

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

LUCAS ANTÔNIO MAFFAZIOLI

**ESTUDO DE MELHORAMENTO DO USO DE MOVIMENTAÇÃO E NAVEGAÇÃO
EM ESPAÇOS TRIDIMENSIONAIS EM *AUDIOGAMES***

CAXIAS DO SUL

2019

LUCAS ANTÔNIO MAFFAZIOLI

**ESTUDO DE MELHORAMENTO DO USO DE MOVIMENTAÇÃO E NAVEGAÇÃO
EM ESPAÇOS TRIDIMENSIONAIS EM *AUDIOGAMES***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais, na Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador Prof. Me. Marcelo Luís Fardo

CAXIAS DO SUL

2019

LUCAS ANTÔNIO MAFFAZIOLI

**ESTUDO DE MELHORAMENTO DO USO DE MOVIMENTAÇÃO E NAVEGAÇÃO
EM ESPAÇOS TRIDIMENSIONAIS EM *AUDIOGAMES***

Trabalho de conclusão de curso para obtenção de grau de Bacharel em Tecnologias Digitais. Curso de Bacharelado em Tecnologias Digitais da Universidade de Caxias do Sul.

Banca examinadora

Prof. Me. Marcelo Luís Fardo
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Me. Marcell Bocchese
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Profa. Dra. Carla Beatris Mantovani Valentini
Universidade de Caxias do Sul – UCS

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o estudo e a aplicação de fundamentos da movimentação e navegação em espaços tridimensionais em áudio jogos, nicho geralmente utilizado pelo público deficiente visual com cegueira total. Foram investigados o uso de jogos por deficientes visuais e o que é necessário para o *gameplay*, no escopo de movimentação e navegação em espaços 3D. O estudo da movimentação e navegação foi feita em jogos tradicionais e também em *audiogames*, para assim ser traçada uma melhor definição para o protótipo desenvolvido. No estágio de construção e testagem, foram encontradas possibilidades de melhorias nas mecânicas para uma movimentação mais fluída, utilizando-se de uma mecânica desenvolvida neste trabalho chamada de *impacto fluído*. Testes com o público foram realizados para identificar a recepção das novas propostas de mecânicas, cujos resultados demonstraram sucesso.

Palavras-chave: Audiogames. Movimentação. Navegação. Som binaural.

ABSTRACT

This work aims to study and apply fundamentals of movement and navigation in three-dimensional spaces in audiogames, niche generally used by the visually impaired blind with complete vision loss. It's investigated the use of games by the visually impaired and what is needed for accessible gameplay in the scope of movement and navigation in 3D environments. The study of the movement and navigation was done in traditional games and also in audiogames, in order to draw a better definition for the development of the prototype. In the stages of development and testing, possibilities for improvement were found for a more fluid movement, utilizing a mechanic created in this project called as *fluid impact*. Tests with the public were made to identify the reception of the new mechanics proposed, of which the results show success.

Keywords: Audiogames. Movement. Navigation. Binaural sound.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVO GERAL	14
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4	RELEVÂNCIA	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	JOGOS DIGITAIS	18
2.1.1	O papel da movimentação, navegação e som na imersão no mundo virtual	18
2.2	AUDIOGAMES	22
2.3	SOM BINAURAL	23
2.4	STEAM AUDIO	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	ESTÉTICA.....	28
3.2	DINÂMICAS	29
3.3	MECÂNICAS	29
3.4	DESENVOLVIMENTO DAS MECÂNICAS.....	29
4	TRABALHOS RELACIONADOS	30
4.1	A BLIND LEGEND.....	31
4.2	SHADES OF DOOM	35
4.3	SWAMP.....	37
5	DESENVOLVIMENTO	40
5.1	MOVIMENTAÇÃO.....	40
5.1.1	Impacto com paredes	41
5.2	APLICAÇÃO DO MDA	44
5.2.1	Mecânicas	44

5.2.2	Dinâmicas.....	45
5.2.3	Estéticas.....	45
6	DESENVOLVIMENTO PRÁTICO.....	46
6.1	O ESTUDO	50
6.2	RESULTADOS.....	56
6.2.1	Comparação entre <i>layouts</i> de controles	57
6.2.2	Comparação entre mecânica de impacto.....	58
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia nos permite alcançar objetivos talvez antes nunca imaginados por nossos antepassados. O que já foi considerado impossível hoje é comum para as gerações que nasceram presentes nesta revolução tecnológica da qual vivemos e que ainda promete muito mais. Apesar das revoluções, alguns caminhos são explorados mais lentamente que outros, principalmente as questões de acessibilidade para pessoas com deficiência, não apenas na tecnologia, mas também no dia a dia da nossa sociedade (SÁ, 2011).

Na questão de acessibilidade, muitas pessoas que perdem a visão fazem parte de um público que infelizmente perde acesso a jogos digitais devido à deficiência (ROYAL NATIONAL INSTITUTE OF BLIND PEOPLE, 2016), pelo fato de que tais mídias geralmente não são acessíveis para essas pessoas (YUAN, et al. 2011).

Além de alguns poucos jogos *mainstream*¹ acessíveis, esforços são feitos por pesquisadores e pequenos estúdios para criar jogos totalmente habilitados para deficientes visuais com cegueira total. Jogos acessíveis ao público cego geralmente utilizam outros sentidos do jogador para possibilitá-lo jogar, sendo o som o meio mais utilizado. Tais jogos, totalmente jogáveis através do som, são chamados de *audiogames* (CREATIVE HEROES, 2002).

Audiogames, apesar de serem acessíveis, ainda devem contar com características que proporcionam uma experiência lúdica ao usuário, já que ainda são jogos (ARCHAMBAULT et al., 2007). Em busca de proporcionar tal experiência, este trabalho foca na movimentação do jogador em ambientes virtuais tridimensionais, acarretando também o estudo da navegação em tais ambientes, para assim alcançar objetivos do *gameplay*².

Como será visto, tais jogos vão do simples ao complexo, tanto em relação à facilidade de jogar quanto ao enredo. Porém, o objetivo do estudo e do protótipo deste

¹ De corrente dominante, ilustrado neste trabalho como mídias sem foco em acessibilidade.

² Jogabilidade; experiências do jogador durante a interação com o jogo.

trabalho são os jogos que contam com ponto de vista de primeira pessoa. Este foco em primeira pessoa “[...] permite o jogador perceber o jogo pelos olhos [e ouvidos] do personagem” (DENISOVA; CAIRNS, 2015).

O estudo do som é importante para prover a imersão no mundo virtual, portanto é realizado o estudo de sons binaurais, pois são referência para prover experiências mais realísticas e imersivas (BLAURT, 1997, apud TSAKOSTAS; FLOROS; DELIYIANNIS, 2007).

Baseados nestes tópicos, o trabalho elucida a importância destes fatores tanto em jogos desenvolvidos sem acessibilidade em mente, quanto em *audiogames*. Estudos de casos são realizados para demonstrar o que há de realizado no âmbito de áudio jogos em mundos virtuais tridimensionais, e o que pode ser melhorado por este trabalho. Tais melhorias são analisadas e desenvolvidas em um protótipo para testes com o público em questão. Foi utilizado o *framework* MDA para guiar o desenvolvimento do projeto.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Como propor melhorias nos sistemas de navegação e movimentação tridimensional em *audiogames*, mais especificamente no gênero de jogos em primeira pessoa?

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma mecânica de movimentação e navegação tridimensional em *audiogames*, utilizando som binaural, para jogadores cegos, com intuito de facilitar a mobilidade e a velocidade em navegar em espaços tridimensionais.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o uso de jogos digitais por deficientes visuais;
- Investigar as mecânicas de movimentação e navegação em *audiogames*;
- Realizar estudos de caso de *audiogames* que tenham ponto de vista em primeira pessoa;
- Estudar o uso de som binaural;
- Desenvolver uma mecânica de movimentação e navegação para um *audiogame* em primeira pessoa, com a proposta de uma maior facilidade em se movimentar livremente em espaços tridimensionais.
- Comparar esta nova mecânica com mecânicas tradicionais em *audiogames*.

1.4 RELEVÂNCIA

O mundo digital está tão inerente a nós, que é difícil encontrarmos pessoas em regiões metropolitanas, que nunca tiveram contato com tecnologias como telefones celulares, computadores, televisores, etc. Estamos tão próximos, que jogos digitais fazem parte da vida de cerca de 82 por cento da vida de jovens e adultos brasileiros com idade entre 13 e 59 anos, passando em média 15 horas por semana no passatempo (NPD GROUP, 2015). A indústria de jogos também sofreu um grande aumento, já que em 2002, haviam 6.9 bilhões de dólares em vendas de jogos nos Estados Unidos, e em 2012, este número passou para 14,8 bilhões (ESA, 2013).

Os responsáveis por esse mercado buscam em seus produtos maneiras de prover experiências de entretenimento cada vez mais imersivas e atraentes, de modo a aumentar e diversificar seu público. Oferecem uma grande variedade de opções, com estratégias, histórias e suportes variados, a fim de atender a perfis e hábitos de consumo distintos. Aplicativos para smartphones e redes sociais, por exemplo, aparecem como modalidades emergentes que surgem dessa necessidade mercadológica de ampliação. (SENS; PEREIRA, 2015, p. 2).

Apesar de uma grande indústria de jogos digitais, é difícil encontrar variedade de jogos acessíveis a deficientes visuais (PINHEIRO, 2017). Archambault et al. (2007) elucida quanto ao mercado *mainstream* atual:

[...] a grande maioria dos jogos de computador é totalmente inacessível para usuários cegos, bem como para a maioria de usuários com visão parcial, e mesmo para pessoas com uma grande variedade de deficiências (ARCHAMBAULT et al., 2007, p. 6, tradução nossa, grifo nosso).

Enquanto há poucos esforços para produção de jogos acessíveis por grandes empresas, existem algumas iniciativas que fomentam pesquisas para incitar a criação jogos acessíveis para todos, como a IGDA (International Game Developers Association), que criou um grupo especializado em desenvolvimento de jogos com acessibilidade: o Game Accessibility Special Interest Group (GA-SIG) (SENS; PEREIRA, 2015, p. 3).

O GA-SIG (IDGA, 2004, p. 5, tradução nossa)³ define acessibilidade em jogos como: "[...] a capacidade de jogar, mesmo quando é jogado sob condições limitantes. Condições limitantes podem ser limitações funcionais ou deficiências, como cegueira, surdez ou limitações de mobilidade".

Para termos noção da crescente demanda de jogos acessíveis, a OMS (2011)⁴ estima que cerca de 15% da população mundial tem algum tipo de deficiência, dentre elas motora, cognitiva ou sensorial. No Brasil, como relata o IBGE⁵ (2010)⁶, em 2010 23,9% da população brasileira tinha algum tipo de deficiência, 18,6% tem alguma deficiência visual, e 3,5% tem deficiência visual severa, o que representa 6,5 milhões de pessoas. Além disso, em um estudo realizado na Holanda, cerca de 92 por cento de pessoas com quaisquer tipos de deficiências jogam jogos digitais, e apesar das dificuldades, a média de tempo jogando por este público é de 10,3 horas semanais (WING, 2015).

Para um maior esclarecimento sobre cegueira, Conde (2012, p. 1) nos informa que:

³ Do original: "Game Accessibility can be defined as the ability to play a game even when functioning under limiting conditions. Limiting conditions can be functional limitations, or disabilities — such as blindness, deafness, or mobility limitations."

⁴ Dado mais recente

⁵ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

⁶ Dado mais recente

Diversamente do que poderíamos supor, o termo cegueira não é absoluto, pois reúne indivíduos com vários graus de visão residual. Ela não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas, isso sim, prejuízo dessa aptidão a níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras. (CONDE, 2012)

Este trabalho foca no público deficiente visual cego total. Conde também nos esclarece que “A cegueira total ou simplesmente amaurose, pressupõe completa perda de visão. A visão é nula, isto é, nem a percepção luminosa está presente.” (CONDE, 2012, p. 1).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para um total entendimento deste trabalho, é necessário conhecer alguns conceitos relacionados à movimentação e navegação empregada em jogos digitais, conceitos de áudio jogos, e também som binaural. Estes conceitos são tratados em detalhe nos subcapítulos abaixo:

2.1 JOGOS DIGITAIS

Apesar de terem os mesmos preceitos, jogos digitais são diferentes dos jogos tradicionais, como os de tabuleiro ou de cartas. Jogos digitais utilizam sempre a relação homem-máquina para a interação (SILVA, 2017, p. 38).

Para Silva (2017, p. 39), o jogo:

É uma atividade prazerosa quando possibilita a superação dos desafios e a satisfação pelos objetivos alcançados, a partir disso, observamos os avanços a curto, médio e em longo prazo nos jogos digitais, nos quais o jogador sempre está avançando no jogo, o que gera uma sensação de prazer e vontade de continuar a progredir.

Geralmente jogos específicos para cegos são financiados por fundações ou organizações sem fins lucrativos. A maioria destes projetos não contam com tanto interesse de jogadores convencionais (ARCHAMBAULT et al., 2007). Uma das motivações deste trabalho, é contribuir no estudo destes jogos.

2.1.1 O papel da movimentação, navegação e som na imersão no mundo virtual

Um dos pontos que instigou este trabalho foi como os sons são importantes para imergir o jogador no mundo virtual. Apesar da imersão ser algo subjetivo, é inegável a sua importância nos *games*. Collins (2008, apud SCHÄFER, 2009) afirma que "[...] a imersão é o momento em que o jogador se identifica com o personagem,

esquecendo temporariamente a fronteira que o separa do avatar". Além da imersão proporcionar uma experiência mais próxima ao jogador, Murray (2003, p. 102, apud SCHÄFER, 2009), também esclarece que “[...] a experiência de ser transportado para um lugar primorosamente simulado é prazerosa em si mesma, independentemente do conteúdo da fantasia. Referimo-nos a essa experiência como imersão”.

Tal imersão, conforme afirmado por Wissmath, Weibel e Groner (apud MADIGAN, 2010, não paginado, tradução nossa)⁷ pode também ser chamada de presença espacial:

Resumidamente, a presença espacial é frequentemente definida como existente quando “os conteúdos de mídia são percebidos como 'reais' no sentido de que os usuários da mídia experimentam uma sensação de estar espacialmente localizados no ambiente mediado.

Essa presença espacial é aqui destacada para um jogo de primeira pessoa, objetivo deste projeto, pois neste gênero o usuário adentra o mundo virtual na posição espacial do próprio personagem virtual. Por exemplo, ao utilizar um fone de ouvido em um destes jogos, é esperado que os sons originários no mundo virtual serão percebidos com a mesma localização dos quais os sons no mundo real se originariam.

