uso de sensores hápticos que funcionam, no jogo, como uma bengala, sendo, o jogador, capaz de reconhecer as texturas e formatos presentes na cena.

Figura 5 – Interface visual do jogo Audiopolis.



Fonte: Sánchez e Mascaró (2011).

Ao todo, foram usados 42 sons, 41 formas reais, 10 formas virtuais e 8 texturas para as avaliações, onde o usuário deveria responder ao que ele associava cada elemento.

Os resultados mostraram Audiopolis como um jogo satisfatório, sem dificuldade de entendimento por parte dos usuários. Mesmo sem a utilização de um dispositivo háptico, o áudio se mostrou bastante satisfatório, obtendo a média acima de 9 pontos em uma avaliação aplicada pelo autor aos usuários que poderiam dar notas em uma escala de 0 a 10.

2.4.2 Torre de Hanói Auditiva

Winberg e Hellstrom (2001) apresentam uma versão do clássico jogo Torre de Hanói para deficientes visuais. Assim como no jogo tradicional o objetivo e as regras são os mesmos: deve-se passar a torre, formada por discos, de um pino para um dos outros dois, não sendo permitido em momento algum que um disco maior fique em cima de um disco menor.

Na versão auditiva, cada disco possui um som que o difere dos demais, quanto mais larga a peça mais baixo é o seu tom. Para a localização é utilizado a panoramização (*panning*), direcionando o som para o lado esquerdo, direito e meio, juntamente com a amplitude do som, enquanto sua localização vertical é dada pela duração: quanto mais alto o disco é colocado, mais curta a duração.

2.4.3 A Cidade de Ominicron

Desenvolvido por Sobral et al. (2017), “A Cidade de Ominicron” é um Jogo de Interpretação de Personagem (RPG, do inglês *Role Playing Game*), que narra a história de uma criança cega vivendo numa cidade controlada por um robô maligno. Seu objetivo é salvar a cidade, juntamente com seu amigo robô PI, através da solução de situações-problemas que envolvem conhecimento de matemática e língua portuguesa.

O jogo acontece inteiramente pelo som e narração, tendo apenas uma única tela com a logo do jogo (Figura 6). A narração orienta os jogadores a fazerem suas escolhas e fornecem dicas quando muitos erros são cometidos.

Figura 6 – Interface visual de A Cidade de Ominicron.



Fonte: Adaptado de Sobral et al. (2017).

Os jogadores deficientes visuais conseguiram resolver com êxito os desafios propostos, porém, devido a velocidade de narração, houve certa dificuldade de acompanhar a história e como solução o autor propõe colocar diversas opções de velocidade.

2.4.4 Análise dos Trabalhos Relacionados

Nos trabalhos citados, os autores realizaram avaliações do *audiogame* desenvolvido aplicando questionário à pessoas com deficiência visual que puderam testar o jogo. Baseado nesses estudos, a Tabela 1 foi desenvolvida, exibindo os principais pontos positivos e os negativos em elementos que podem ser utilizados no *audiogame* a ser proposto nesse trabalho.

Tabela 1 – Pontos positivos e negativos de cada jogo analisado.

	Prós	Contras
Audiopolis	<ul style="list-style-type: none"> • Maioria dos sons identificados corretamente; • interativo e fácil de ser utilizado; • som 3D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sons de passos foram confundidos com batidas; • não é desafiador o bastante.
Torre de Hanói Auditiva	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação contínua; • som 3D; • foco em objetos com o mouse; • interativo e fácil de ser utilizado; • desafiador mas divertido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de informações simultâneas; • sons confusos e irritantes; • som específico para a movimentação do disco.
A Cidade de Ominicron	<ul style="list-style-type: none"> • Dicas caso haja muitos erros; • desafios solucionados com êxito; • interação entre os alunos; • interativo e fácil de ser utilizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade das falas.

Fonte: Autora (2021).

O primeiro trabalho que trouxemos foi o Audiopolis (SÁNCHEZ; MASCARÓ, 2011), que tem como um dos pontos positivos a fácil identificação da maior parte dos sons, embora os sons dos passos - quando em superfícies diferentes - tenha sido confundido com sons de batidas. Como solução, o áudio correspondente foi substituído.

A pesquisa, realizada com estudantes entre 10 e 15 anos de idade com sérios problemas visuais, indicou que o jogo foi considerado relativamente fácil, o que pode ser um problema tendo em vista que as pessoas tendem a gostar de desafios que não sejam nem fáceis demais nem complexos demais.

O som 3D foi utilizado para permitir que o usuário possa se localizar melhor no ambiente. Uma ferramenta que se mostrou suficiente para que os jogadores que não possuem o dispositivo háptico não tenham dificuldades com o jogo.

Em Torres de Hanói Auditiva (WINBERG; HELLSTROM, 2001), a pesquisa foi realizada apenas com quatro pessoas, todas deficientes visuais. Um dos pontos principais é a apresentação contínua, onde mesmo que os sons dos objetos foram apresentados um por um, a sensação passada foi de que o usuário tinha uma visão geral da localização dos discos.

Embora o uso do mouse possa ser um desafio, esse jogo o utilizou para focar nos objetos, garantindo que o usuário possa localizar a posição dos discos. A navegação, por tanto, é facilitada quando usa-se essa ferramenta junto com o áudio 3D.

Ao mesmo tempo que a apresentação contínua garante uma visão geral do ambiente,

para um dos usuários, se mostrou inicialmente confuso pela quantidade de informações e considerou os sons irritantes, porém, ao perceber que com o mouse seria possível focar apenas nas informações de uma torre, esse problema foi resolvido.

Os usuários sugerem que seja aplicado um som para o movimento do disco, onde o autor explica que é possível adicionar sons diferentes para quando o disco sai da torre, é arrastado e colocado em outra.

O jogo foi considerado desafiador porém divertido, onde todos conseguiram atingir o objetivo no modo mais fácil, com três discos, e apenas um deles conseguiu vencer no modo mais difícil, com cinco discos.

Por fim, temos A Cidade de Ominicron (SOBRAL et al., 2017) onde seus testes foram aplicados a 15 pessoas entre 10 e 22 anos de idade videntes e não-videntes. O jogo fornece dicas para auxiliar jogadores que tenham dificuldades em superar os desafios, o que garantiu que todos eles fossem solucionados pelos usuários mesmo aqueles com uma dificuldade maior, já que foi notado que os alunos interagiram entre si para resolvê-los. O principal problema visto foi a velocidade de narração, que foi considerada ideal para usuários videntes, mas aqueles com alguma deficiência visual tiveram algumas dificuldades.

3 Jogos para Deficientes Visuais

Os jogos de computadores existentes no mercado utilizam, principalmente, de gráficos para que as principais informações sejam repassadas. Os *audiogames*, portanto, utilizam de sons tridimensionais como substituição das informações visuais, sendo uma ferramenta acessível para o estímulo da orientação e mobilidade através do entretenimento (BALAN; MOLDOVEANU; MOLDOVEANU, 2015).

Jogos para dispositivos móveis possuem algumas limitações quando comparados aos jogos de computador, mesmo assim, nos *audiogames* pode-se utilizar de recursos nativos e sensores para a imersão do jogador, como botões alternativos e giroscópio (ARAÚJO et al., 2015).

3.1 Dispositivos de Saída

3.1.1 Áudio 3D

O áudio é umas das principais características de um jogo, já que todo cenário possui um ou mais objetos que produzem algum tipo de som, inclusive quando há interação. Muitos jogos antigos são reconhecidos pela trilha sonora, um bom exemplo disso é o jogo Chrono Trigger (SQUARE CO., 1995), que tem suas músicas até hoje reconhecidas e admiradas pelos jogadores.

Através de estímulos sonoros podemos identificar, aproximadamente, a direção, distância e características do objeto fonte. Sendo assim, o áudio 3D surge como uma forma de melhorar a imersão de usuários videntes e como a principal forma de orientação da maior parte das pessoas com algum tipo de deficiência visual.

Os jogos mais realistas utilizam muito dos sons 3D, não só pela imersividade mas também como uma das ferramentas que auxiliam o jogador. Trazendo os jogos de tiro em primeira pessoa (FPS, do inglês *First Person Shooter*), como Valorant (RIOT GAMES, 2020), podemos identificar a localização dos inimigos pelo som feito ao recarregar uma arma ou quando estão correndo, por exemplo.