A imersão, porém, é alcançada por vários meios. O primeiro aqui estudado é o movimento, pois como afirma Thomsen (2010, não paginado, tradução nossa)⁸:

O movimento é o elemento mais básico do design de jogos em 3D. Você pode criar um mundo e uma série de regras para governar os objetos nesse mundo, mas havendo dificuldades para se mover entre esses objetos, o jogo não tem vida. O movimento também é a primeira e mais persistente camada de interação que os desenvolvedores podem se comunicar com os jogadores.

⁷ Do original: Briefly, spatial presence is often defined as existing when “media contents are perceived as ‘real’ in the sense that media users experience a sensation of being spatially located in the mediated environment.”

⁸ Do original: Movement is the most basic element of 3D game design. You can create a world and a series of rules to govern the objects in that world, but until there is a cipher to move among those objects the game is lifeless. Movement is also the first and most persistent layer of interaction which developers are able to communicate with players.

No caso do jogo em primeira pessoa *Mirror's Edge*, jogo *mainstream* que é focado em perseguições e ação, o movimento foi o primeiro elemento que os desenvolvedores acertaram, pois apenas com esta jogabilidade, o movimento do personagem pode comunicar muitas qualidades dramáticas, desta forma subconscientemente atraindo os jogadores às mecânicas de movimentos acrobáticos do jogo (ibid.).

Este jogo depende de recursos visuais para auxiliar a navegação do jogador para se locomover até os objetivos do *game*. A estética geral do jogo é formada em tons limpos e minimalistas, enquanto que os caminhos a serem seguidos para alcançar os objetivos são marcados com a forte cor laranja para destaque (Figura 1). Esta navegação é importante à imersão no jogo pois como uma extensão da movimentação, a navegação traz propósito à essa movimentação.

Figura 1 – Identificação visual de objetivo no jogo *Mirror's Edge*

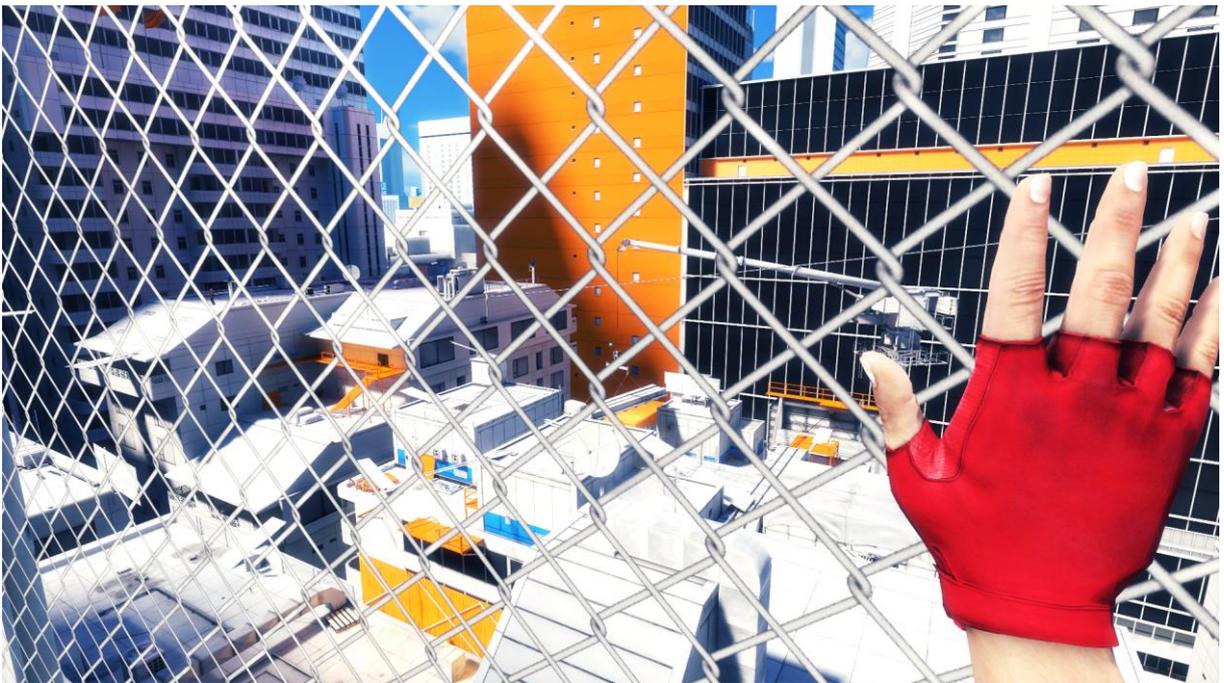


Fonte: Captura de tela realizada pela Kotaku (2015)⁹

⁹ Disponível em <<https://www.kotaku.com.au/2015/07/we-asked-publishers-which-360-games-theyll-make-playable-on-xbox-one/>>. Acesso em mar. 2019

Uma inspiração deste jogo, é a forma que ele trata o contato da personagem com paredes, ao “bater” nelas. A personagem toca nas paredes ou obstáculos intransponíveis (Figura 2), indicando que o jogador está já muito perto para continuar avançando. Este tipo de *feedback* pode ser um tanto imperceptível ao jogar, mas é uma pequena diferença em um jogo focado em movimentação rápida, em que as mecânicas fundamentais do jogo são as de movimento.

Figura 2 – *Feedback* visual de toque em objetos no *Mirror's Edge*



Fonte: Captura de tela realizado pelo autor.

Além da movimentação e navegação, nestes jogos digitais *mainstream*, é majoritariamente utilizada a percepção visual e sonora para trazer o jogador à realidade do *game*. O visual e o som são construídos, dependendo da finalidade do jogo, para trazer um realismo ou senso de imersão (BROWN; CAIRNS, 2004), que aprofunda a relação entre o jogador e o jogo. No caso de *audiogames* contamos apenas com as percepções sonoras (CREATIVE HEROES, 2002).

Jørgensen (2006, p. 3) afirma que o áudio é um dos meios para convergir informação sobre o jogo para o jogador, e que contribui para um senso de presença ou imersão na experiência. Além disso, “Observações e diálogos com jogadores revelam [...] que se os sons são removidos do jogo, jogadores percebem que a

imersão diminui, o mundo fictício parece desaparecer, e que o jogo é reduzido à simples regras e mecânicas” (JØRGENSEN, 2006, p. 3, tradução nossa)¹⁰.

Todos estes pontos apresentados são especialmente importantes em *audiogames* com perspectiva de primeira pessoa como *A Blind Legend*, (que é estudado profundamente no capítulo sobre trabalhos relacionados), onde a movimentação desloca o jogador aos destinos, que são localizados pelos sons emitidos por outro personagem, que indica tal caminho que o jogador deve navegar para atingir os objetivos.

2.2 AUDIOGAMES

Dentre os jogos específicos para o público com deficiência visual, os mais comuns são *audiogames*, que são jogados apenas com sons. Tais jogos podem ser jogados sem nenhuma referência visual, portanto, são acessíveis a deficientes visuais. Apesar da diferença para jogos digitais tradicionais, eles ainda são *games*, portanto continuam tendo mecânicas e características de jogos tradicionais (ARCHAMBAULT et al., 2007).

Em 10 anos, mais de 400 *audiogames* foram desenvolvidos, o que é muito pouco comparado com o que é desenvolvido em *videogames* (ARCHAMBAULT et al., 2007), considerando que apenas em 2017, 7,672 jogos foram lançados na loja digital *Steam*¹¹ (KUCHERA, 2018). O site *AudioGames.net* (CREATIVE HEROES, 2002) disponibiliza gratuitamente um catálogo de *audiogames* criados especificamente para cegos (SENS; PEREIRA, 2015, p. 4).

Existem investimentos pontuais do mercado e também iniciativas para o público deficiente, porém “[...] esses se mostram irrisórios frente à grande indústria de

¹⁰ Do original: “Observations and conversations with players reveal that the engagement in the game may decrease when the sound is removed from the game. Players notice that the immersion decreases, and that the fictional world seems to disappear and that the game is reduced to rules and game mechanics when sound is removed.” (JØRGENSEN, 2006, p. 3).

¹¹ Loja digital referência em vendas de jogos digitais para computador

entretenimento digital” (SENS; PEREIRA, 2015, p. 4). Além disso, Sens e Pereira afirmam que:

Outra questão que perpassa pela maioria dessas soluções, pesquisas e documentos é a ênfase nos aspectos de usabilidade do sistema e autonomia dos usuários. Entretanto, há relativamente poucas abordagens sobre outras questões fundamentais para o efetivo consumo dos jogos, como atratividade, diversão e experiência lúdica dos jogadores (SENS; PEREIRA, 2015, p. 4).

Este trabalho funciona como uma ponte, ligando a usabilidade do sistema, junto às mecânicas básicas de jogo, que aqui entende-se como a principal sendo a movimentação e navegação do personagem. Desta forma abrindo espaço a trabalhos mais focados na experiência dos jogos como diversão.

2.3 SOM BINAURAL

Como os ouvidos vão ser o único meio para receber as informações em *audiogames*, é importante trazermos som realístico para o jogador. Stevens, líder de acessibilidade na *EA Sports*, divisão de jogos de esportes da *Electronic Arts*, afirma conforme o vídeo *AAA gaming while blind* (2018), que som 3D realístico é um ponto muito importante para a acessibilidade em jogos. O jogo de corrida de automóveis *Need For Speed* (2015) tem qualidade sonora que possibilitam identificar onde os outros carros estão, em qual lugar o carro do jogador está, seja na pista, na grama, na calçada, etc. O jogo apesar de não ter sido desenvolvido com acessibilidade em mente, permite a utilização por deficientes visuais, justamente por conta do som bem trabalhado (AAA GAMING WHILE BLIND, 2018).

Uma das principais maneiras para proporcionar esta qualidade, é utilizando a técnica de som binaural, que está em alta novamente graças aos esforços em dispositivos de realidade virtual (LALWANI, 2015). É bem documentado que esta técnica permite uma correta espacialização virtual (BLAURT, 1997, apud TSAKOSTAS; FLOROS; DELIYIANNIS, 2007). Este tipo de gravação pode criar um maior senso de espaço em som, trazendo uma experiência mais imersiva ao ouvinte (BBC, 2012).

A ideia por trás da técnica de gravação binaural é a seguinte: A entrada para a audição consiste em dois sinais: pressões sonoras em cada um dos tímpanos. Se estes sons forem gravados nos ouvidos de um ouvinte e reproduzidos exatamente como foram gravados, presume-se que a experiência auditiva seja reproduzida por completo, incluindo aspectos de timbre e espaciais. O termo *binaural* refere-se ao fato de que as duas entradas para a audição são reproduzidas corretamente (MØLLER, 1992, p. 171, tradução nossa).¹²

Os sons geralmente são gravados utilizando dois pequenos microfones localizados nos ouvidos de uma cabeça de um manequim. Este manequim tem a forma da cabeça humana, incluindo os canais dos ouvidos, e às vezes até mesmo sendo ligada a uma cópia do torso. Desta forma, a transmissão do som até os canais é reproduzida por completo na gravação do som (MØLLER, 1992, p. 172).

Após o processo de gravação, a reprodução dos sons normalmente é feita por fones de ouvido, considerando que esse método garante que o som de cada ouvido é reproduzido corretamente. Reproduções em caixas de som podem introduzir problemas não desejados, já que o som gravado de cada ouvido individual vai ser escutado por ambos ouvidos, ao invés de ser reproduzida apenas para o ouvido do qual foi gravado (idib., 1992, p. 172).

Apesar da experiência proporcionada ser sempre muito fiel, este método nem sempre garante espacialização completa e igual aos sons realizados na gravação. Por vezes a fonte dos sons podem ser confundidos entre a frente e as costas do ouvinte, uma justificativa é que cada estrutura para cada pessoa é única, e o cérebro processa as informações de acordo com o formato das nossas próprias orelhas, que vão diferir do manequim (idib., 1992, p. 173). Isto também ocorre pois humanos em situações normais podem realizar pequenas rotações para alterar a direção da cabeça, fazendo assim com que os sons cheguem antes em um dos ouvidos (idib., 1992, p. 173).

¹² Do original: The idea behind the binaural recording technique is as follows: The input to the hearing consists of two signals: sound pressures at each of the eardrums. If these are recorded in the ears of a listener and reproduced exactly as they were, then the complete auditive experience is assumed to be reproduced, including timbre and spatial aspects. The term binaural recording refers to the fact that the two inputs to the hearing are reproduced correctly.

Apesar dessa movimentação não poder ser feita com gravações binaurais, ela pode ser alcançada em um *game* que gere uma simulação em tempo real de sons binaurais, onde o jogador pode virar o personagem para qualquer direção, assim distinguindo mais facilmente a posição originária do som.

Para simular em tempo real os sons binaurais, a técnica *HRTF - Head Related Transfer Funcions*, proporciona, segundo Cordeiro (2011, grifo nosso), "uma imagem *stereo* muito detalhada, baseada nas relações de fase e equalização obtidas através do mapeamento do sistema auditivo humano". Esta técnica é utilizada para emular os efeitos da gravação de som binaural, equalizando e alterando frequências no áudio para dar a impressão de posicionamento tridimensional a uma determinada fonte sonora (MØLLER, 1992).

Quanto à jogabilidade, foram estudados três jogos neste trabalho. Os três foram escolhidos pois eram os que mais traziam uma experiência parecida com jogos tradicionais em primeira pessoa em questão de mobilidade. Nos três, a experiência também é em primeira pessoa. A diferença chave entre os audiogames e os videogames, pode ser até óbvia, mas em um videogame, o player tem mais liberdade de movimentação, pois é muito claro para ele onde está cada obstáculo. Em audiogames, geralmente há uma aproximação para optar mais pela precisão, para o jogador sempre estar ciente do posicionamento do personagem no mundo. Em raros casos, como em *A Blind Legend*, o jogador é estimulado a correr e a se aventurar sem medo de bater em lugares. Este trabalho dedica-se a criar uma mecânica capaz de juntar esta ideia, mas com ambientes explorativos (contrário de *A Blind Legend*, em que o jogar sempre tem que seguir um caminho pré-definido).

2.4 STEAM AUDIO

O *framework* que será utilizado para proporcionar som binaural (gerado via HRTF) no protótipo, será o *Steam Audio*.

O Steam Audio oferece uma solução de áudio com recursos completos que integra a simulação de ambiente e ouvinte. O HRTF melhora

significativamente a imersão em RV¹³; A propagação de som baseada em física completa a imersão auditiva recriando consistentemente como o som interage com o ambiente virtual (STEAM AUDIO, 2018, tradução nossa).¹⁴

Com essa solução de forma simples, foi implementado o som binaural no protótipo, o que proporciona melhor imersão e habilidade de espacializar fontes sonoras no jogo.

O jogo *FPS Counter-Strike: Global Offensive*, começou a utilizar a tecnologia Steam Audio desde 2016 para proporcionar melhor qualidade sonora para os jogadores (COUNTER-STRIKE, 2016). Toda a franquia do jogo conta com mecânicas muito simples e eficientes, fazendo com que o jogo seja uma referência no gênero e em competições de E-Sports¹⁵ (ROX, 2018). Por conta destes motivos, foram realizados testes com o jogo com a tecnologia ativada e com ela desativada. Os testes mostraram que sem dúvida a tecnologia é um avanço na qualidade sonora do jogo e encaixa muito bem na proposta deste trabalho. Com ela, há claras diferenciações para sons verticais, além de melhor definição espacial em sons propagados em qualquer plano.

¹³ RV: Realidade virtual

¹⁴ Do original: *Steam Audio delivers a full-featured audio solution that integrates environment and listener simulation. HRTF significantly improves immersion in VR; physics-based sound propagation completes aural immersion by consistently recreating how sound interacts with the virtual environment.*

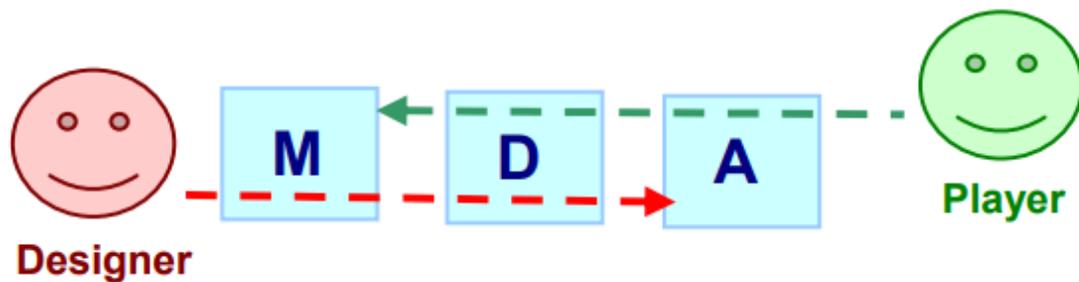
¹⁵ E-Sports: Esportes eletrônicos

3 METODOLOGIA

Audiogames, apesar das diferenças com jogos tradicionais, ainda consistem em elementos fundamentais de *game design*.

Para abordar o *game design*, o estudo de um dos projetos relacionados, e posteriormente o desenvolvimento, foi escolhida a metodologia MDA (*Mechanics, Dynamics and Aesthetics*). O MDA é um *framework* para criação de jogos que liga o *designer* ao jogador (Figura 3). Jogos, diferentemente de outras mídias como livros ou filmes (onde a corrente de eventos é totalmente linear e construída sem interações do leitor/espectador), tem diferentes eventos e dinâmicas, permitindo uma interação relativamente *imprevisível* (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004).

Figura 3 – MDA - Interação *designer*/jogador



Fonte: HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004

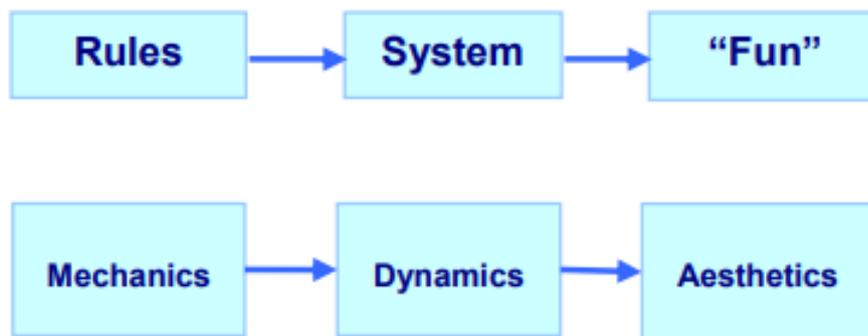
O MDA, com seu fluxo detalhado na Figura 4, atua nas camadas de:

- Mecânicas ou regras: Descreve componentes particulares do game, no nível de representação de dados e algoritmos. Controles para movimentar o jogador, uso de controles em ambientes, dar tiros, etc.
- Dinâmicas ou sistema: Descreve o comportamento que emerge das mecânicas no jogo, agindo da entrada do jogador. Cada ação, além de uma ação direta (mecânica), ativa outros elementos do universo do game, por vezes alterando as relações entre os componentes do mundo virtual.
- Estética: A resposta emocional desejada evocada ao jogador ao interagir com o jogo.

Hunicke, LeBlanc e Zubek, definem que:

Do ponto de vista do designer, a mecânica dá origem ao comportamento dinâmico do sistema, o que, por sua vez, leva a experiências estéticas. Do ponto de vista do jogador, estética define o tom, que nasce na observável dinâmica e eventualmente, à mecânica de operação.

Figura 4 – Fluxo das camadas do sistema MDA



Fonte: HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004

3.1 ESTÉTICA

A estética define o que faz o jogo divertido. Para não generalizarmos a experiência do jogo com termos simples como 'divertido', podemos utilizar uma taxonomia dos 'tipos' de estética trazida pelo documento do MDA (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004, p. 2):

- Sensação: Experiência do jogo através do prazer dos sentidos
- Fantasia: Jogo como experiência em um mundo faz de conta
- Narrativa: Jogo como experiência onde uma história é contada
- Desafio: Jogo como experiência de superar desafios ou resolver problemas
- Trabalho em equipe: Jogo como ferramenta social
- Exploração: Jogo como um território aberto à exploração
- Expressão: Jogo como autodescobrimento
- Submissão: Jogo como passatempo

Apesar de cada jogo ser em seu próprio mérito 'divertido', é muito mais informativo utilizarmos a taxonomia acima para notar as estéticas de jogos.

3.2 DINÂMICAS

O trabalho da dinâmica é criar as experiências estéticas definidas pelo designer. Por exemplo, a estética de *desafio* é criada por elementos como a jogada do oponente, ou a pressão por limite ou passagem do tempo. A estética de *trabalho em equipe* pode ser encorajada compartilhando informações entre certos membros de uma equipe, ou fornecendo condições de vitória que são mais difícil de conseguir sozinho, como capturar uma base inimiga (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004, p. 3).

3.3 MECÂNICAS

Mecânicas são as várias ações, comportamentos e mecanismos de controle fornecidos ao jogador dentro do contexto de um jogo. Juntamente com o conteúdo do jogo (níveis, objetos e assim por diante) as mecânicas dão o apoio à dinâmica geral do jogo (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004, p. 3).

Como exemplo, as mecânicas de jogos de carta incluem o embaralhar das cartas, truques e apostas – de onde dinâmicas como blefe podem surgir. As mecânicas de jogos de tiro incluem armas, munição e lugares de nascimento dos avatares – que às vezes produzem dinâmicas como *camping* (se esconder para acertar alvos fáceis) e *sniping* (utilizar um rifle de longa distância), e fenômenos de estratégia em equipe para ganhar mais facilmente (ibid., p. 4).

3.4 DESENVOLVIMENTO DAS MECÂNICAS

As mecânicas foram desenvolvidas por um processo que envolve a criação de protótipos e testagem dos mesmos, para aprimorar as mecânicas que estão dispostas neste trabalho no capítulo 5.2.1. Com base nas investigações sobre *audiogames* deste trabalho, os protótipos utilizarão características estudadas como fundamento.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Em busca de referências de *audiogames* para estudar a movimentação e navegação em ambientes tridimensionais foram realizadas pesquisas para encontrar jogos acessíveis não somente na questão de jogabilidade que permite a utilização por jogadores cegos, mas também a acessibilidade em plataformas populares, versões de demonstração e facilidade para instalação e utilização do *game*, já que alguns sequer rodam em sistemas operacionais modernos.

O foco da pesquisa foi direcionado para jogos do estilo primeira-pessoa, que tenham a presença do jogador no mundo virtual 'dentro' do personagem virtual. Como exemplo, podemos definir que se um jogador anda para frente, os sons dos passos devem vir de baixo do jogador, e ao caminhar, o som continue vindo de baixo, dessa forma o jogador está inserido dentro do personagem. Visualmente na Figura 5, podemos ter a referência de que o jogador segura objetos com as mãos, com a câmera no ponto de vista equivalente ao do personagem.

Figura 5 – Jogo de primeira pessoa *Counter-Strike: Global Offensive*



Fonte: Captura de tela realizada por instant-gaming.com¹⁶

¹⁶ Disponível em <<https://www.instant-gaming.com/pt/62-comprar-key-steam-counter-strike-global-offensive-prime-status-upgrade/>>. Acesso em mar. 2019

4.1 A BLIND LEGEND

O primeiro *audiogame* pesquisado é o jogo de ação e aventura *A Blind Legend*¹⁷, onde o jogador assume a vida de Edward Blake, um cavaleiro medieval se aventurando pelo reino com a ajuda de sua filha o guiando. Um fato destacado pelos desenvolvedores do jogo é a utilização de tecnologia binaural de sons (DOWINO, 2018). O jogador pode se movimentar livremente para todas as direções no plano horizontal, mas depende da filha para saber qual caminho seguir.

Este jogo é bem popular, alcançando mais de 500 mil downloads na loja de aplicativos Android, com média de avaliação de 4,4/5 (GOOGLE, 2018). Apesar de não haver informação de vendas na plataforma *Steam*, o jogo tem avaliação média de 7/10 (STEAM, 2018). O jogo, porém, não é em português, tendo somente as línguas francês e inglês disponíveis.

Nos Quadros 1 2 e 3, além da listagem das mecânicas de movimentação e navegação, também estão incluídas mecânicas de combate.

Quadro 1 – Mecânicas de movimentação e navegação

Comando no teclado	Mecânica
Clicar para cima ou para baixo	Blake anda para frente e para trás, respectivamente
Clicar para esquerda ou direita	Blake rotaciona para os lados, alterando o que tem em sua frente
Espaço	Faz com que a filha Louise chame a atenção do jogador, indicando onde ela e por consequente o objetivo está
Shift (ao clicar em algum direcional)	Blake corre ao invés de caminhar
Ctrl (ao clicar em algum direcional)	Blake caminha devagar ao invés de caminhar

Fonte: Produção do autor

¹⁷ <http://www.ablindlegend.com>

Quadro 2 – Mecânicas de movimentação em cenas de fuga

Comando no teclado	Mecânica
Botões direcionais esquerdo e direito	Movimenta Blake e seu cavalo lateralmente para esquerda e direita, respectivamente
Botão direcional para cima	Faz com que Blake e seu cavalo pulem

Fonte: Produção do autor

Quadro 3 – Mecânicas de combate

Comando no teclado	Mecânica
Enter	Blake saca sua espada e entra em 'modo batalha'
Botões direcionais	Acerta o inimigo na posição direcional selecionada
F	Ativa o escudo
G (enquanto estiver com escudo ativo)	Contra-ataca um inimigo

Fonte: Produção do autor

O jogo é constituído de ambientes tridimensionais, porém a movimentação primária do jogador ocorre somente em duas dimensões (para frente e para trás, e para os lados). Tal movimentação é realizada basicamente pelas teclas direcionais. A navegação pelos ambientes é auxiliada pela personagem que é filha de Blake, Louise, que indica qual caminho o jogador deve seguir, chamando o jogador para perto dela, onde o objetivo se encontra. Essa ajuda é dada em momentos específicos do enredo, ou clicando espaço, nesses momentos, o jogador deve estar atento para distinguir de qual direção a voz da personagem vem, para que o mesmo possa alcançá-la.

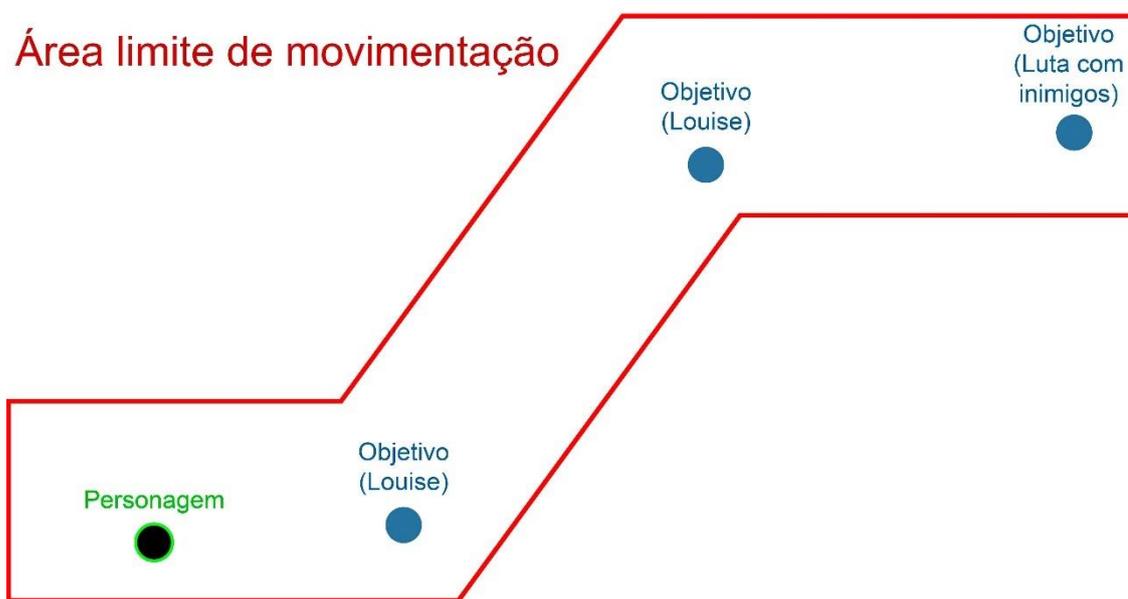
O combate se resume em escutar a direção de um golpe vindo contra o jogador e acertar o inimigo antes que ele acerte o *player*, utilizando os botões direcionais para uma das quatro direções em que ele pode atacar. É também possível utilizar um escudo, que protege o jogador de ataques de qualquer direção. O escudo também pode ser utilizado para contra-atacar os inimigos, ocasionando mais chances de acertos de golpes.

O jogo é totalmente linear, exceto em cenas de luta ou fuga, em que o jogador pode vencer ou perder o desafio imediato. Por este motivo, a navegação também é um tanto linear, pois, apesar de o jogador poder ter a liberdade de se movimentar para qualquer direção, os ambientes, apesar de às vezes parecerem ser grandes, são limitados para evitar que o *player* se encontre muito longe do objetivo e dos sinais sonoros da navegação. Essa limitação é feita através do que podemos chamar aqui

de 'paredes de bloqueio', que apesar de permitirem ao jogador correr na direção delas, faz com que o jogador permaneça na mesma posição. Em raros casos, o jogador não tem mais como andar, como no mapa onde há neve. Desta forma, o jogador pode correr na direção contrária de Louise por exemplo, sem se perder ou ficar muito distante do objetivo.