Som 3D, também pode ser referido como acústica virtual, áudio binaural e som espacializado (GUNZI, 2008). O termo binaural refere-se ao sinal binaural o qual Huopaniemi (1999 apud GUNZI, 2008) o define como qualquer estímulo dicótico (estímulo diferente em cada ouvido) ou diótico (mesmo estímulo nos dois ouvidos).

Gunzi (2008) define os dois modos de reprodução do som sendo fones de ouvido e alto-falantes.

Os alto-falantes são externos ao ouvinte, evitando incômodos que podem ser causados nos fones de ouvido. Entretanto, o ambiente e o efeito da diafonia - interferência indesejada de um outro canal - podem afetar a panoramização do som.

“A panoramização (ou *panning*) refere-se à técnica de processar um sinal monoaural de forma a convertê-lo em binaural, de modo a projetar o áudio numa determinada posição virtual, criando a ilusão de tridimensionalidade.” (GUNZI, 2008).

Os alto-falantes possuem três métodos de reprodução:

- o sistema estéreo, com duas caixas acústicas;
- o multicanal, que possuem mais de duas caixas acústicas e são utilizadas nos *home-theaters* e, principalmente, em cinemas; e
- o sistema *array* de alto-falantes, que conta com um grande número de alto-falantes lado a lado, produzindo uma frente de onda sonora.

Quanto maior o número de caixas acústicas, melhor a qualidade da panoramização do som, entretanto o custo se torna muito alto.

Por outro lado, temos a reprodução por fones de ouvido que é mais utilizado por usuários de jogos eletrônicos. Com eles, o som é entregue com mais fidelidade sendo a principal escolha para o controle da panoramização. Podemos definir três tipos de fones de ouvido (CONTABILISTA, 2021):

- *Headphone*: do inglês “*head*” e “*phone*”, o “fone de cabeça”, em tradução literal, é o modelo que fica preso ao redor da cabeça e seu foco é a reprodução de áudio, sendo uma opção pra quem sente-se incomodado com modelos que se encaixam no ouvido sem perder tanto no isolamento sonoro, isto é, o som do ambiente em que o usuário está não interfere o som que se deseja ouvir;
- *Headset*: essa é uma versão dos *Headphones* que conta com microfones - alguns destacáveis -, são muito utilizados em jogos pelo isolamento de som que os *headphones* garantem, além de vir com microfones que permitem uma melhor comunicação *in-game* (dentro do jogo);
- *Intra auricular*: são os modelos mais comuns e têm seu encaixe no canal auditivo, sendo a melhor opção para quem não deseja nenhuma interferência de ruídos externos, mas o incômodo que o uso pode causar é um dos principais pontos negativos.

Assim, a escolha do modo de reprodução ou modelo, é algo pessoal que varia de acordo com o usuário. Fatores como cancelamento de ruído e potência máxima, além da forma que será utilizado, devem ser levados em conta.

3.1.2 Interface Visual

Para os usuários videntes, a principal forma de interação com o sistema é através da visualização da interface, composta principalmente por formas, cores e contraste.

Normalmente, os *audiogames* não contam com uma interface visual, porém em alguns casos um *design* básico é oferecido para garantir que pessoas sem deficiência visual possam jogar com ou contra aquelas que possuem. Ainda assim, essas interfaces podem ajudar àqueles usuários com cegueira parcial.

Para garantir uma interface visual acessível, o contraste tonal pode ser considerado o principal elemento. Define-se o contraste como uma grande diferença entre duas cores, utilizado muitas vezes para atrair atenção.

Assim, Kulpa, Teixeira e Silva (2010) definem algumas recomendações para que páginas *web* possam ser utilizadas com maior facilidade por usuários com baixa visão. Algumas dessas dicas podem ser facilmente utilizadas e adaptadas para a criação de um jogo, sendo elas:

1. Conteúdo com o mínimo possível de informações: diversas informações numa página *web* pode gerar uma demora em encontrar informações. Em um jogo, podemos simplificar o *design* tanto do cenário e seus objetos, quanto dos próprios personagens.
2. Ampliação da tela sem a diminuição da qualidade: permitir que o usuário possa alterar a escala do jogo, sem que isso afete a jogabilidade ou que perca a qualidade da interface. Além disso, atentar que possíveis textos possam ser ampliados sem que percam os espaços entre as letras.
3. Interface sem imagens em movimento: segundo os autores, nas páginas observadas, o uso das imagens em movimento atrapalhou o entendimento do que estavam lendo e gerou um cansaço visual. Assim, deve-se atentar para a velocidade aplicada em *sprites* inimigos que se movam, permitindo que seja possível identificar o perigo e agir de forma adequada em tempo hábil.
4. Mudança de cor dos *sprites*: mantendo um contraste entre os elementos, quando o protagonista atravessar algum objeto que seja possível a interação, haja uma mudança de cor no *sprite* do objeto ou alguma borda que traga um destaque através do contraste de cores, havendo assim uma atenção do jogador para aquele objeto.

5. Fonte de letra sem serifa, em negrito e em tamanho maior: na pesquisa realizada, Kulpa, Teixeira e Silva (2010) puderam observar que essas características garantiam uma melhor leitura, memorização, velocidade de navegação e segurança nas escolhas.

Portanto, nota-se que em um jogo com o objetivo de atingir deficientes visuais, a interface é uma parte de grande importância para que os diferentes graus da deficiência sejam atingidos.

3.2 Dispositivos de Entrada

3.2.1 Reconhecimento e Compreensão de Fala

A fala é considerada a forma mais vantajosa de comunicação, garantindo maior velocidade para a resolução de problemas e emissão de mensagens, quando comparada com a comunicação escrita. Com o reconhecimento de voz, pode-se trazer uma interação homem-máquina semelhante à comunicação entre pessoas (HUGO et al., 1995).

Existem dois métodos para o reconhecimento de fala: o método global e o analítico. O primeiro, também conhecido por reconhecimento de palavras, mostra-se adequado em situações onde trabalha-se com palavras e vocabulários curtos, pois como o nome sugere, identifica as palavras comparando-as com as referências armazenadas. Quando trata-se de fala contínua e há a necessidade do uso de grandes vocabulários, temos a abordagem analítica, que funciona com a segmentação da mensagem em elementos como fonemas e sílabas e da reconstituição da frase por etapas sucessivas.

Com o objetivo de naturalizar a comunicação, é importante atentar-se para os termos “reconhecimento” e “compreensão”. Enquanto “reconhecimento de fala” está relacionado às frases e palavras como no modelo original, a “compreensão de fala” trata do entendimento do significado da mensagem, aceitando possíveis erros e sinônimos.

3.2.1.1 Redes Neurais

Reconhecer padrões de fala torna-se um desafio devido problemas como o ambiente em que o interlocutor está inserido, isso porque o ruído pode afetar a qualidade do áudio, além da forma que seu microfone capta o som e questões de variação linguística, que envolvem sotaques, entonação e velocidade de fala (HUGO et al., 1995).

Para diminuir as variações, existem algumas técnicas que facilitam o reconhecimento. São elas:

- O reconhecimento de palavras isoladas é mais fácil do que em um discurso contínuo. Isso porque uma mesma palavra pode ser pronunciada de formas diferentes de acordo com o contexto;

- Trabalhar com vocabulários pequenos é mais fácil e rápido que trabalhar com grandes vocabulários, assim como gramáticas restritas são mais simples que as amplas.

Do ponto de vista do mundo dos jogos, é possível utilizar de vocabulários pequenos para auxiliar o jogador em funções básicas como mover-se para a direção dita, assim como é possível utilizar de grandes vocabulários e gramáticas em jogos mais robustos e imersivos. O uso das RNAs destaca-se nesse meio por ser uma forma de organizar e aprender os padrões de fala que diferem de pessoa a pessoa.

3.2.2 Utilização do Teclado e Mouse

O sistema internacional de escrita tátil, o Braille (ou Braille), foi criado no século XIX por Louis Braille e permitiu que deficientes visuais pudessem ler e escrever (LE-MOS; CERQUEIRA, 2014). Com isso, integrando-se aos nossos tradicionais teclados de computador, temos hoje os teclados em braille.

Os teclados convencionais que encontramos no mercado, possuem marcas em alto relevo nas teclas F e J com o objetivo de auxiliar na localização. Entretanto, as disposições das demais teclas costumam variar em notebooks de marcas diferentes.