A Figura 6 é a representação visual da investigação feita de um dos ambientes, o qual é muito similar aos outros encontrados no jogo:

Figura 6 – Área de movimentação no jogo *A Blind Legend*



Fonte: Produção do autor

Na visualização da Figura 6, o personagem deve correr ao encontro de Louise, após isso ela corre para a segunda posição. Novamente, ao jogador se encontrar com a personagem, ela corre, dessa vez ao chegar no objetivo o jogador é desafiado com uma luta contra inimigos.

Apesar do jogo ser bem construído e cumprir o seu papel como *audiogame* imersivo e acessível, as referências para movimentação poderiam receber mais atenção. Praticamente tudo no jogo está sempre se movendo, então é difícil obter referência para ter noção de quão rápido o personagem corre, qual é a velocidade dele, qual a velocidade que ele rotaciona, etc. Isso não é exatamente um problema para o *gameplay*, mas sim para a localização espacial. Na 'vida real' essa noção seria

mais facilmente obtida, porém, como sabemos, em cada jogo há uma discrepância com o real e o virtual, cada *game* tendo suas peculiaridades.

Analisando o jogo do ponto de vista do jogador, pela metodologia MDA, podemos definir as estéticas de **narrativa** e **sensação** logo na apresentação do jogo:

A Blind Legend é acima de tudo uma história: uma aventura da Era do Cavalheirismo [...]. O jogo é voltado não apenas para pessoas com deficiência visual [...], mas também para qualquer pessoa que esteja com fome de uma experiência sensorial original com um videogame pioneiro (DOWINO, 2018, sem paginação, tradução nossa)¹⁸.

Relativo aos objetivos do jogo, a descrição na loja de aplicativos Android apresenta a terceira estética, o **descobrimento**: “Guiado por sua filha Louise, você deve encontrar o seu caminho e evitar as muitas armadilhas que estão guardadas no Reino do Castelo Alto, enquanto enfrenta inimigos perigosos!” (GOOGLE PLAY STORE, 2018, sem paginação, tradução nossa)¹⁹. Apesar da linearidade do jogo, o percorrer de caminhos em situações adversas e que põe risco ao personagem aprofundam o descobrimento dos ambientes que são trazidos apenas através dos sons e às vezes das descrições dadas por personagens do jogo.

As dinâmicas do jogo são poucas devida à linearidade, porém dentre elas destacam-se as alimentadas pelas mecânicas de movimento e navegação, em que o jogador deve escapar de inimigos correndo para lugares sugeridos pela sua filha.

¹⁸ Do original: “A Blind Legend” is above all a story: an adventure from the Age of Chivalry [...]. The game is aimed not just at visually impaired (VI) people but also at anyone who’s hungry for an original sensory experience with a trailblazing video game. For us, the game achieves two objectives: giving VI people access to high-quality video games, but also raising public awareness of this type of disability.”

¹⁹ Do original: “Guided by your daughter Louise, you must find your way and avoid the many traps that lie in store in the High Castle Kingdom, while confronting dangerous enemies!”

As mecânicas de correr e as de batalhas, dão vida às dinâmicas, assim, estimulam na estética a narrativa, a sensação e o descobrimento.

4.2 SHADES OF DOOM

Este jogo de tiro em primeira pessoa é baseado no famoso jogo *Doom*, um clássico de 1993. Assim como no jogo original, o enredo se passa em um futuro onde o jogador deve explorar uma base de pesquisas e eliminar as ameaças encontradas.

A descrição do jogo na página do desenvolvedor *Gma Games* (2015, sem paginação, tradução nossa)²⁰ é a seguinte:

Shades of Doom é um jogo revolucionário para deficientes visuais, baseado em Windows. Cria uma realidade virtual utilizando o som como meio. Tem a funcionalidade de som multidimensional e multicamada, inserindo o jogador em um mundo de ação e suspense em um futuro não muito distante.

Este jogo é orientado à ação, disponibilizando armas para o jogador destruir monstros, tendo jogabilidade mais rápida. Ao contrário de *A Blind Legend*, o personagem não é guiado por um *NPC*²¹, neste jogo o próprio jogador decide qual caminho deve seguir. Referências sonoras de localização são dadas ao comando do jogador. Uma aventura solitária, mas que se encaixa com o jogo do qual este foi baseado, *Doom*.

A movimentação do personagem é feita pelas teclas direcionais, conforme pode ser visualizado no Quadro 4, e são fáceis de aprender como em *A Blind Legend*, porém a navegação é mais complexa. Há outras informações disponíveis, como tamanho da sala em que o jogador se encontra, direção cardinal que o jogador está encarando, se o jogador já visitou a sala em que está, entre outros.

²⁰ Do original: "Shades of Doom is a revolutionary Window's-based game for the visually impaired. It creates a virtual reality using sound as it's medium. It features multi-dimensional multi-layered sound, immersing the gamer into a world of action and suspense set in the not too distant future. The game is self-voicing, and so no screen reader is required to play this game." (GMA Games, 2015)

²¹ Non-Player character. Personagem não jogável

Quadro 4 – Mecânicas *Shades of Doom*

Comando no teclado (se houver)	Mecânica
Teclas direcionais para cima ou para baixo	O personagem anda para frente ou para trás, respectivamente
Teclas direcionais para esquerda ou direita	O personagem rotaciona para os lados, alterando o que tem em sua frente
Ctrl (+ direcional esquerdo ou direito)	Rotaciona o jogador no ângulo correto de 90 graus mais próximo (Norte, Sul, Leste ou Oeste)
Espaço	Atira com a arma na direção em que o jogador está de frente
F	Informa a direção em que o jogador está encarando. A fonte do som se encontra no espaço na direção absoluta da direção (pontos cardeais)

Fonte: Produção do autor

Quanto ao som, apesar de não contar com tecnologia binaural como *A Blind Legend*, *Shades of Doom* apresenta uma tecnologia própria que conta com som 3D. Os destaques no site do *Shades of Doom* (GMA Games, 2018) são:

- Som 3D multicamada, realístico e dinâmico com até 32 sons sendo reproduzidos simultaneamente;
- Uso de efeito *Doppler* para maior realismo em movimentos;
- Sons 3D sintetizados pra sistemas sonoros não *surround*²².

Apesar destas tecnologias empregadas, os sons não parecem ter qualidade de localização espacial como no título *Counter-Strike: Global Offensive*, que conta com som *HRTF*. Em destaque, a propagação de sons em salas e outros ambientes tem efeitos adicionais diferentes em cada jogo, além da básica diferenciação de som vindo da esquerda e direita. *Shades of Doom* altera apenas o efeito de eco, dependendo apenas do tipo de ambiente, caso seja uma sala ou um corredor. Em *Counter-Strike: Global Offensive*, o eco é diferente para cada ambiente, caso seja sala, corredor ou em espaços abertos, e para cada posição espacial dentro deste ambiente. Ou seja, cada posição dentro da sala tem sua própria parametrização do efeito de eco. Além

²² O som *surround* é uma técnica de som que ‘cerca’ o ouvinte com caixas sonoras, permitindo assim sensação de som proveniente de qualquer direção horizontal.

disto, é alterada a equalização do som, também dependendo da posição dentro dos ambientes. Tal equalização é essencial para identificar do som, qual sua altura, e se o mesmo veio da frente ou das costas do jogador.

Mesmo com a jogabilidade sendo acessível, alguns fatores poderiam ser melhorados. Existe o suporte ao mouse, porém, a configuração padrão é focada em utilizar o mouse para mover o jogador, como se o mouse fosse um substituto para o teclado. Apesar de existir configurações que possam fazer com que o *mouse* seja utilizado apenas para o giro do personagem, como em um jogo de primeira pessoa tradicional, há um problema no jogo em que o ponteiro do mouse não fica centralizado. Dessa forma, o mouse ‘sai’ da tela do jogo, ocasionando que o jogo para de receber as informações de movimento do mesmo.

4.3 SWAMP

SWAMP, ou *pântano* em português, é o que há de mais próximo de um jogo de tiro em primeira pessoa tradicional que foi encontrado. Ele possui mecânicas e até mesmo comandos bem similares aos jogos mais jogados do gênero. O site AudioGames.net (2017, sem paginação, tradução nossa)²³ nos introduz ao jogo:

Swamp, é um jogo de tiro em primeira pessoa no qual você assume o controle de uma pessoa no meio de um surto de zumbis em uma cidade que por acaso está localizada perto de um pântano. A jogabilidade pode parecer bastante complexa, devido ao fato de você controlar o giro do personagem e apontar das armas com o mouse. No entanto, apesar dessa complexidade, habituar-se ao mouse é um bom desafio, pois em geral, o mouse faz a jogabilidade se tornar mais suave [...].

²³ Do original: “Swamp, is a first person shooter in which you take control of a person in the midst of a zombie outbreak in a town that happens to be located near a swamp. The gameplay can seem rather complex, due to the fact that you control your turning, and aiming of weapons with your mouse. However, despite this complexity, getting used to the mouse is a nice challenge, as overall, the mouse makes the game run very smoothly. Using a trackpad or simply moving your mouse will turn you in a certain direction, while the right and left mouse buttons will allow you to run and shoot respectively.” (AUDIOGAMES.NET, 2017)

Dos jogos analisados, *SWAMP* é o que tem a movimentação e navegação mais complexas.

A movimentação é feita tanto pelo teclado como pelo *mouse*, como pode ser visto no Quadro 5. O andar do jogador é realizado pelo teclado, porém a direção que o jogador encontra em sua frente é controlada com o *mouse*, que rotaciona o jogador horizontalmente. A utilização do *mouse* para a rotação já acrescenta dificuldade por si só, considerando que deficientes visuais geralmente utilizam o computador inteiramente por teclado, já que não podem ver onde está o ponteiro do mouse (Web Accessibility In Mind, 2013).

Quadro 5 – Mecânicas *SWAMP*

Comando no teclado (se houver)	Mecânica
A, S, D	O personagem se move, sem alterar a sua rotação nas direções esquerda, para trás, ou direita, respectivamente.
Segundo botão do mouse	O personagem se movimenta na direção em que está focado.
Movimento do mouse	Rotaciona o jogador para esquerda e direita, mudando a direção que o mesmo encara.
Primeiro botão do mouse	Atira com a arma na direção em que o jogador está de frente
W	Informa a direção que o jogador tem em sua frente
V	Localização atual (Ex.: Canteiro da Rua 18; sua casa; posto de gasolina)

Fonte: Produção do autor

Porém, mesmo com a maior complexidade, G., jogador totalmente cego, instrutor de informática e estudante do curso de Análise de Sistemas, experimentou o

jogo com o *touchpad*²⁴ integrado de seu notebook. Em conversa com G., ele relatou que a utilização do touchpad não foi empecilho para jogar *SWAMP* (informação verbal)²⁵.

Apesar do jogo não ter nenhuma indicação do tipo de *mouse* utilizar, geralmente em *videogames* do tipo é recomendável a utilização de um dispositivo *mouse* externo, pois ele proporciona muito mais controle e facilidade. Assim, a experiência utilizando um *mouse* externo pode ser ainda mais simples de ser empregada pelo público cego.

A navegação é realizada por meio de sons do ambiente, retorno sonoro ao bater em objetos, por meio de um radar que pode ser ativado para mostrar os objetos próximos, ou por meio de um sinal sonoro que vem do objetivo selecionado.

SWAMP, porém, não conta com elementos sonoros binaurais ou de *HRTF*. Isto dificulta a localização de inimigos. Como exemplo, por vezes os inimigos estão separados do jogador por paredes, porém o som não tem quase nenhuma alteração, dando a impressão ao jogador de que o inimigo e ele dividem o mesmo espaço. Com o jogo apresentando estas funcionalidades sonoras, maior imersão, realidade e melhor controle nas ações do jogo podem ser alcançadas.

²⁴ *Touchpad* ou *trackpad* é um componente utilizado em diversos aparelhos eletrônicos e vastamente difundido entre os notebooks e ultrabooks produzidos atualmente. Na verdade, é difícil imaginar um computador portátil sem uma área sensível ao toque que realize as mesmas tarefas de um *mouse* comum. (TECMUNDO, 2012)

²⁵ Informação concedida por G, jogador de *audiogames*, em 2018.

5 DESENVOLVIMENTO

O ponto principal e inicial levantado por este trabalho é que para alcançar o objetivo de um *audiogame* que insira o jogador em um ambiente tridimensional, com a perspectiva de primeira pessoa, tal jogo deve ter movimentação e navegação fluídas. Assim foi desenvolvida uma mecânica que pode incorporar algumas das características de outros videogames, e que podem trazer benefícios para *audiogames*. Foi desenvolvido um protótipo que conta com a movimentação e navegação de ambientes em espaços tridimensionais em espaços abertos e fechados. Além disto, como foi visto anteriormente, a utilização de som binaural poderá proporcionar maior controle fino aos comandos de movimentação e mira do jogador e um maior senso de presença.

O protótipo também tem diferentes cenários para teste e avaliação dos usuários, para que possamos identificar se as propostas deste trabalho realmente podem trazer benefícios para *audiogames*.

É utilizado o motor de jogo *Unity*, por se tratar de um software bem estabelecido no mercado e que tem suporte ao *framework Steam Audio*, para possibilitar a geração de sons *HRTF*.

5.1 MOVIMENTAÇÃO

A mecânica de movimentação do personagem é uma evolução das mecânicas encontradas em *SWAMP*, *Shades of Doom* e *A Blind Legend*, em que pelo teclado será controlada a direção que o jogador se move, e com utilização do mouse para rotacionar horizontalmente o personagem, para que ele aponte sua arma e atenção para diferentes objetos.

Este protótipo é de jogo de tiro em primeira pessoa, onde foram criados dois *layouts* de controles para coletar dados das preferências dos jogadores e comparação. O primeiro *layout* (Quadro 6) tem controles mais clássicos em *audiogames*, e é encontrado nos games *Shades of Doom* e *A Blind Legend*, este *layout* é inteiramente no teclado. O segundo *layout* (Quadro 7) é encontrado mais

comumente em *videogames* do gênero, onde se utilizam teclas do teclado para movimentar o personagem e o mouse para controlar a rotação, para que ele mire e atire nos inimigos.

Quadro 6 – Mecânicas do segundo protótipo – *Layout teclado*

Comando no teclado (se houver)	Mecânica
W, A, S, D	O personagem se move, sem alterar a sua rotação nas direções frente, esquerda, para trás, ou direita, respectivamente.
Q ou E	Ativa o rastreador de direção (caso disponível)
Primeiro botão do mouse	Atira com a arma na direção em que o jogador está de frente.
Movimento do mouse	Rotaciona o jogador para esquerda e direita, mudando a direção que o mesmo encara.

Fonte: Produção do autor

Quadro 7 – Mecânicas do segundo protótipo – *Layout mouse*

Comando no teclado (se houver)	Mecânica
Setas do teclado	O personagem se move para frente ou para trás, e rotaciona o personagem, 5° por vez.
Ctrl + setas laterais	Altera a rotação para de 5°, para 45° (encaixa na primeira rotação fixa)
Shift + setas laterais	Altera a rotação para de 5°, para 90° (encaixa na primeira rotação fixa)
Enter ou Alt	Ativa o rastreador de direção (caso disponível)
Espaço	Atira com a arma na direção em que o jogador está de frente.

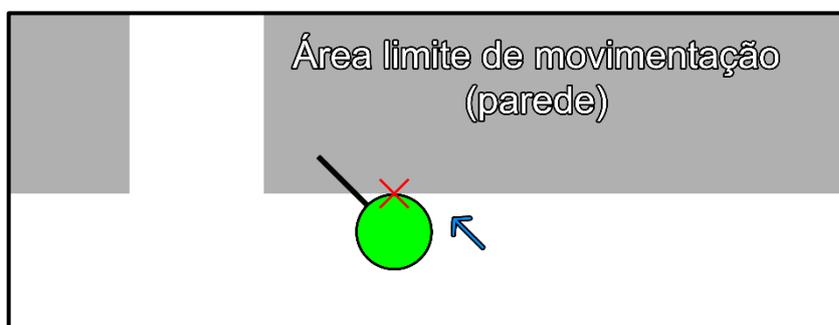
Fonte: Produção do autor

5.1.1 Impacto com paredes

Um ponto chave de diferenciação deste trabalho, além de trazer controles utilizados em *videogames*, é a forma que o jogo lida com impactos do jogador com paredes ou objetos. *A Blind Legend* é um jogo de livre circulação, mesmo tendo ambientes abertos e fechados, neste jogo o jogador nunca ‘bate’ em uma parede ou objeto quando está andando pelo mundo. Estes impactos, se sequer existem, são inaudíveis e não identificáveis ao jogador.

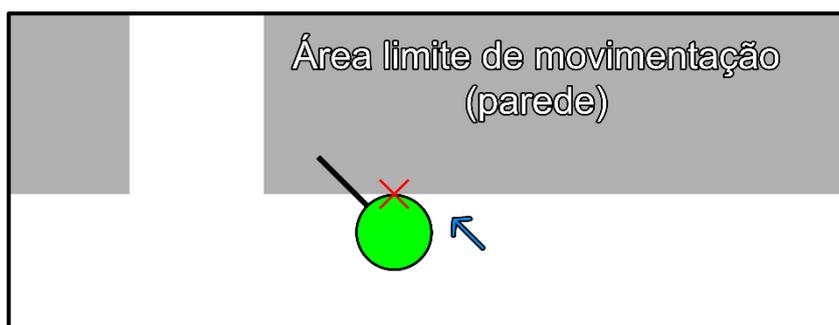
SWAMP e *Shades of Doom* tem paredes e espaços fechados, e ambos tratam da mesma forma tais impactos. Nestes jogos o jogador fica 'preso' ao tentar andar em direção de um objeto em que ele entre em contato. Como pode ser visto nas Figuras 7 (movimento em que ocorre o primeiro contato com a parede) e 8 (comando para ir pra frente do jogador ainda é pressionado após alguns segundos, porém o jogador não se mexe). Isso pode estimular uma movimentação mais precisa e controlada do jogador, mas levando em conta a proposta deste trabalho, parece um fator limitante de fluidez para o *gameplay*. Esta mecânica é chamada neste trabalho de **impacto de travamento**.

Figura 7 – Impacto de travamento - Primeiro contato com a parede



Fonte: Produção do autor.

Figura 8 – Impacto de travamento – Jogador permanece na mesma posição, mesmo ativando o botão de se movimentar para frente

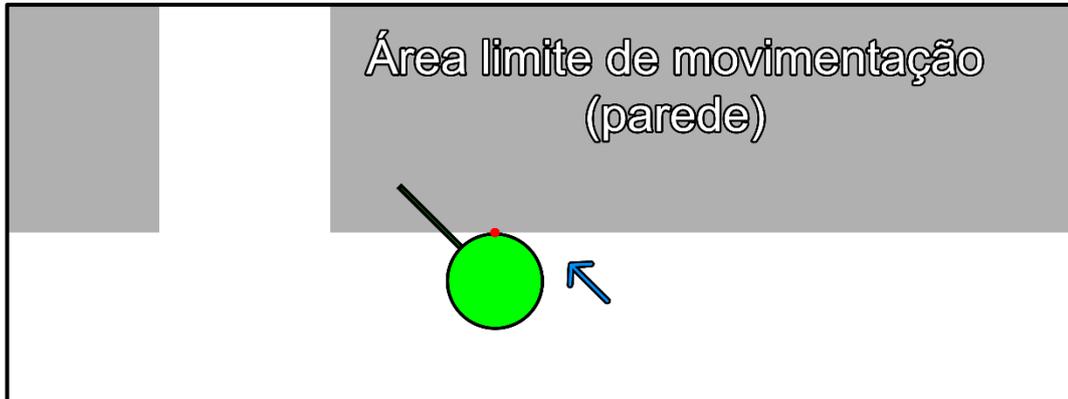


Fonte: Produção do autor.

A mecânica desenvolvida neste trabalho para uma jogabilidade mais fluída e rápida, é chama neste projeto de **impacto fluído**. O jogador ao bater em uma parede com um angulo inclinado, ao invés de impedir o movimento, o *player* desliza pela parede. A Figura 9 representa o primeiro impacto, e as Figuras 10, 11 e 12 representam o movimento do jogador após impacto, enquanto o mesmo continua

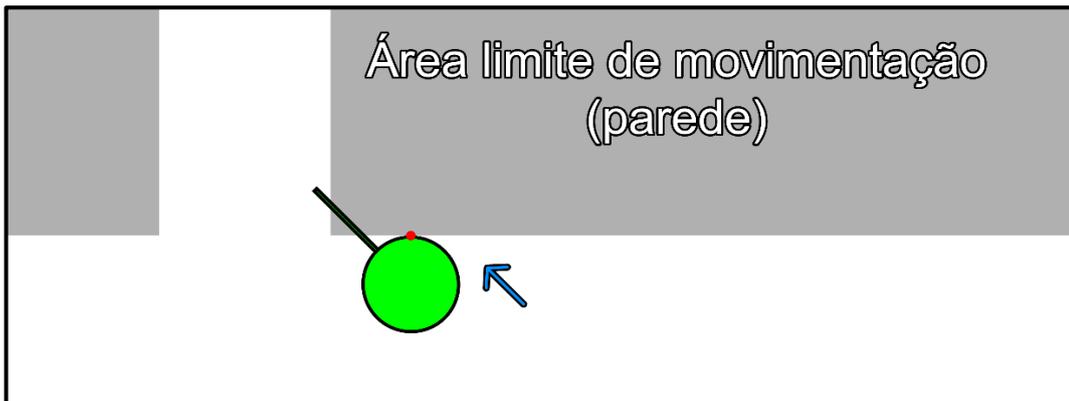
clicando na tecla para mover o personagem para frente. Ao invés de impedir o movimento do jogador, o personagem virtual continua andando, com velocidade reduzida (dependente do ângulo), 'deslizando' pela parede.

Figura 9 – Impacto fluido – Primeiro impacto



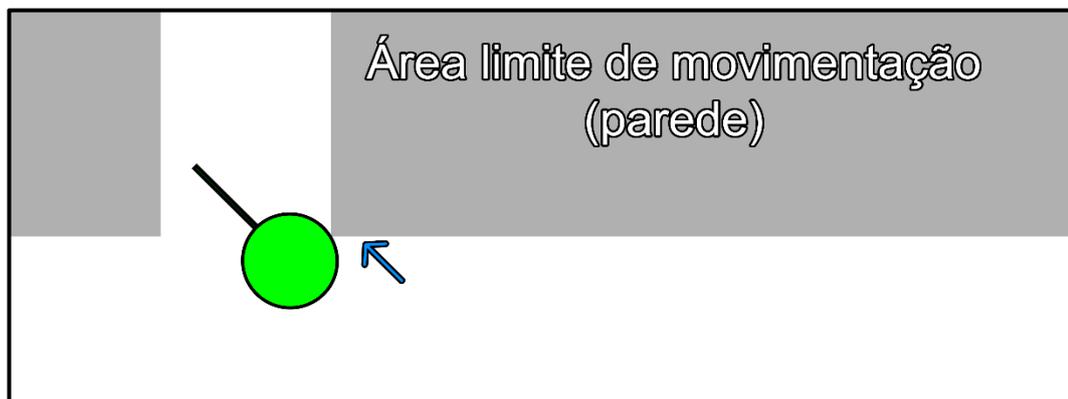
Fonte: Produção do autor

Figura 10 – Impacto fluido – Continuação de movimento para frente



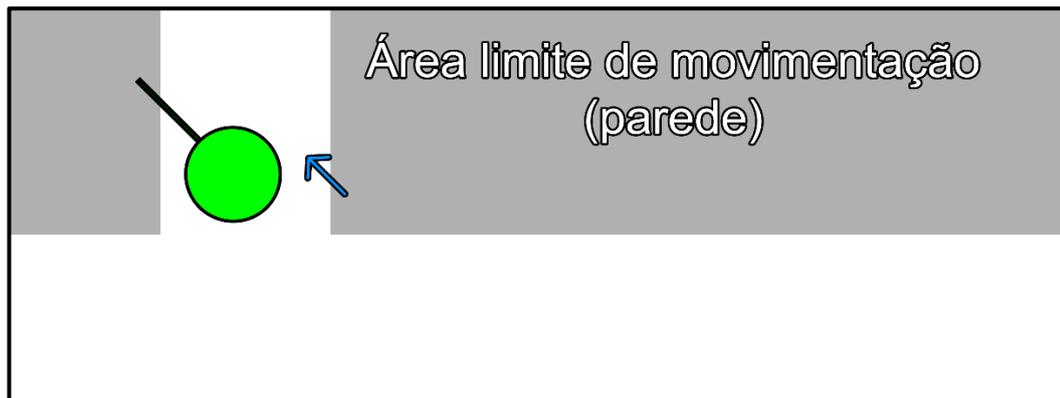
Fonte: Produção do autor

Figura 11 – Impacto fluido – Continuação de movimento para frente



Fonte: Produção do autor

Figura 12 – Impacto fluido – Continuação de movimento para frente



Fonte: Produção do autor

A característica de permitir o movimento do jogador, mesmo em caso de toque com a parede, pode ser útil para a jogabilidade tanto do *mouse* como com o teclado. Assim o jogador pode continuar sua trajetória e corrigir a direção enquanto se movimenta, sem ter a necessidade de parar e rotacionar — ou andar para trás — para conseguir voltar a se locomover.

O protótipo desenvolvido tem testes com as mecânicas de **impacto de travamento** e **impacto fluido**. Em ambos os casos, o contato do jogador com paredes ou objetos reproduz um som no ponto de contato entre eles, para que o jogador possa identificar pelo som tridimensional onde houve o contato, para poder realizar uma correção de curso. Isso pode ser pensado como uma simulação de tato, assim como ocorre visualmente no jogo *Mirror's Edge*.

5.2 APLICAÇÃO DO MDA

Levando em conta os projetos analisados, e tendo como referência as experiências do pesquisador jogando *audiogames*, a seguir é detalhado o processo de utilização do MDA para construir o protótipo.

5.2.1 Mecânicas

As mecânicas presentes no protótipo foram derivadas de mecânicas estudadas neste trabalho. As mecânicas podem ser divididas em duas partes. As mecânicas de controles, que são divididos em dois *layouts*, e a mecânica de impacto do jogador com paredes e objetos.

5.2.2 Dinâmicas

As dinâmicas serão baseadas nas mecânicas de movimento para dar a vida à estética de **desafio**.

Para completar o desafio, o jogador tem que atingir 10 alvos no tempo máximo de 10 minutos.

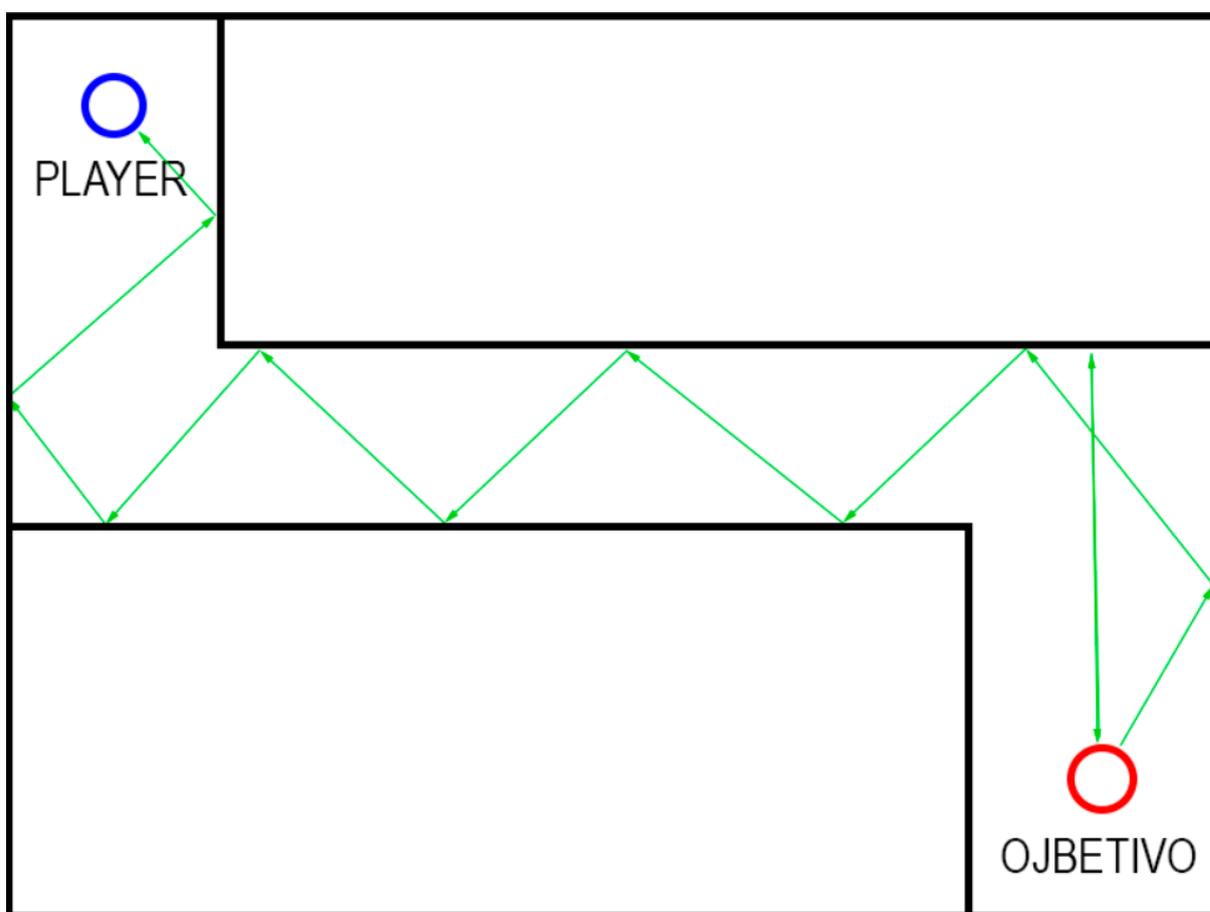
5.2.3 Estéticas

Na estética de desafio, o jogador vai ter como objetivo concluir o mais rápido possível, utilizando o máximo de suas habilidades e das dinâmicas disponíveis para concluir as tarefas.