Assim, os teclados com sistema braille embutido identificam cada letra, número e tecla especial individualmente. Além disso, esses teclados costumam garantir contraste de cores e caracteres ampliados para a acessibilidade de usuários com baixa visão.

Um padrão muito comum na maioria dos jogos é a utilização do WASD para andar e o uso do mouse em funções principais de acordo com o jogo, como o ataque. Porém, os deficientes visuais não conseguem usar o mouse por não conseguirem localizar o ponteiro, utilizando apenas do teclado para a navegação.

Assim, deve-se garantir que a aplicação possa ser utilizada apenas com o teclado mas abrir as opções de configurações de atalho, para que cada usuário utilize as teclas que se sentir mais confortável. Mesmo que usar o mouse seja um desafio, é possível manter o dispositivo como uma opção, já que em ações de ataque que não exijam mira, a localização do ponteiro não é necessária.

4 Game Design

Nesse capítulo traremos as principais características do projeto idealizado para o desenvolvimento desta pesquisa. Está subdividida em:

4.1 Perfil do público-alvo: são apresentados os tipos de jogadores e como podemos agradar os diferentes tipos sem fugir da proposta, além de garantir que o jogo final seja livre para todos os públicos;

4.2 Trama: introduz uma estrutura básica de enredos para que seja apresentado o contexto do jogo e seus personagens;

4.3 Gameplay: detalha as regras e mecânicas a serem desenvolvidas e como o jogo será estruturado;

4.4 Interface: define as características da interface do jogo, quais elementos poderão ser personalizados para atingir pessoas com baixa visão e como isso será feito;

4.5 Navegação: são apresentados os *feedbacks* que o jogador receberá para que possa haver uma boa navegação, introduzindo os sons que serão aplicados;

4.6 Modo Multijogador: detalha como o modo multijogador funcionará em um jogo plataforma, trazendo os conceitos de chat de voz e *text-to-speech*;

4.7 Unity Game Engine: introduz o motor de jogos sugerido para a posterior fase de implementação do jogo;

4.1 Perfil do público-alvo

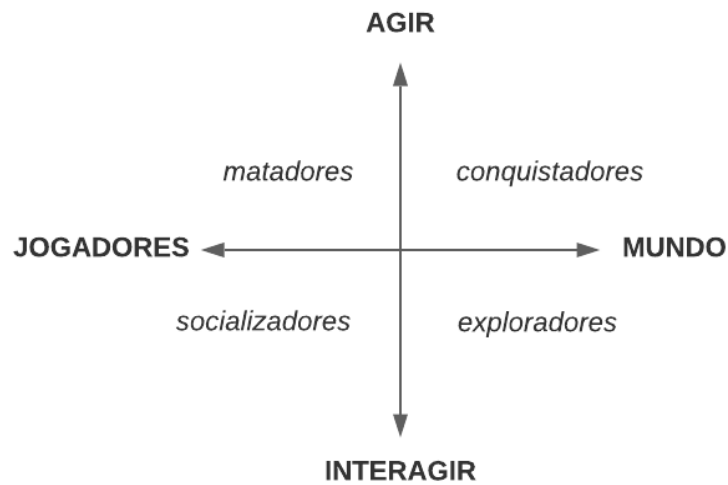
Com o atual mercado de jogos se expandindo, temos os mais diversos públicos-alvo, gêneros e plataformas. O objetivo que temos é conseguir alcançar o maior número de usuários possível, entendendo o que cada tipo de jogador busca em suas experiências.

4.1.1 Tipos de jogadores

Um estudo realizado por Bartle (1996) classificou usuários de jogos MUD (Massorra multi-usuário, tradução literal do inglês, *Multi-user Dungeon*), um estilo *multiplayer* de RPG em que é possível interagir com os demais jogadores e receber as informações dos acontecimentos apenas por texto. Os jogadores são divididos em 4 classificações, representados por naipes de baralho, de acordo com suas atuações, organizadas na Taxonomia de Bartle (Figura 7):

1. Ouros, os conquistadores: elevar seu nível, sua pontuação e atingir novas conquistas

Figura 7 – Gráfico da taxonomia de Bartle.



Fonte: Adaptado de Bartle (1996).

é o que motiva esse tipo de jogador. Caracterizam-se por agir no universo do jogo de modo que coisas que não o façam crescer são irrelevantes e buscam aquilo que os atraem de forma a se tornarem mais fortes;

2. Espadas, os exploradores: eles desafiam-se a encontrar os segredos pelo mapa, fazendo com que os exploradores atentem-se a cada parte do cenário para encontrar itens ocultos. Interagem com o mundo de forma a conhecê-lo por completo, orgulhando-se quando jogadores novatos os procuram para consultar seu conhecimento;
3. Copas, os socializadores: seu foco é interagir com outros jogadores e aproveitar de sua companhia; orgulham-se de suas amizades, pois conhece-las e conversar é a parte interessante do jogo;
4. Paus, os matadores: buscam a competição e destruição, atacando outros jogadores e tornando seu personagem o mais poderoso. Eles agem com os outros jogadores para mostrar sua “superioridade” através da vitória, costumam aventurar-se em áreas PvP (jogador contra jogador, do inglês *Player versus Player*).

Assim, para garantir que estes tipos de jogadores sejam alcançados, alguns recursos podem ser implementados, sendo eles:

- Modo *multiplayer*: embora para a proposta um PvP não seja adequado, é possível colocar um modo *multiplayer* simples, com dois jogadores, de forma colaborativa. Por ser inicialmente um jogo de plataforma simples, mais que dois jogadores poderia

causar tumulto. Mesmo que não haja um sistema PvP, colocar um comparativo ao final de cada fase com pontuações baseadas em dano aos inimigos pode trazer a competitividade que atrai os usuários matadores.

- Dicas durante o jogo: para atingir também um público que está conhecendo o mundo dos jogos, é fundamental que haja um tutorial inicial explicando as principais funções e familiarizando o usuário com os sons que serão o principal guia. Porém, aqueles que gostam de explorar o jogo através das interações, podem aproveitar o fato de descobrirem funcionalidades sozinhos. Assim, além do tutorial inicial, o jogador poderá ter a opção de ativar ou desativar as dicas durante o jogo.
- Segredos pelo mapa: para aqueles exploradores, espalhar segredos pelo mapa com dicas discretas. Esses pequenos segredos não devem ser fundamentais para o desenvolver do jogo, mas sim um desafio a mais com um bônus para que a exploração não se torne frustrante. Esse bônus pode ser desde um pequeno troféu ou pedaços da história que, embora não sejam essenciais para sua compreensão, tragam informações descontraídas ou curiosidades sobre os NPCs.

4.1.2 Classificação Indicativa

A Classificação Indicativa (ClassInd) é a informação contida em obras audiovisuais, determinando para quais faixas etárias o conteúdo dos produtos em análise são recomendados.

Assim, para garantir que a proposta deste trabalho seja adequado a todo o público, de acordo com o Guia Prático de Classificação Indicativa (SECRETARIA NACIONAL DE JUSTIÇA, 2018), devemos atentar as cenas de combate entre o protagonista e seus inimigos.

O Guia afirma que nem todo conteúdo que remete à violência é prejudicial ao desenvolvimento infantil, para isso, são permitidos o uso de armas, morte e ossadas ou esqueletos, desde que não apresentem sinais de violência. Portanto, recomenda-se para o desenvolvimento de nosso jogo, o uso da chamada violência fantasiosa. Nela, as cenas, objetos e sons não correspondem à realidade, havendo uma luta do bem contra o mal de forma caricata, não tendo grandes danos físicos. Para simbolizar a derrota do oponente, é possível ilustrar um personagem desmaiado ou com tontura.