6 DESENVOLVIMENTO PRÁTICO

O primeiro protótipo foi um pequeno mapa fechado, feito para testar o uso de som 3D com o *Steam Audio*. Os testes se apresentaram satisfatórios e utilizando a ferramenta com sua configuração de máxima qualidade, incluindo a reflexão sonora ativada²⁶, não foi difícil identificar a fonte de sons indiretos, indicado na Figura 13, dentro do ambiente interno (Figura 14).

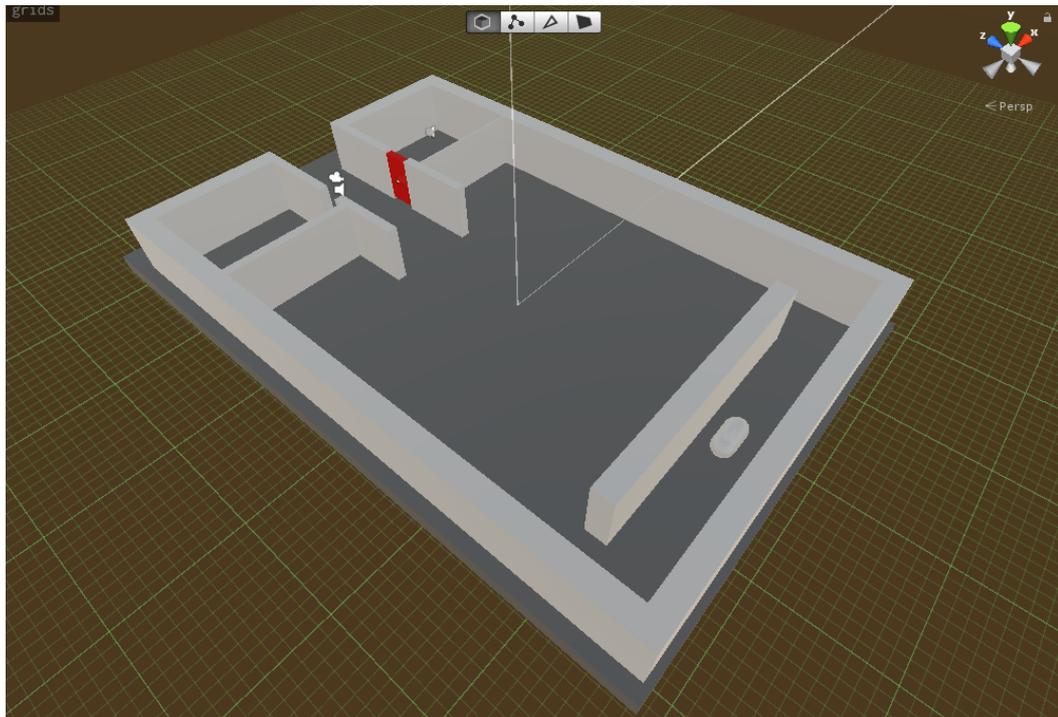
Figura 13 – Representação visual de reflexos sonoros do *Steam Audio*



Fonte: Produção do autor

²⁶ “Assim como para qualquer outra onda, as ondas sonoras, ao atingirem um obstáculo fixo, como uma parede, são refletidas.” (SÓ FÍSICA, 2019)

Figura 14 – Teste preliminar do *Steam Audio* e mecânicas



Fonte: Produção do autor

Nestes primeiros testes, foi notado que utilizar espaços fechados talvez não fosse uma boa ideia, pois adiciona dificuldade muito grande de movimentação fluída. Porém, sendo uma grande possibilidade para aprimorar jogos que se utilizem de espaços do tipo, a ideia foi mantida, e o espaço fechado se transformou em um segundo grau de dificuldade nos mapas.

O primeiro teste com o protótipo por um jogador, foi feito com o G. Para ele foram dadas instruções verbais. Informei que o protótipo continha dois mapas. Um para explorar espaços abertos, e outro, um segundo nível, mais difícil, para explorar espaços fechados. Em ambos os mapas, o objetivo era localizar os objetos que emitiam um som alto para serem localizados, e destruí-los. No espaço fechado, onde haveriam portas foram postos sons para o jogador identificar estas entradas. A porta em si, com a barreira física não foram impostas. Estes sons de referência serviam para o jogador poder sair e entrar de salas com maior facilidade. Foram dadas instruções de como utilizar os controles do Quadro 8, sendo que com o *mouse*, foi explicado como ele é geralmente usado em *videogames*. O intuito deste protótipo era identificar a qualidade da simulação de áudio, identificar possíveis problemas de localização, e se a utilização do controle com o *mouse* poderia ser bem aceita.

Quadro 8 – Mecânicas do primeiro protótipo

Comando no teclado (se houver)	Mecânica
W, A, S, D	O personagem se move, sem alterar a sua rotação nas direções frente, esquerda, para trás, ou direita, respectivamente.
Primeiro botão do mouse	Atira com a arma na direção em que o jogador está de frente.
Movimento do mouse	Rotaciona o jogador para esquerda e direita, mudando a direção que o mesmo encara.

Fonte: Produção do autor

No mapa aberto, G. localizou e eliminou os alvos com facilidade. Porém o que mais chamou atenção, foi a não utilização do *mouse*. G. preferia utilizar somente teclas do teclado para se movimentar para as direções, já que ele é mais habituado aos controles, mesmo que com as teclas o personagem não possa rotacionar. Ele sugeriu o uso das setas para girar o jogador, assim como no jogo *Shades of Doom*, o que foi implementado depois, para realizar os testes de comparação de *layouts* de controles. Também foi notado que ele era muito preciso ao atirar, acertando todos os alvos com apenas um tiro.

No mapa fechado (Figura 15), nos primeiros minutos, utilizando somente o teclado, o jogador investigou o mapa passando por todas as portas. Houve considerável maior dificuldade para a movimentação no ambiente e localização dos alvos. G. ficou alguns minutos preso na sala maior, que não tinha indicação sonora de porta e nem indicação sonora. Apesar da capacidade de simulação do *Steam Audio*, não era possível para o jogador identificar o caminho que ele deveria fazer para alcançar o objetivo passando por portas e corredores. Assim foi reforçada a ideia de que um ajudante deveria ser implementado para o caso da simulação não atender a necessidade de localização da fonte sonora, até mesmo porque alguns autores indicam que uma característica desejável de um *audiogame* seja uma simples e clara forma de resolver os problemas levantados pelo cenário (BALAN, Oana; MOLDOVEANU, Alin; MOLDOVEANU, Florica, 2015).

Figura 15 – Teste de mapa fechado realizado com G.



Fonte: Produção do autor

O ajudante desenvolvido funciona de forma simples. Clicando a tecla de acionamento, um som posicionado a 5 metros do jogador na direção que ele deve seguir, para alcançar o objetivo, é tocado.

Apesar da boa *performance* da simulação do *Steam Audio*, conforme os mapas foram aumentando de tamanho, foi necessário configurar a alocação de mais recursos da máquina no protótipo para a simulação sonora. Como o jogo não tem visuais pesados, não causou maiores problemas, mas pode ser uma adversidade encontrada por desenvolvedores de *videogames* ou *Audiogames* que querem utilizar o *framework*, já que esses recursos alocados necessitam de um computador mais moderno para não haver problemas de *performance*.

Apesar de o teste de G. não ter apresentado muito aproveitamento com o *mouse*, a ideia de seu uso se tornou ainda mais interessante ao serem realizados testes no processo contínuo de desenvolvimento do protótipo. Ao implementar o som de toque do *player* com paredes, foi identificada uma ótima oportunidade de trabalho, já que realizando testes, o som indicativo ajudava bastante a montar uma imagem mental dos lugares, como se cada sala as paredes pudessem ser ‘tateadas’, tendo maior noção do espaço. Levando em conta algumas referências neste trabalho como o jogo *Mirror’s Edge*, esta característica do jogo foi desenvolvida como uma simulação de toque. O *layout* com *mouse* tinha função de permitir ao jogador movimento rápido para todas as direções para assim identificar obstáculos e o local de toque deles com o personagem.

6.1 O ESTUDO

Para termos conhecimento se as novas mecânicas tiveram efetividade para *audiogames*, foi realizado um estudo com participantes totalmente cegos, para que fossem avaliadas as diferenças entre os *layouts* dos controles, e a diferença na mecânica de impacto com paredes.

Os testes foram feitos presencialmente e via *Skype* com o compartilhamento de tela ativado. Foi disponibilizado aos jogadores de forma presencial, um fone de ouvido *over ear*²⁷, e os jogadores remotos utilizaram o seu fone de preferência. Os jogadores foram apresentados com as seguintes instruções gerais: O jogo é um mundo tridimensional com som 3D realístico implementado. Em cada uma das tarefas, o objetivo é explorar o mapa para ouvir um indicador sonoro que está posicionado em um alvo. Localizando o objetivo, o jogador deve destruí-lo, utilizando o botão de ‘Tiro’, em que um projétil é disparado e tem alcance de 30 metros. Caso o alvo seja atingido, o mesmo é destruído, reproduzindo um som indicativo. Neste momento, outro alvo é criado no mapa. O jogador deve destruir os 10 alvos em até 10 minutos. Instruções sobre os *layouts* utilizados em cada teste, e também a diferença na mecânica de

²⁷ Tipo de fone de ouvido que cobre o ouvido.

impacto foram detalhadas. Também foi instruído sobre o ajudante virtual e qual o comportamento dele para auxílio na navegação.

Antes do início dos testes, foram feitas as seguintes perguntas para os jogadores:

- Idade;
- Você tem alguma acuidade visual?
- Desde que idade é cego?
- Você joga *videogames*?
- Você joga *audiogames*?
- Já utilizou *mouse*? Já utilizou em *audiogames*? Como foi a experiência?

Foram criadas 4 tarefas (Quadro 9), cada uma com um cenário único, para os testes dos jogadores.

Quadro 9 – Tarefas criadas para os testes

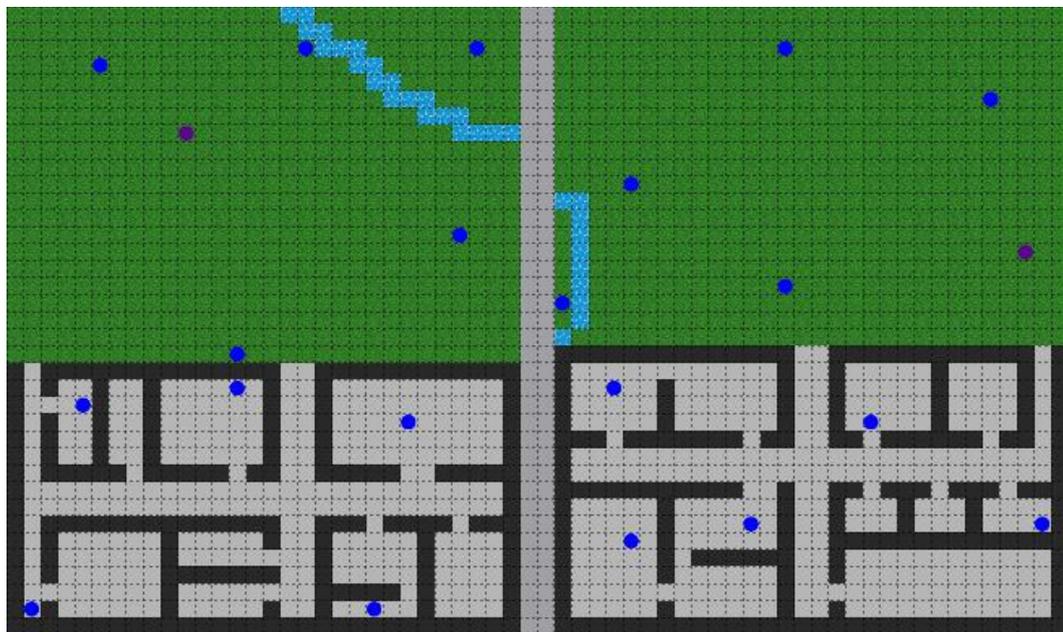
	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4
<i>Layout</i>	Teclado	Mouse	Teclado	Mouse
Comportamento impactos	Impede o jogador de se movimentar	Impede o jogador de se movimentar	Desliza pelos objetos	Desliza pelos objetos

Fonte: Produção do autor.

Todos os mapas criados para as tarefas contam com som 3D com as mesmas configurações de simulação sonora. Os dois primeiros mapas, esboçados na Figura 16, têm a mecânica de *impacto de travamento*. As tarefas 3 e 4 (Figura 17) tem o *impacto fluído*. Todos eles têm 5 alvos no ambiente externo do qual o jogador começa a jogar, e 5 em uma área dentro de um prédio. A dificuldade é aproximada, mas ligeiramente maior nos últimos dois mapas, para testar a *performance* do usuário com as mecânicas diferentes, e compensar a aprendizagem ganhada em cada cenário. Todos os alvos foram pensados e posicionados para manter uma distância aproximada, para que o som emitido do próximo objetivo possa alcançar o jogador. Os cenários comparativos de teclado e *mouse* também tiveram acessos e corredores

dimensionados de forma similar, para reduzir margem de diferenciação. Ao realizar testes, foi visado que a dificuldade ao localizar os alvos fosse aproximada.

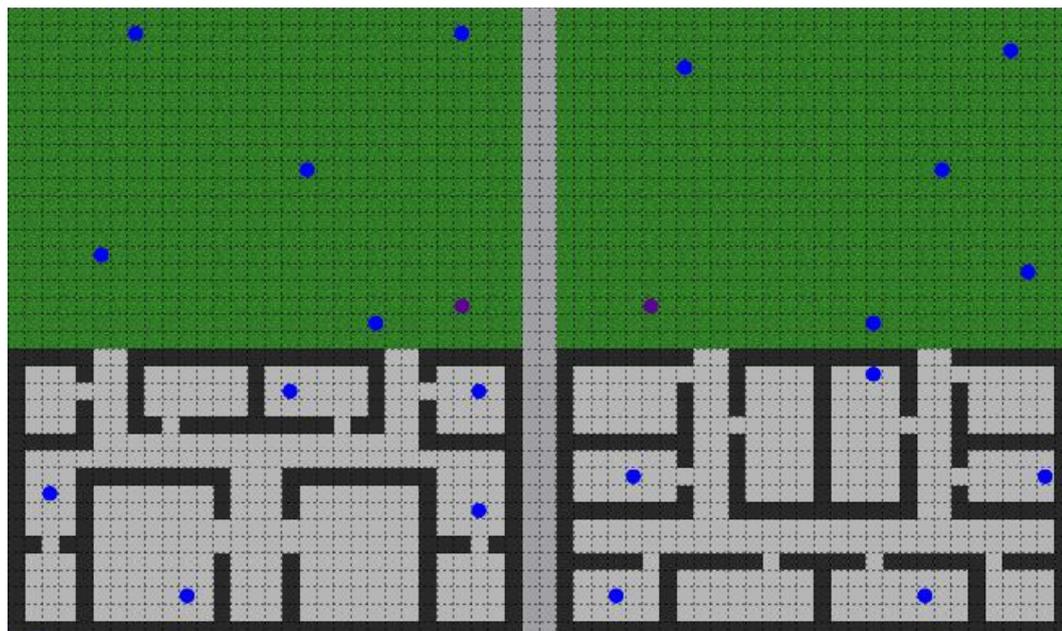
Figura 16 – Tarefas 1 e 2



- Alvo
- Local de nascimento do jogador

Fonte: Produção do autor

Figura 17 – Tarefas 3 e 4



- Alvo
- Local de nascimento do jogador

Fonte: Produção do autor

Além das tarefas, foi criado um cenário de testes, onde há um apenas um alvo, e o jogador apenas rotaciona o personagem utilizando o *mouse* e o teclado. Este mapa serve para o jogador sentir a sensibilidade das teclas e do *mouse*.

Ao final de cada mapa (tarefa), os participantes foram questionados de acordo com o formulário do NASA Task Load Index (ou Índice de Carga de Tarefa), que é um método já estabelecido para obter dados subjetivos em interações humano-computador, disponibilizando um valor numérico para comparação (BIGGS, 2019). O modelo de formulário do NASA-TLX foi testado em uma variedade de tarefas experimentais, desde voo simulado a testes de laboratório, provando sua eficácia (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, 1986, p. 3).

O NASA TASK LOAD INDEX (NASA -TLX) é um procedimento para coletar avaliações de carga de trabalho subjetivas e foi desenvolvido em 1986 pelo Human Perform Group do NASA AMES Research Center (Grupo de Desempenho Humano do Centro de Pesquisa NASA AMES) (HART; STAVELAND, 1988). O NASA-TLX consiste na pontuação da carga de trabalho subjetiva baseada na média ponderada de avaliações de seis subescalas, sendo três demandas impostas ao sujeito: demanda mental, demanda física e demanda temporal; e três dimensões referem-se à interação entre sujeito e tarefa: desempenho, esforço e frustração. (BERNARDINO; TEDESCHI, 2015)

Foi informado aos participantes que o questionário será mantido em sigilo, sem uso de nomes, e utilizado somente para o fim acadêmico, já que para Fachim (2016), em pesquisas é importante ter cautela e deixar o entrevistado à vontade para responder as questões.

O NASA-TLX é um pouco complexo e pode ser mais eficaz na sua versão 'crua' (do inglês *raw*), devido a sua simplicidade. Há evidências que apoiam esta versão simplificada sobre a completa, pois pode aumentar a validade em experimentações (BUSTAMANTE, 2008). De acordo com Hart (2006), o teste 'cru' comparado com a versão completa se mostrou tão eficiente quanto. A autora recomenda que qualquer opção pelo tipo da aplicação do NASA-TLX é válida. Neste trabalho é utilizado o método RAW NASA-TLX, por questões de simplicidade ao realizar a aplicação.

Foi instruído ao jogador, dar uma avaliação de 0 a 20 para cada uma das subescalas do NASA-TLX, onde a pontuação menor indica uma maior facilidade ou afinidade do jogador com o teste, e uma pontuação alta uma maior dificuldade. Ao final para se ter dados resumidos, em cada tarefa é feita a média ponderada das avaliações.

Quadro 10 – As seis subescalas do NASA-TLX.

(continua)

Título	Limites	Descrição
Exigência Mental	Baixo/Alto	Quanto de atividade mental, de concentração e de atenção são exigidos para a execução da tarefa (ex: pensando, decidindo, calculando, lembrando, pesquisando)? A tarefa é fácil, simples, alcançou sem dificuldade o objetivo exato? (Indica LIMITE BAIXO na escala); ou foi difícil, complexa, exigiu muito esforço mental para tentar alcançar um objetivo? (Indica LIMITE ALTO na escala).
Exigência Física	Baixo/Alto	Quanto de atividade física a tarefa exige (ex.: empurrando, puxando, virando, controlando, mexendo)? A tarefa é leve, lenta, facilmente realizada e tranquila? (Indica LIMITE BAIXO na escala); Ou é pesada, rápida, vigorosa e agitada? (Indica LIMITE ALTO na escala).
Exigência Temporal	Baixo/Alto	Quanto de pressão de tempo você sofreu com relação ao tamanho da tarefa pelo tempo para executá-la? Quanta pressão você sentiu com relação ao ritmo cobrado para a execução dessa tarefa? (ex.: proporção entre o horário de trabalho e o tamanho ou complexidade da tarefa, prazo do serviço encomendado) O ritmo de trabalho é lento e tranquilo? (Indica LIMITE BAIXO na escala); Ou é frenético? (Indica LIMITE ALTO na escala)
Nível de Realização	Alto/Baixo	Com quanto sucesso você acha que tem realizado as metas da sua tarefa? (ex.: satisfação, reconhecimento) Você fica muito satisfeito e é elogiado quando você alcança as metas? (Indica LIMITE ALTO na escala); Ou você fica pouco satisfeito e quase ninguém nota o seu trabalho? (Indica LIMITE BAIXO na escala)

(conclusão)

Título	Limites	Descrição
Nível de Esforço	Baixo/Alto	Que quantidade de esforço total (mental+físico) você precisou aplicar para realizar sua tarefa? (ex.: concentração, força muscular, raciocínio, destreza) Para que sua tarefa seja desempenhada com sucesso é necessária concentração superficial, força muscular leve, raciocínio simples, pouca destreza? (Indica LIMITE BAIXO na escala); Ou é necessária concentração profunda, força muscular intensa, raciocínio complexo e muita destreza? (Indica LIMITE ALTO)
Nível de Frustração	Baixo/Alto	Com quanto sofrimento você acha que tem realizado as metas da sua tarefa? (ex.: insegurança, desencorajamento, irritação, desconforto e estresse). Você se sente seguro, contente e tranquilo quando realiza a sua tarefa? (Indica LIMITE BAIXO na escala); Ou pelo contrário, sente-se inseguro, desencorajado, irritado, incomodado e estressado? (Indica LIMITE ALTO na escala)

Fonte: BERNARDINO; TEDESCHI (2015 apud Manual NASA-TLX MANUAL, 1986).

Ao final dos 4 testes, foram feitas perguntas sobre o som 3D, e as dificuldades e diferenças entre os usos das diferentes mecânicas empregadas, como também as preferencias do jogador.

O estudo englobou pessoas da cidade de Caxias do Sul das associações INAV e APADEV de forma presencial, e também participantes do fórum *AudioGames.net* que se inscreveram para o estudo²⁸, com estes via ligação do *Skype*, contando com o compartilhamento de tela do usuário (Figura 18) para realização de anotações e observações.

Figura 18 – *Playtesting* realizado via *Skype*

²⁸ <https://forum.audiogames.net/post/438552/#p438552>

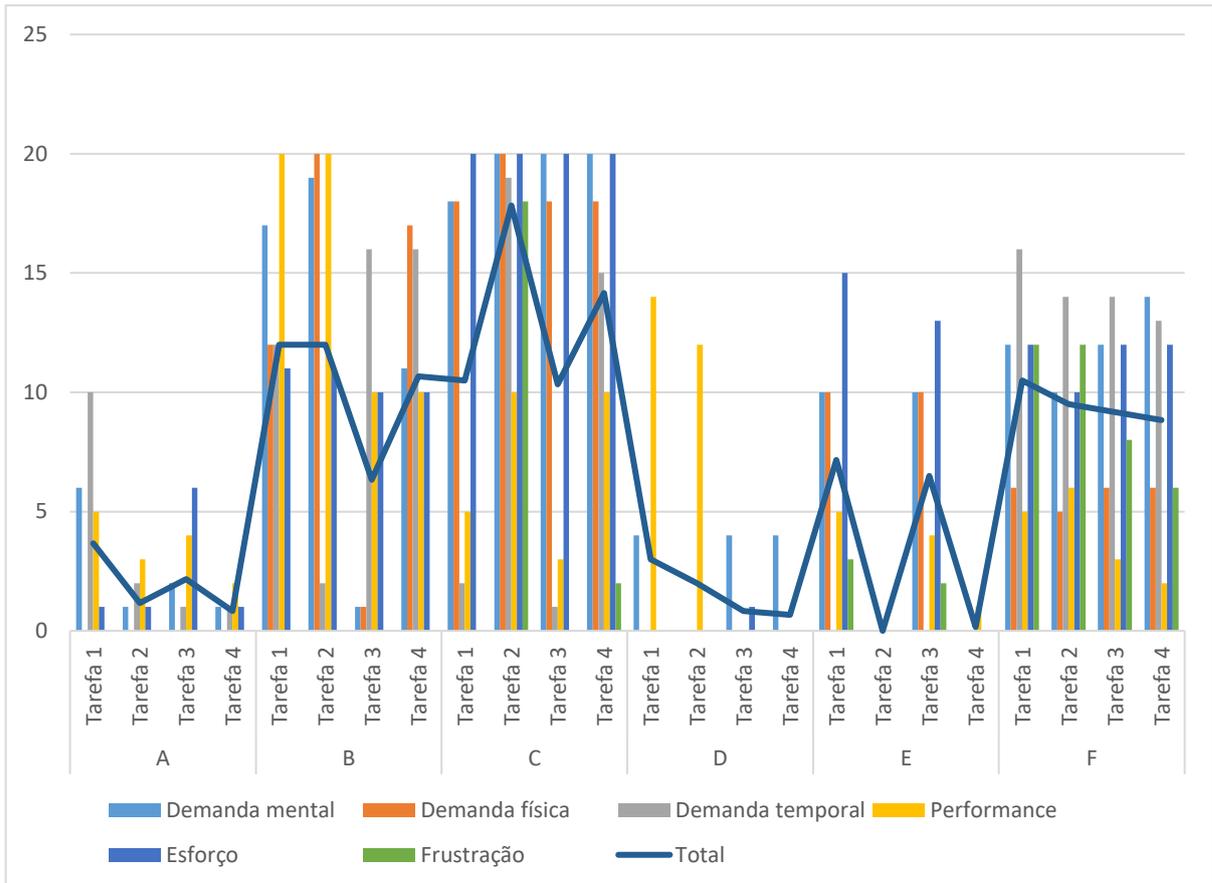


Fonte: Captura de tela realizada pelo autor

6.2 RESULTADOS

O teste foi feito no total com 6 jogadores cegos (considerados aqui A, B, C, D, E, F). Consideramos aqui 4 deles iniciantes (no gráfico da Figura 19: B, C, D, F) e 2 experientes (A, E) em *audiogames*. Três jogadores tem a deficiência desde o nascimento (B, C, D). Todos os jogadores iniciantes já jogaram *audiogames*, porém jogos mais simples, como jogos de cartas, jogos de tabuleiro, força, etc. Os dois jogadores experientes já jogaram todos os *audiogames* citados neste trabalho, incluindo outros *audiogames FPS*. A Figura 19 traz uma visão geral dos resultados das pontuações dadas nos formulários do NASA-TLX.

Figura 19 – Gráfico geral da pontuação do NASA-TLX



Fonte: Produção do autor

No gráfico da Figura 19, notamos que a cada tarefa realizada, no geral, a pontuação dada é menor. Isto é relacionado à uma maior facilidade de engajamento, e uma melhor *performance* percebida pelo jogador.

6.2.1 Comparação entre *layouts* de controles

Os dados coletados pelo formulário do NASA-TLX revelam que dois jogadores (B, C) se avaliaram melhor quando jogando somente com o *layout teclado*, ambos os jogadores se encaixam no perfil de iniciantes. Os quatro jogadores restantes (A, D, E, F) avaliaram melhor o *layout mouse*, sendo que apenas dois dos jogadores (os experientes) já haviam utilizado o *mouse* para jogar *audiogames* antes. Os resultados do NASA-TLX refletem os comentários de preferência de layout pelos participantes após os testes.

No total, a média de nota para uso do *layout teclado* e *layout mouse*, tanto com a mecânica de *impacto de travamento* e *impacto fluído* ficou em 9,17 e 5,25, respectivamente.

Apesar dos dados refletirem a avaliação geral dada pelos jogadores ao final dos testes, em uma das ocasiões um jogador que preferiu e avaliou melhor o *layout teclado* pontuou ligeiramente mais com o *layout mouse*, realizando 1 acerto a mais que no teste com o *layout teclado*. Esta quantidade pode ser insignificante, mas pode demonstrar uma necessidade para um estudo maior ou talvez mais preciso.

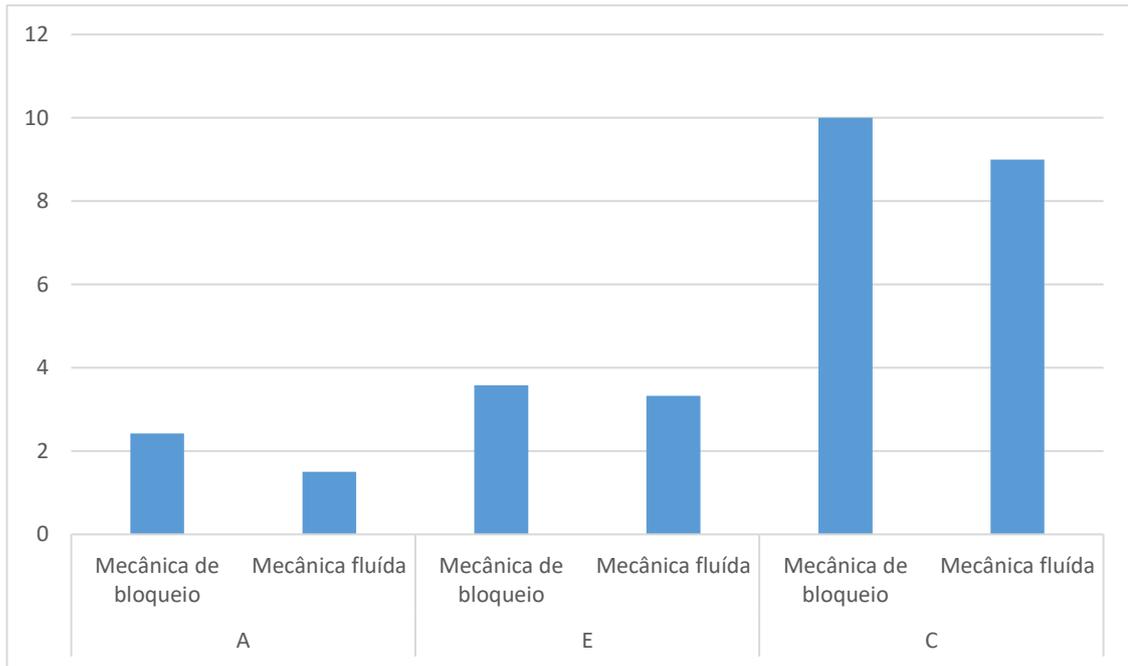
Ademais, os dois jogadores experientes, com o *layout mouse* como preferido, foram em média 2 minutos mais rápidos para destruir os 10 alvos e concluir os testes.