4.2 Trama

A trama, ou enredo, é a base que definirá desde os objetivos do jogo até sua interface. Cada jogo possui sua própria trama, porém podemos ver que a maior parte das narrativas possuem alguns pontos em comum:

1. Protagonista: inicialmente um personagem que está em seu estado de conforto, não possuindo nenhuma habilidade especial ou motivação para sair de sua rotina;
2. Crise ou conflito: para que o protagonista abra mão de seu conforto, alguma perturbação ocorre, um ente querido desaparece ou sua aldeia está sob ataque, fazendo com que o personagem busque pela solução do problema ou mesmo vingança;
3. antagonista: é durante a crise que o antagonista é apresentado, suas motivações podem não ser reveladas inicialmente, causando uma curiosidade no jogador. É o principal causador da perturbação causada no protagonista e o último desafio do jogo;
4. Jornada: o caminho até o objetivo final que contará com diversos desafios e superá-los trará recompensas que fortalecerão e auxiliarão o protagonista. Além disso, os inimigos ficarão cada vez mais fortes e aliados podem ser encontrados;
5. Clímax: momento de maior tensão, que aguça a curiosidade do jogador e o anime a chegar no final. É comum haver reviravoltas e verdades serem descobertas nesse momento;
6. Desafio final: embate com o antagonista do jogo, neste ponto o protagonista já superou todos os desafios da jornada e está muito mais forte do que no início do jogo. A visão e motivação do antagonista podem vir a tona nesse momento;
7. Desfecho: resolução dos problemas, o protagonista é reconhecido por seus feitos e tudo volta à plenitude. Por outro lado, o desfecho pode ser apenas um gancho para um possível lançamento de uma sequência.

A trama deverá se encaixar num jogo inicialmente para *Desktop* estilo 2D de plataforma - gênero popular em que o jogador deve, basicamente, correr e pular entre plataformas e obstáculos, destacando jogos populares como Super Mario Bros. (NINTENDO, 1985), ilustrado na Figura 8.

Para o desenvolvimento deste trabalho, iremos seguir com uma trama simples suficiente para despertar o interesse e criar um certo sentimento de imersão. O enredo, portanto, se baseia em um universo em que o protagonista, Renk, viverá em paz até a chegada do antagonista, Breu, que causará uma perturbação no mundo removendo suas cores e deixando o mundo preto e branco, motivando Renk a restaurar as cores do mundo juntamente com sua parceira Lumiê, uma fada da luz a responsável por ler informações e dar dicas para o jogador, guiando-o para o objetivo.

Figura 8 – Cena do jogo Super Mario Bros.



Fonte: Nintendo (1985).

4.2.1 Descrição dos Personagens

1. Renk: o protagonista do jogo que será controlado pelo jogador e busca por devolver as cores para o mundo. Para isso, deverá superar os obstáculos espalhados pelos mapas e enfrentar os capangas do antagonista com ajuda de Lumiê.
2. Lumiê: sua locomoção será feita de forma automática pelo computador, mas será o personagem responsável pelos ataques aos inimigos sendo, portanto, essa ação controlada pelo jogador.
3. Breu: antagonista controlado pelo computador. Seu objetivo é impedir que Renk restaure as cores do mundo, enviando capangas para atrapalharem - *mobs*, NPCs inimigos mais fracos, e *minibosses* (do inglês pequenos chefes, são “chefões” de cada mundo).

Tendo esse enredo como base, podemos definir nas seções seguintes como funcionará a jogabilidade e a interface do jogo.

4.3 Gameplay

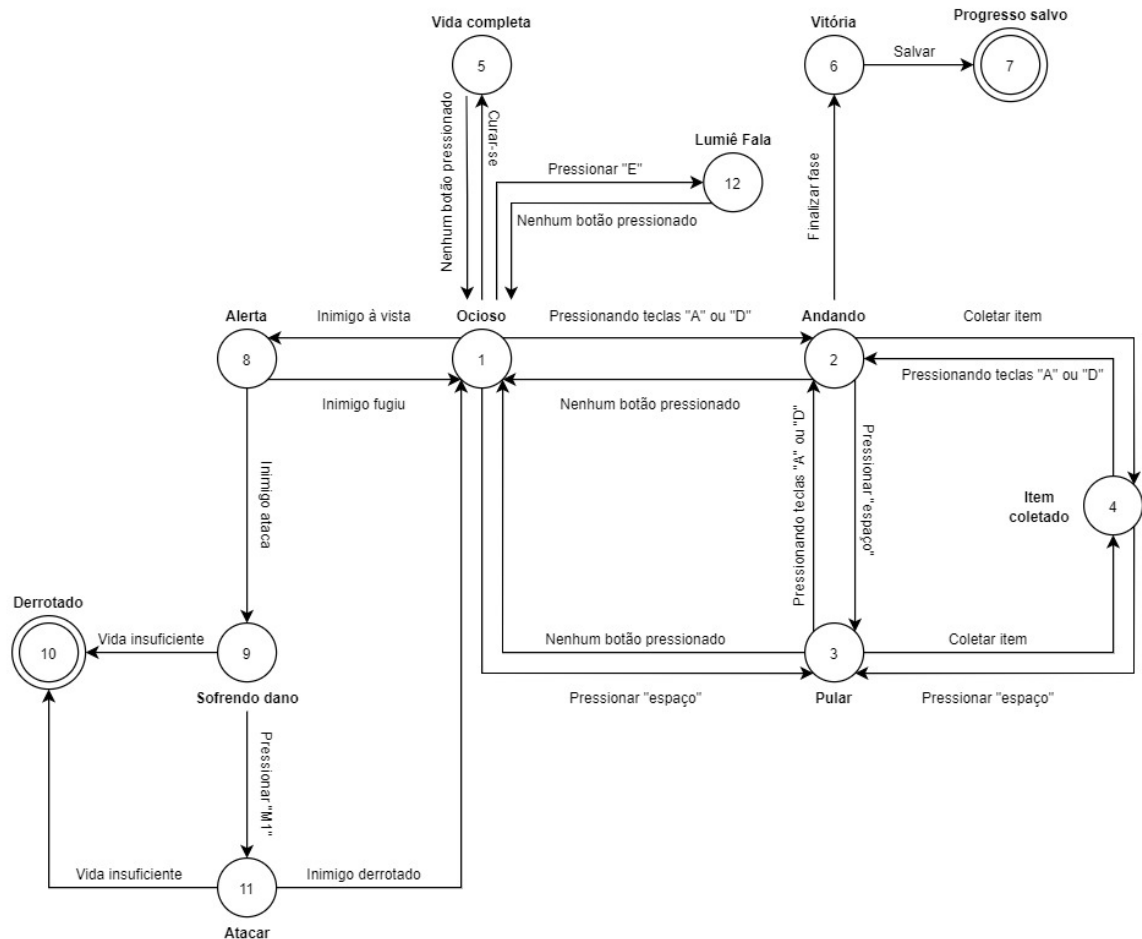
A *Gameplay* trata da jogabilidade, isto é, as regras, as mecânicas e o balanceamento (CLUA; BITTENCOURT, 2005). Como citado anteriormente, o jogo será no estilo de plataforma com interface 2D com o objetivo de chegar ao final da fase superando os obstáculos, como inimigos, abismos ou terrenos perigosos.

Nas próximas sessões serão detalhados como se dará a jogabilidade do jogo.

4.3.1 Ações dos personagens

O usuário controlará o protagonista, sendo assim podemos ver suas ações na Máquina de Estados Finito da Figura 9, sendo o estado 1 (ocioso) o ponto inicial.

Figura 9 – MEF do protagonista

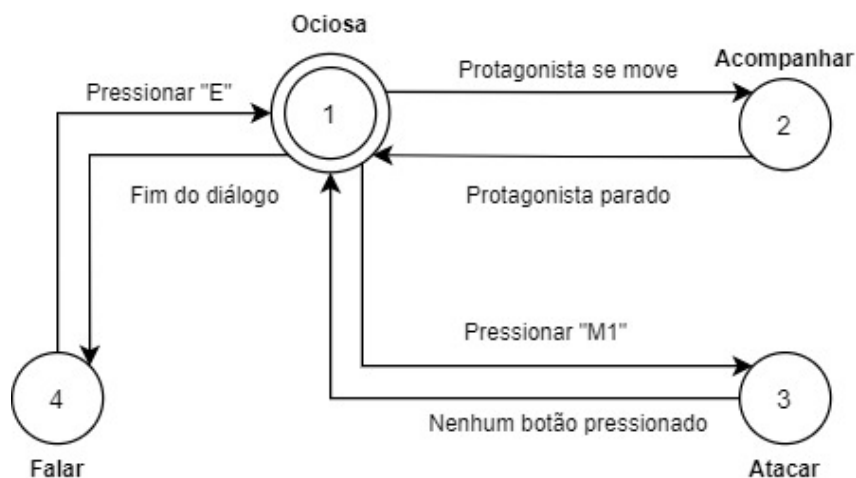


Fonte: Autora (2021).

Tendo como base as teclas que virão pré-definidas, o jogador poderá realizar ações básicas, as mesmas dos inimigos (mostrado na MEF da Figura 3), como andar com as teclas "A" para o lado esquerdo e "D" para o lado direito e pular com a tecla "espaço". Enquanto o ataque, realizado com o chamado "M1", ou seja, o clique esquerdo do mouse, será um comando realizado pelo jogador para que o protagonista use de Lumiê para realizar os ataques.

Além das ações padrões, o jogador poderá coletar itens e se curar, assim como interagir com diferentes objetos e pedir dicas de como solucionar um desafio (comando "E"). Em relação aos inimigos, caso o personagem sofra bastante dano ele será derrotado e a fase será perdida, para vencê-la é necessário chegar até o final e assim finalizá-la, salvando o progresso e indo para o próximo nível.

Figura 10 – MEF de Lumiê



Fonte: Autora (2021).

Lumiê, por sua vez, possui também poucas ações mas fundamentais para o progresso do jogo, como visto na MEF da Figura 10. A fada sempre acompanhará o protagonista flutuando ao lado dele e, como explicado anteriormente, ela realizará os ataques quando for solicitado, assim como é a responsável pelas dicas e explicações durante a jornada.

4.3.2 Menu

O menu do jogo contará com três funções básicas: iniciar jogo, configurações e sair. Essas funções devem ser de início fácil e rápido, sem que o jogador percorra diversos submenus para acessar o que deseja.

No primeiro acesso, o jogador apenas contará com um “Iniciar” simples, levando-o diretamente para o tutorial do jogo que permitirá que faça as configurações iniciais com ajuda de Lumiê, sendo elas as opções de resolução, som e contraste. Por outro lado, caso o jogador já tenha um jogo em andamento, ele terá a opção de carregá-lo ou iniciar um novo jogo salvando-o em um outro espaço - para que não sobrescreva o jogo em andamento.

O jogador poderá navegar pelo menu através do mouse ou do teclado, as funções que estiverem sendo o foco além de contarem com um destaque visual, também haverá um retorno auditivo com a leitura do texto correspondente.

Todas essas características também estão presentes no menu de pause - que o jogador terá acesso durante o jogo -, com uma pequena modificação no lugar de “iniciar” haverá “retornar”, para que o jogador possa voltar para o jogo.

A função de sair deve sempre realizar um salvamento para que as configurações e o progresso do jogo sejam armazenados.

4.3.3 Configurações

Antes de iniciar um novo jogo, o usuário poderá escolher entre três tipos de dificuldade: fácil, normal e difícil. Mesmo assim, é possível interromper o jogo a qualquer momento e alterar o nível de dificuldade sem perder seu progresso. No nível fácil, o jogador dificilmente falhará e contará com constantes dicas de Lumiê, é recomendado para jogadores iniciantes ou que desejam jogar apenas para aproveitar a experiência, focando um pouco mais na história; já no médio - ou normal - é o jogo como foi idealizado originalmente para ser jogado, com dicas apenas quando solicitadas e inimigos com seus ataques padrão; por fim, o modo difícil não contará com dicas e os inimigos serão mais difíceis de enfrentar.

O jogo deverá ter opções de alto contraste e ampliação para usuários com baixa visão, oferecendo opções de fontes e tamanhos diferentes, além da ampliação do jogo em si que poderá ser feito de forma similar ao jogo *Stardew Valley* (BARONE, 2016), como visto na Figura 11, que varia de 75% a 200%; e contraste de cores diferentes, oferecendo opções de cores para o fundo e, também, para as fontes, usando o contraste que mais lhe agrada.

Figura 11 – Comparativo entre as opções mínima e máxima de aproximação no jogo *Stardew Valley*.



(a) Aproximação mínima de 75%

(b) Aproximação máxima de 200%

Fonte: Autora (2021).

Existirão falas constantes durante todo o jogo e, assim, alguns jogadores poderão considerar a velocidade de fala dos personagens lenta ou rápida demais, sendo importante ajustá-la de acordo com o usuário. Além disso, será possível aumentar ou diminuir o volume de cada elemento separadamente: falas, som ambiente e efeitos sonoros.

Quanto à configuração dos controles, será possível utilizar controles de videogame (*joystick*), teclados e mouse, o jogador é livre para trocar os comandos e usar os atalhos que lhe forem mais confortáveis. Além dos atalhos padrão - com o uso do WASD para mover-se e o mouse para atacar, serão oferecidos outros conjuntos pré-definidos, como o uso das setas do teclado para a movimentação e as teclas ASD para ataque, interação e pulo, respectivamente.

4.3.4 Fase Tutorial

Será nessa fase que o jogador poderá se adaptar aos atalhos e sons, sendo eles definidos na Tabela 2. São comandos básicos que serão introduzidos por Lumiê, enquanto as funções mais complexas serão descobertas ou ensinadas ao longo do jogo. Os detalhes do *feedback* sonoro serão melhor detalhados na subseção 4.5.1. Para melhor descrição da fase, iremos usar como referência a configuração padrão dos controles. A primeira ação

Tabela 2 – Descrição das ações básicas no jogo.

Ação	Descrição	Atalho	Som
Movimentação	Os personagens irão se mover para o lado direito ou esquerdo	Jogador: A e D; Computador: Automático	Barulho passos
Pular	Os personagens darão um salto para cima, alcançando plataformas mais altas	Jogador: W ou Espaço; Computador: Automático	Som característico de pulo, que remete a objetos saltando
Atacar	Ataques de luz realizados por Lumiê contra os inimigos	Clique do mouse	Sem impacto: sons de estática desvanecendo no ar; Com impacto: som de eletricidade chocando-se contra o inimigo
Interagir	Ler placas, conversar com NPCs ou interagir com objetos do cenário	E	NPCs: Fala "ei!"; Objetos e placas: alarme curto e rápido, similar a um "bip"

Fonte: Autora (2021).

introduzida será a movimentação do personagem, realizada por padrão pelas teclas “A” (esquerda) e “D” (direita), levando o personagem ao primeiro obstáculo: um degrau. Ao se chocar contra, além do *feedback* auditivo, Lumiê explicará que o protagonista se chocou contra um obstáculo e dará as instruções sobre como superá-lo: ao pular pressionando a tecla “W” ou “Espaço”. Após o degrau, será pedido para o jogador pular novamente, fazendo-o bater a cabeça contra uma plataforma que estará acima - assim o jogador irá se familiarizar com esse som.

Bem adaptado à locomoção e com os pulos, o primeiro inimigo surge. Lumiê

explicará que quanto mais próximo do alvo, mais alto o som emitido e mostrará a importância do uso de fones de ouvido: o som 3D se mostrará muito importante não só com inimigos, mas com futuros obstáculos. Para atacá-lo, a fada será utilizada apenas com o clique do mouse - ou a tecla personalizada escolhida -, sem necessidade de mirar no oponente.

A interação ocorre ao entrar no alcance de algum objeto, como baús e placas, ou NPCs. Nos baús, ele será aberto e o item obtido com a Lumiê explicando o que foi encontrado; as placas serão lidas pela fada; e os NPCs dialogarão com suas próprias vozes. Além disso, caso esteja perto de algum obstáculo, a tecla de interação dará dicas de como superar e qual é o obstáculo. Para que o jogador saiba que entrou no alcance do jogador, um alerta sonoro será emitido, além do destaque visual do *sprite*.

Finalizando os comandos por teclado e mouse, a fase será concluída com um discurso final explicando que alguns comandos de voz são aceitos, embora não sejam uma parte fundamental para a jogabilidade. Com um conjunto limitado de palavras, alguns comandos básicos poderão ser realizados: i) pedir ajuda para Lumiê quando estiver com dúvidas sobre como prosseguir; ii) solicitar que o diálogo seja repetido; iii) pausar e retomar o jogo. Algumas poucas palavras serão utilizadas inicialmente para melhor adaptação, usando palavras-chaves e seus sinônimos.

Para concluir a fase, o jogador pode usar um comando de voz como “entendido”, “concluir” ou mesmo “obrigado”, e o jogo dará início.

4.3.5 Jornada

Após o tutorial, o jogo tem início no primeiro mundo, sendo no total três, onde em cada um deles o objetivo é recuperar uma cor primária - o azul, amarelo e o vermelho, respectivamente. Cada cor irá colorir o mundo aos poucos, além de nos dar novas possibilidades misturando-as.

A cada fase, novos NPCs são apresentados e suas funções são dar missões e recompensas que permita que o jogador se torne mais forte e, conseqüentemente, as fases também se tornarão mais difíceis e com novos desafios. Esses NPC poderão entregar missões secundárias, que não são essenciais para o desenrolar da história mas podem despertar a curiosidade dos jogadores exploradores por envolver itens que estão bem escondidos.

Antes de obter uma das cores, o jogador enfrentará um chefe diferente que protege o item. E ao obter a última - o vermelho - a luta contra Breu se iniciará e ao final teremos o desfecho da história seguido do epílogo.

4.4 Interface

A maioria dos jogadores tende a pular o tutorial do jogo, pois esperam que a interface seja intuitiva o suficiente para que ele descubra as funcionalidades por si mesmo.

Battaiola et al. (2002) estabelece como critérios básicos para classificar as interfaces como sendo a visão do jogador, ambiente e projeção. Sendo assim, para o jogo proposto definimos: i) a visão do jogador: jogos de plataforma e, principalmente, jogos 2D costumam possuir uma visão em 3ª pessoa. Sendo essa a visão do jogador, teremos uma visão completa do mundo e dos objetos acerca do personagem, facilitando a interação; ii) ambiente: teremos um ambiente externo, onde o protagonista poderá percorrer o mundo e conhecer diferentes regiões; iii) projeção: sendo um jogo 2D, serão utilizados gráficos planos (*sprites*) em uma câmera ortográfica (sem perspectiva).

Araújo et al. (2015) traz seis recomendações para o desenvolvimento de jogos acessíveis:

1. Textos alternativos: todo conteúdo não textual apresentado deve possuir alternativas textuais para que possa ser utilizadas programas leitores de tela;
2. Adaptabilidade: o conteúdo e interface deve ser apresentada de formas diferentes sem perder a informação essencial, sendo possível ajustar a resolução e contraste, por exemplo;
3. Ambientação: os jogadores devem conseguir separar bem o primeiro plano do plano de fundo, além de se localizarem a partir do conteúdo da cena;
4. Operabilidade: a jogador deve compreender facilmente a interface como interagir com ela, além de facilitar o acesso aos principais recursos do jogo;
5. Facilidade de Configuração: permitir que o jogador altere os controles e as configurações conforme suas necessidades;
6. Assistência e Tutoria: além do tutorial inicial, dicas devem estar disponíveis ao longo de todo o jogo para auxiliar o jogador, caso este as deseje.

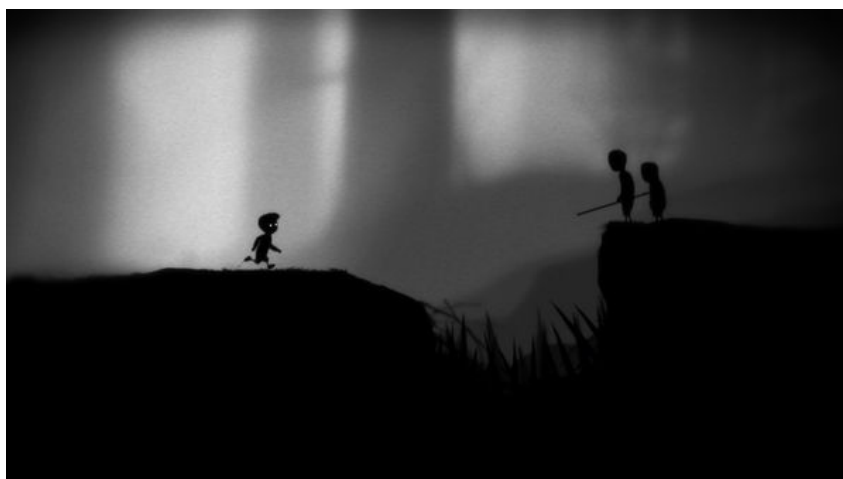
Sendo essa a base da interface do jogo, podemos definir nas subseções seguintes a interface específicas de cada área. Para melhor organização, usaremos o termo interface para nos referir aos menus e submenus, quanto à estética, ou seja, o estilo visual do jogo, chamaremos de “gráfico do jogo”.

4.4.1 Gráficos

Pretende-se manter um *design* minimalista, mantendo poucos detalhes para que o contraste de cores sobressaia. Para manter a imersão na trama, inicialmente todo o

jogo será em preto e branco (P&B), similar a diversos títulos encontrados no mercado, como LIMBO (PLAYDEAD, 2010). A Figura 12 ilustra os gráficos desse jogo, mas como podemos ver, o uso de muitos tons de cinza pode causar certa confusão, para solucionar esse problema podemos permitir que o usuário defina o nível de detalhes que ele deseja ver, até que consiga diferenciar bem os elementos principais.

Figura 12 – Gráfico do jogo LIMBO.



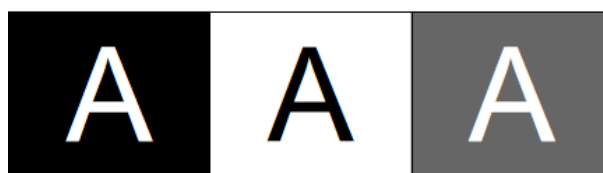
Fonte: Página do jogo LIMBO na Steam (VALVE CORPORATION, 2003).

Ao passar das fases e adquirir as cores referentes a cada um, novos contrastes podem ser trabalhados. Baseando-se no trabalho de Kulpa, Teixeira e Silva (2010) podemos utilizar os melhores contrastes com a cor obtida em cada mundo de acordo com os modelos, onde suas aplicações serão melhor explorados nas subseções seguintes.

4.4.1.1 Mundo 1 - Azul

Como podemos ver na Figura 13, o fundo branco com letras pretas são um obstáculo às pessoas com sensibilidade à luz. Em contrapartida, o fundo preto com letra branca consegue alcançar diversos diagnósticos. O cinza, por sua vez, é um contraste neutro que consegue se adaptar bem a diversas cores.

Figura 13 – Modelos de contrastes em Preto e Branco.



Fonte: Adaptado de Kulpa, Teixeira e Silva (2010)

No primeiro mundo, utilizaremos essas três cores, principalmente o preto e o branco sendo o cinza uma cor secundária, com a função de harmonizar na interface sem causar

interferência visual.

Assim, definimos o padrão para o primeiro mundo como sendo: i) a cor preta será aplicada nos personagens, solo, obstáculos e alguns objetos; ii) a cor cinza será aplicada apenas como cor de fundo, sendo um contraste neutro em relação ao preto e ao branco; iii) e o branco será usado nos detalhes dos personagens e na maior parte dos itens, além de opcionalmente adicionar uma borda a todos os locais em que o preto estiver aplicado, se o usuário sentir a necessidade de maior destaque para separar cada elemento.

4.4.1.2 Mundo 2 - Amarelo

Com a cor azul sendo a primeira disponível, o mundo agora ganha seus tons. O preto continua sendo uma boa opção de contraste e dessa vez ao invés de utilizarmos o cinza como a cor de fundo, o azul irá colorir o céu.

Usaremos o preto como cor fixa do solo, obstáculos e personagens, já que se mostra o contraste que melhor trabalha com as principais cores; e o branco também será a cor fixa dos objetos e para levar o contraste aos elementos. Trabalhando com essas cores bases, os modelos da Figura 14 nos dá bons contrastes entre o preto e o azul claro - que além de alcançar diversos diagnósticos, auxilia na identificação de elementos; e o branco sob o fundo azul escuro, considerado um dos contrastes mais eficientes. Porém, o azul escuro

Figura 14 – Modelos de contrastes com o azul.



Fonte: Adaptado de Kulpa, Teixeira e Silva (2010)

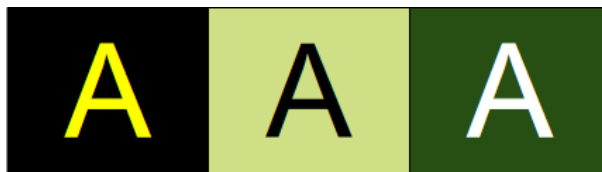
com o preto e o azul claro com o branco são tons que podem se misturar, para evitar essa confusão podemos usar o tom mais claro sob o mais escuro, um contraste eficiente para elementos médio ou grandes. Tendo o céu num tom mais escuro, podemos criar detalhes, como montanhas com o tom mais claro do azul, assim, o preto estará contrastando com o azul claro e o branco poderá ser aplicado em itens flutuantes, contrastando com o céu.

4.4.1.3 Mundo 3 - Vermelho

Com a conquista do mundo 2 e a obtenção do amarelo, além de desbloqueá-lo, teremos a mistura do azul com o amarelo, obtendo o verde.

A Figura 15, nos mostra os principais contraste que serão trabalhados nesse mundo priorizando o verde por ser esteticamente apreciado além de alcançar diversos diagnósticos de baixa visão.

Figura 15 – Modelos de contrastes com as cores amarelo e verde.



Fonte: Adaptado de Kulpa, Teixeira e Silva (2010)

A cor amarela pode vir a substituir o branco em algumas partes, já que ambas contrastam bem com o preto, mas em relação ao verde escuro o branco continua sendo a melhor opção.

4.4.1.4 Batalha Final e Epílogo

Após obter a cor vermelha, o protagonista irá batalhar contra Breu. O uso do vermelho e branco consegue trazer um destaque à cena, sendo o vermelho uma cor relacionada à atenção. Esteticamente o vermelho escuro é mais apreciado, por tanto será a cor mais utilizada conforme o modelo da Figura 16.

Figura 16 – Modelos de contrastes com as cores vermelho e roxo.



Fonte: Adaptado de Kulpa, Teixeira e Silva (2010)

O uso do amarelo e preto também se fará presente, seguindo um padrão de cores quentes além do preto que foi utilizado em todas as demais fases.

Para o epílogo, pretende-se usar tons de roxo - cor obtida da união do azul com o vermelho -, variando de magenta a violeta, isso porque são os contrastes esteticamente mais apreciados, interessantes e bem percebidos.

Levando em conta toda a descrição até aqui, o modelo mais próximo e adequado que pudemos observar foram nos gráficos de Alto's Adventure (SNOWMAN, 2015), que possui elementos minimalistas que podem facilmente ser desenvolvidos com menos detalhes e cores. Na sequência, Alto's Odyssey (SNOWMAN, 2018), os gráficos foram melhorados sendo uma melhor base de inspiração (Figura 17).

4.4.2 Interface

A interface inicialmente terá o padrão P&B e fonte sem serifa, sendo totalmente personalizada da forma que desejar, pois nas configurações serão disponibilizados um

Figura 17 – Cena do jogo Alto's Odyssey.



Fonte: Página do jogo Alto's Odyssey na Google Play (GOOGLE, 2008).

paleta de cores para letras e outra para o fundo, onde o usuário escolherá aquele que mais se adequar à sua visão, além de optar pelo tamanho que preferir. Para o realce, pode ser aplicado uma sombra ou um contorno quando usuário focar o elemento.

4.5 Navegação

Em um jogo de plataforma 2D, a locomoção básica necessária são os lados direito e esquerdo, além do pulo para alcançar locais mais altos ou atravessar os obstáculos. Com esses atalhos bem definidos, temos ainda os guias, que conduzem o personagem para o objetivo. Os guias mais comuns são mapas e setas alarmes, que aparecem quando o jogador aparenta estar perdido. Tratando-se de um *audiogame*, ao notar que o jogador possa estar perdido, um alerta sonoro pode ser usado, indicando a direção através do som 3D.

Araújo et al. (2015) cita três técnicas que são usadas no desenvolvimento desses jogos, que facilitam a navegação do jogador:

- *AudioQuake*: utiliza sons para indicar a posição de objetos móveis ou fixos simulando um radar. Podemos usar essa técnica em inimigos, aumentando o volume de seus passos ou de seu som característico conforme se aproxima e manter a velocidade desse som diretamente proporcional à velocidade do personagem;
- *Serialisation*: trata-se das prioridades nas informações. Em uma hierarquia, um inimigo - por se tratar de uma ameaça - tem uma maior prioridade em relação a um objeto, sendo assim, seu som deve sobressair;

- *AudioIcons* e *AudioClues*: são efeitos sonoros e pistas que guiam o personagem. Como exemplo, os objetos interativos receberão uma indicação quando o protagonista entrar em seu alcance.

É importante que os sons utilizados possam facilmente ser assimilados com o objeto, usando como referência os sons do mundo real. Sendo assim, um ambiente pode dispor de diversos objetos, porém apenas os objetos com relevância devem ter algum tipo de destaque para que o usuário não receba inúmeras informações simultaneamente (BATTAIOLA et al., 2002).

4.5.1 Áudio Aplicado ao Jogo

Nos jogos, além das músicas, temos também os efeitos sonoros (SFX, do inglês *Sound Effect*), e é com o uso deles que os jogadores poderão se localizar no cenário. O áudio 3D será de fundamental importância utilizando o lado esquerdo e direito do fone de ouvido como referência para a localização da origem do som.

4.5.1.1 Ações

Ao se movimentar, o jogador ouvirá seus próprios passos representado pelo som característico, que deverá se misturar com o som ambiente para não chamar muita atenção durante o jogo. Ao permanecer de movimentando e chocar-se contra um obstáculo, o *feedback* sonoro - que simulará a batida do corpo contra uma parede - se localizará na direção em que o obstáculo está.

Nos jogos mais fantasiosos, o pulo costuma ter um som caricato - representado em quadrinhos pela onomatopeia “*boing*”, enquanto que em jogo mais realistas o barulho é o de pés batendo simultaneamente no chão. Para este projeto, utilizaremos do som realista, para que o jogador possa fazer relação com o mundo real.

O ataque mágico de luz será representado por um SFX específico, podemos descrevê-lo de forma genérica como algo que remete à estática tendo o som do lançamento inicialmente e, caso atinja o alvo, será seguido de um barulho de choque, caso contrário, o som irá se desvanecer.

Por fim, as interações poderão ser feitas com objetos e NPCs cada um tendo seu próprio som: i) os baús emitirão um barulho de uma porta rangendo, indicando que algo pode ser aberto, e ao abri-lo a descrição do objeto será narrada; ii) os NPCs terão sua própria voz e ao se aproximar, o jogador os ouvirá lhe chamar; iii) a opção de interação com Lumiê estará sempre disponível, ela irá analisar qual o obstáculo mais próximo e como ele pode ser superado.

4.5.1.2 Inimigos

Cada inimigo terá seu som específico para que, ao se adaptar, o jogador possa saber exatamente com que tipo de inimigo está lidando. Os ataques terão um som que antecede o ataque, para o jogador se preparar para esquivar.

Os inimigos com ataque corpo-a-corpo, terão seus passos como prioridade: a altura do som será inversamente proporcional à distância - quanto menor a distância mais alto o barulho emitido -, enquanto a velocidade do som deverá estar diretamente proporcional à velocidade do *sprite*. Ao se aproximar o suficiente para que possa efetuar um ataque, irá parar de andar, logo apenas o SFX do ataque será emitido.

Nos inimigos com ataques à distância, não teremos o som de passos como prioridade, mas o som da trajetória do ataque. Esse inimigo poderá fugir do protagonista caso ele se aproxime.

4.5.1.3 Elementos da cena

Os elementos que compõe, além dos já citados anteriormente, são os obstáculos. Pelo padrão dos jogos de plataforma, inicialmente teremos abismos, espinhos e água. Cada um desses elementos terá o som 3D de acordo com o lado em que se encontra, priorizando o lado para o qual o protagonista está direcionado - evitando que os sons se misturem caso esteja localizado em uma plataforma entre dois obstáculos.

Cada um desses obstáculos possuirá seu SFX específico: i) para o abismo, o som do vento correndo para cima ou algo que remeta ao vazio; ii) os espinhos reproduzirão o ruído de ferro afiado; iii) e a água emitirá o barulho de uma correnteza.

Por fim, temos os segredos no mapa: áreas escondidas por paredes quebráveis que contam com um item que será entregue em missões secundárias. Para que o jogador saiba que há uma parede frágil à frente será emitido o som de pedras caindo - como se a parede estivesse prestes a cair -, e ao atacar teremos um barulho de desmoronamento.

4.6 Modo Multijogador

O modo multijogador trás um divertimento a mais ao jogo ao permitir que o usuário convide um amigo para se juntar à jornada. Ao optar pelo modo multijogador, as fases deverão se tornar mais difíceis, para manter o balanceamento adequado.

Para a comunicação dentro do jogo, podemos utilizar chats de voz e texto. Os chats de voz são cada vez mais utilizados, um bom exemplo disso é o jogo Valorant (RIOT GAMES, 2020) no qual a comunicação é essencial para que o time consiga colaborar. Já no chat de texto, podemos utilizar o *text-to-speech* (TTS, texto-para-fala) onde um dos usuários irá enviar a mensagem escrita e a leitura será feita automaticamente.

4.7 Unity

Uma vez que o design do jogo está pronto, chega-se a fase de implementação. Neste trabalho não será mostrada a conclusão desta fase, uma vez que o objetivo aqui presente é mostrar as especificações do jogo em nível conceitual, o que permitirá uma posterior implementação. Entretanto, será sugerida aqui a utilização da *game engine* (motor de jogo) Unity (UNITY TECHNOLOGIES, 2005), uma das plataformas mais utilizadas, possuindo suporte para desenvolvimento de jogos 3D e 2D e até mesmo multiplataforma - recurso que auxiliará uma possível adaptação do projeto para outros dispositivos além do computador.

A Unity foi a ferramenta utilizada para o desenvolvimento de diversos jogos citados ao longo deste trabalho, como Alto's Adventure (SNOWMAN, 2015). Fornece suporte a diversas ferramentas, incluindo chat de voz e APIs (Interface de Programação de Aplicações, do inglês *Application Programming Interface*). Disponibiliza, também, orientações e tutoriais em seu *site* oficial.

Usando uma *game engine* mais completa, o foco estará voltado para o desenvolvimento do jogo, sem se preocupar em criar e manter a estabilidade das funcionalidades que demandariam tempo. Incluindo a criação da lógica do jogo através do *Bolt*, um *asset* - elemento que pode ser adicionado ao projeto do jogo otimizando o tempo que seria gasto para desenvolvê-lo - de *script* visual que permite que toda a programação possa ser feita de forma visual, assemelhando-se a nós.

5 Considerações Finais

Apesar dos avanços na tecnologia, a parcela de pessoas que não tem o acesso a essa realidade ainda é muito grande e abrange, principalmente, pessoas com necessidades especiais (PNE). Compreender e desenvolver métodos para atingir esse público abre oportunidades para que cada vez mais essas tecnologias sejam exploradas.

Nesta monografia, foram abordados os fundamentos teóricos essenciais para o desenvolvimento da documentação do projeto, compreendendo a importância não só de um *feedback* sonoro - por meio da utilização do panoramização para melhor localização e efeitos sonoros (SFX) específicos para cada elemento -, mas também a adaptação da interface de acordo com os diferentes graus de deficiência visual.

Sendo assim, foi possível estabelecer as principais características que podem ser abordadas no desenvolvimento e como elas serão utilizadas. Como trabalhos futuros, podemos citar o desenvolvimento do jogo, apresentando protótipos a possíveis voluntários, ajustando e melhorando as características principais.

Referências

- ARAÚJO, M. C. et al. Um estudo das recomendações de acessibilidade para audiogames móveis. *XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital-ISSN*, p. 2179–2259, 2015.
- BALAN, O.; MOLDOVEANU, A.; MOLDOVEANU, F. Navigational audio games: an effective approach toward improving spatial contextual learning for blind people. *International Journal on Disability and Human Development*, v. 14, n. 2, p. 109–118, 2015.
- BARONE, E. *Stardew Valley*. 2016. [Video Game].
- BARTLE, R. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, v. 1, n. 1, p. 19, 1996.
- BATTAIOLA, A. L. et al. Desenvolvimento de um software educacional com base em conceitos de jogos de computador. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2002. v. 1, n. 1, p. 282–290.
- CLUA, E. W. G.; BITTENCOURT, J. R. Desenvolvimento de jogos 3d: concepção, design e programação. In: *Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 1313–1356.
- CONDE, A. J. M. Definição de cegueira e baixa visão. *Rio de Janeiro*, 2016.
- CONTABILISTA. *Qual é a diferença entre headset, headphone e fone de ouvido?* 2021. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://blog.contabilista.com.br/diferenca-headset-headphone-fone-de-ouvido.html>>.
- GAME Accessibility. 2021. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://www.game-accessibility.com/>>.
- GOOGLE. *Google Play*. 2008. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://play.google.com/store>>.
- GOVERNO DIGITAL. *VLibras*. 2009. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/vlibras>>.
- GUNZI, A. S. *Som tridimensional: métodos de geração e modos de reprodução*. [S.l.]: Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- HUGO, M. et al. Uma interface de reconhecimento de voz para o sistema de gerenciamento de central de informação de fretes. 1995.
- HUOPANIEMI, J. *Virtual acoustics and 3-D sound in multimedia signal processing*. [S.l.]: Helsinki University of Technology, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência*. Rio de Janeiro, 2010.

- INSTITUTO INFNET. *O que é computação gráfica? Saiba tudo sobre a área e a formação!* 2020. Escola de Comunicação e Design Digital. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://ecdd.infnet.edu.br/o-que-e-computacao-grafica/>>.
- KINETIC GAMES. *Phasmophobia*. 2021. [Video Game].
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: *Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC*. [S.l.: s.n.], 2007. v. 28.
- KULPA, C. C.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. d. Um modelo de cores na usabilidade das interfaces computacionais para os deficientes de baixa visão. *Design & tecnologia [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS. Vol. 1, n. 1 (2010), p. 66-78*, 2010.
- LEMOES, E. R.; CERQUEIRA, J. B. O sistema braille no brasil. *Benjamin Constant*, 2014.
- MAIA, W.; PEREIRA, B.; SESTARI, L. *Blind Games Brazil*. 2005.
- MANSSOUR, I. H.; COHEN, M. Introdução à computação gráfica. *RITA*, v. 13, n. 2, p. 43–68, 2006.
- NINTENDO. *Super Mario Bros*. 1985. [Video Game].
- PLAYDEAD. *LIMBO*. 2010. [Video Game].
- PORTAL DA DEFICIÊNCIA VISUAL. *Audiogames*. 2020. Acesso em: 2020. Disponível em: <<https://deficienciavisual.com.br/mod/book/view.php?id=1884>>.
- QUANTIC DREAM. *Detroit: Become Human*. 2018. [Video Game].
- REINALDI, L. R.; JÚNIOR, C. R. de C.; CALAZANS, A. T. S. Acessibilidade para pessoas com deficiência visual como fator de inclusão digital. *Universitas: Gestão e TI*, v. 1, n. 2, 2011.
- RIOT GAMES. *Valorant*. 2020. [Video Game].
- SÁNCHEZ, J.; MASCARÓ, J. Audiopolis, navigation through a virtual city using audio and haptic interfaces for people who are blind. In: . [S.l.: s.n.], 2011. p. 362–371.
- SANTOS, G. L. d. Máquinas de estados hierárquicas em jogos eletrônicos. *Disstertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro*, 2004.
- SCABENI, P. H. et al. Aplicação de animação em jogos: desenvolvimento de animação 2d para jogo arcade. Florianópolis, SC, 2019.
- SCALCO, R. *Introdução a computação gráfica*. [S.l.]: Roberto Scalco, 2005.
- SECRETARIA NACIONAL DE JUSTIÇA. *Classificação Indicativa: Guia Prático*. 3ª edição. ed. Brasília, 2018.
- SNOWMAN. *Alto's Adventure*. 2015. [Video Game].
- SNOWMAN. *Alto's Odyssey*. 2018. [Video Game].

- SOBRAL, F. et al. A utilização de role playing games digitais como ferramenta complementar no processo de aprendizagem de crianças deficientes visuais. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 635.
- SQUARE CO. *Chrono Trigger*. 1995. [Video Game].
- STUDIO MDHR. *Cuphead*. 2017. [Video Game].
- TARGETT, S.; FERNSTROM, M. Audio games: Fun for all? all for fun! In: GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. [S.l.], 2003.
- TEAM CHERRY. *Hollow Knight*. 2017. [Video Game].
- UNITY TECHNOLOGIES. *Unity*. 2005. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://unity.com/pt>>.
- VALIATI, J. F. Reconhecimento de voz para comandos de direcionamento por meio de redes neurais. 2000.
- VALVE CORPORATION. *Steam*. 2003. Acesso em: 2021. Disponível em: <<https://store.steampowered.com/>>.
- WINBERG, F.; HELLSTROM, S. O. Qualitative aspects of auditory direct manipulation. a case study of the towers of hanoi. In: GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. [S.l.], 2001.