6.2.2 Comparação entre mecânica de impacto

De todos os testes, apenas três jogadores (A, E, F), dois experientes e um iniciante, e todos com cegueira adquirida, chegaram à segunda parte das tarefas: o ambiente interno e fechado. Para eles, a mecânica de colisão com paredes desenvolvida neste trabalho é muito útil para jogos do tipo *FPS* e que necessitam de uma jogabilidade mais rápida e sem muitas restrições, os jogadores também não tem conhecimento de outros *audiogames* que se utilizem dessa mecânica. Um dos jogadores observou que a primeira mecânica pode ser útil para o caso de *audiogames* em que sejam necessários um controle mais fino de movimentação, em que por exemplo seja necessário ao jogador contar os seus passos para memorizar rotas. Estas opiniões refletem as pontuações do NASA-TLX, porém não há certeza se há correlação entre a aprendizagem ganhado pelos usuários nas duas primeiras tarefas.

Os dados da Figura 20, comparativos entre as diferentes mecânicas de impactos foram coletados somente dos 3 jogadores que tiveram contato com a mecânica. A pontuação média do impacto de bloqueio foi de 5,33, e de impacto fluído foi de 4,61.

Figura 20 – Gráfico da pontuação geral do NASA-TLX na comparação de mecânicas de bloqueio e fluída.



Fonte: Produção do autor

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na primeira etapa deste projeto, foi buscado o entendimento e compreensão de pessoas com deficiência visual e seu uso de jogos digitais. Apesar dos esforços da indústria e de muitos pesquisadores, ainda há diversas possibilidades de pesquisas e descobrimentos na área. No pouco tempo em que este trabalho foi desenvolvido, muito foi aprendido sobre este universo.

Os *audiogames* trazem diversas inovações e mecânicas únicas para um jogo. A exploração deste mundo se provou frutífera neste sentido, como também na avaliação de diferenças entre estes jogos e os *videogames*. O contato já obtido com *videogames* trouxe ideias para implementação em *audiogames*.

Apesar das diversas ideias, logo foi decidido que o processo deveria investigar a base de um jogo 3D: a movimentação e a localização do jogador no mundo virtual, elementos essenciais para um jogo que almeja simular espaços tridimensionais. Além do estudo destas mecânicas em *audiogames*, foram desenvolvidas melhorias que seriam provenientes da mistura de algumas mecânicas já existentes em *audiogames* e *videogames*. Estas novas mecânicas se baseavam no uso de um *layout* de controles melhorado com intuito de movimento mais fácil e menos limitador.

Elemento essencial para *audiogames*, o som, foi pesquisado para ser implementado de forma simples e efetiva. Além do estudo do som binaural, foi escolhido o *framework Steam Audio*, para a realização das simulações sonoras em tempo real. Este *framework* conta com som binaural, reflexões sonoras, e outras características úteis para o projeto.

Visando a criação de um protótipo em uma segunda etapa, para aplicar o conhecimento aprendido, foi utilizada a metodologia MDA. Sendo planejadas as mecânicas baseadas no estudo de alguns *audiogames*, as dinâmicas e estéticas, para trazer a visão do jogo à vida.

Na segunda etapa, foram desenvolvidas as mecânicas planejadas preliminarmente. Esta etapa também se mostrou muito rica em ideias e suposições, que acabaram por serem similares às ideias empregadas em alguns *videogames*. O projeto tomou um rumo um pouco diferente e se concentrou não só na navegação e controles, mas também em tornar estas mecânicas mais fluidas para permitir uma

jogabilidade mais rápida. Uma nova mecânica para a interação do usuário com paredes e objetos foi desenvolvida, tendo influência do jogo *Mirror's Edge*.

Foram criados cenários de testes para comparar as mecânicas desenvolvidas neste trabalho, das clássicas encontradas nos projetos estudados. Os resultados obtidos demonstram que o controle por *mouse* pode ser muito explorado em *audiogames* do estilo *FPS*, seguindo os passos dos *videogames*. Dos 6 jogadores, apenas dois jogadores não se sentiram confortáveis com o periférico. Porém eles não tiveram pontuação muito diferente de quando utilizaram o teclado, ao contrário dos jogadores experientes, que preferiram o *mouse* e tiveram sempre resultados com maior distinção. O baixo número de participantes na pesquisa, ou talvez a sequência dos testes pode ter influenciado nesta diferença de informações.

Todos os jogadores que puderam testar a mecânica de impacto com paredes gostaram da ideia. Além dos dados obtidos pela aplicação do NASA-TLX, os jogadores reportaram que se sentiram mais e velozes para realizar as tarefas impostas nos testes. Nenhum deles tem conhecimento do uso desta característica em outros *audiogames*, no entanto ela é muito comum em *videogames* em primeira pessoa. Pela observação foi identificada com esta mecânica melhor *performance* e também uma maior facilidade em se movimentar pelos espaços, utilizando os *layouts* tanto de teclado quanto o de *mouse*.

Ademais, devido ao número baixo de participantes do estudo da mecânica de impacto com paredes, um estudo específico sobre simulação de toques por sons poderia ser realizado para obter mais dados sobre as preferências de jogadores como também a utilidade da mecânica em diferentes tipos de jogos.

Com todos os objetivos cumpridos, e com a questão de pesquisa tendo sido respondida, já que foi desenvolvido e implementado uma mecânica de controles que são uma evolução aos trabalhos estudados, e também criada uma melhoria na mecânica de impacto de jogadores com paredes ou objetos para audiojogos em primeira pessoa, o objetivo geral deste trabalho foi alcançado com sucesso. O uso do *mouse* e do impacto fluído tiveram pontuações melhores, e no geral as informações dadas pelos participantes são condizentes com os números obtidos pela aplicação do formulário NASA-TLX.

Portas podem ser abertas para mais pesquisas e inovações nas áreas de *audiogames* e acessibilidade de jogos digitais. As mecânicas desenvolvidas neste trabalho são variações de mecânicas já existentes em *videogames*, e isto trouxe melhor resultado para os jogadores. Muitos *videogames* tradicionais já têm algumas destas mecânicas nativamente. Adicionando a característica de *feedback* sonoro ao impacto do jogador à objetos, *videogames* podem contar com mais um ponto de acessibilidade relativamente simples de ser implementado. A utilização de radares ou de um simples ajudante virtual, que indique o caminho ao qual o jogador deve seguir, tal como neste trabalho, pode auxiliar o jogador a jogar mais facilmente. Jogos como *Mirror's Edge*, apesar de sua complexidade, pode ter incorporação destas mecânicas acessíveis e simplificação de algumas mecânicas para atender públicos que necessitam de acessibilidade. Assim como neste trabalho, a fixação do mouse no meio horizontal pode ajudar muito a movimentação, e o uso de um *framework* de som 3D pode facilitar a localização sonora no jogo.

REFERÊNCIAS

AAA gaming while blind. In: GDC, publicado em 15 maio 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zYaDR4hJkskc>>. Acesso em: 16 junho 2018.

ARCHAMBAULT, Dominique, et. al. 2007. Computer games and visually impaired people. **Upgrade** 8, 2 (2007), p. 43-53. <<http://cedric.cnam.fr/PUBLIS/RC1204.pdf>>. Acesso em 28 março 2018.

AUDIOGAMES.NET. **SWAMP**. 2017. <<https://audiogames.net/db.php?action=view&id=Swamp>>. Acesso em: 20 junho 2018.

BALAN, Oana; MOLDOVEANU, Alin; MOLDOVEANU, Florica. 2015. Navigational audio games: An effective approach toward improving spatial contextual learning for blind people. **International Journal on Disability and Human Development**. 14(2), p. 109-118. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/ijdh-2014-0018>. <<https://psycnet.apa.org/record/2015-20389-003>>. Acesso em: 2 junho 2019.

BERNARDINO, Jean Francisco; TEDESCHI, Marcos Antônio. **Um Instrumento de Mensuração de Carga Mental Aplicado em uma Turma de Graduação do Curso de EAD do Departamento de Gestão da Informação da UFPR – Estudo de Caso**. 2015. <<http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/rcger/article/download/3659/3133>>. Acesso em: 24 maio 2019.

BIGGS, Brendon. **Designing Accessible Nonvisual Maps**. Dissertação (Mestrado em Design Inclusivo). – Ontario College of Art and Design University. Toronto, Canada. 2019.

BROWN, Emily; CAIRNS, Paul. A grounded investigation of game immersion. In **CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '04)**. 2004. ACM, New York, NY, USA, 1297-1300. DOI: <https://doi.org/10.1145/985921.986048>. <<http://complexworld.pbworks.com/f/Brown+and+Cairns+%282004%29.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2018.

CHENG, Kevin; CAIRNS, Paul A. Behaviour, realism and immersion in games. In **CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '05)**. 2005. ACM, New York, NY, USA, 1272-1275. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/1056808.1056894>. Acesso em: 21 março 2018.

CONDE, Antônio João Menescal. **Definição de cegueira e baixa visão**. 2012. <http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/ARTIGOS/Def-de-cegueira-e-baixa-viso.pdf>. Acesso em 19 maio 2018.

CORDEIRO, João. Murky Shooting: em busca da primazia sonora nos videogames. In: **Videogames 2011** - Conferência de ciências e artes dos videogames, 4., 2011,

Porto. p. 165 - 171. Disponível em:

<[https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/9213/1/Murky Shooting - em busca da primazia sonora nos videojogos.pdf](https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/9213/1/Murky%20Shooting%20-%20em%20busca%20da%20primazia%20sonora%20nos%20videojogos.pdf)>. Acesso em: 20 junho 2018.

COUNTER-STRIKE. **Holiday season never sounded so good.** 2016.

<<http://blog.counter-strike.net/index.php/2016/12/17260/>>. Acesso em: 20 junho 2018.

CREATIVE HEROES. <AudioGames.net>. 2002. Acesso em: 17 maio 2018.

DENISOVA, Alena; CAIRNS, Paul. First Person vs. Third Person Perspective in Digital Games. **Proceedings Of The 33rd Annual Acm Conference On Human Factors In Computing Systems - Chi '15**, [s.l.], p.145-148, 2015. ACM Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2702123.2702256>.

DOWINO. **A Blind Legend.** 2018. <<http://www.ablindlegend.com/en/about-us/>>. Acesso em: 19 junho 2018.

ESA, Entertainment Software Association. **Essential Facts About the Computer and Video Game Industry: 2013 Sales, Demographic and Usage Data.** 2013.

Disponível em: <http://www.theesa.com/facts/pdfs/esa_ef_2013.pdf>. Acesso em: 05 julho 2019.

FACHIM, Odilia. **Fundamentos da metodologia.** 5 ed., São Paulo: Saraiva, 2006

GMA GAMES. **Shades of Doom.** 2015.<<http://www.gmagames.com/sod.html>>. Acesso em: 8 junho 2018.

GOOGLE PLAY STORE. **A Blind Legend.** 2018.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dowino.ABlindLegend&hl=pt_BR>. Acesso em: 9 junho 2018.

HART, Sandra G. Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, 50(9), 904–908. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1177/154193120605000909>. <

http://www.stavelandhfe.com/images/TLX_20_years_later_2006_Paper.pdf>. Acesso em: 26 maio 2019.

HUIBERTS, Sander. **Captivating sound:** The role of audio for immersion in computer games. 2010. Degree of PhD – Utrecht School of the Arts (HKU), Utrecht, The Netherlands, and University of Portsmouth, Portsmouth, United Kingdom, 2010. Disponível em:

<http://download.captivating-sound.com/Sander_Huiberts_CaptivatingSound.pdf>. Acesso em: 31 maio 2018.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. **Proceedings of the Challenges in Games AI Workshop**, Nineteenth National Conference of Artificial Intelligence. San Jose, CA: AAAI Press, 2004

IDGA - International game developers association. **Accessibility in games: Motivations and approaches.** 2004.
<https://gasig.files.wordpress.com/2011/10/igda_accessibility_whitepaper.pdf>. Acesso em: 28 março 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pessoas com deficiência: adaptando espaços e atitudes.** 2017.
<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/16794-pessoas-com-deficiencia-adaptando-espacos-e-atitudes.html>>. Acesso em: 19 maio 2018.

JØRGENSEN, Kristine. On the functional aspects of computer game audio. 2006. **Proceedings of the Audio Mostly Conference 2006**, Oct 11-12, p. 48-52. <<http://hdl.handle.net/1956/6734>>. Acesso em: 31 maio 2018.

KUCHERA, Bem. **Report: 7,672 games were released on Steam in 2017.** 2018.
<<https://www.polygon.com/2018/1/10/16873446/steam-release-dates-2017>>. Acesso em: 17 maio 2018.

LALWANI, Mona. **Surrounded by sound: How 3D audio hacks your brain.** 2015.
<<https://www.theverge.com/2015/2/12/8021733/3d-audio-3dio-binaural-immersive-vr-sound-times-square-new-york>>. Acesso em: 21 junho 2018.

MADIGAN, Jamie. **Analysis: The Psychology of Immersion in Video Games.** 2010.
<https://www.gamasutra.com/view/news/120720/Analysis_The_Psychology_of_Immersion_in_Video_Games.php>. Acesso em: 12 junho 2018.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Manual do NASA-TLX.** NASA Ames Research. Califórnia: NASA, 1986. <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/downloads/TLX_pappen_manual.pdf>. Acesso em: 24 maio 2019.

MØLLER, Henrik. Fundamentals of binaural technology. **Applied acoustics**, [s.l.], v. 36, n. 3-4, p.171-218, mar. 1992. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-682x\(92\)90046-u](http://dx.doi.org/10.1016/0003-682x(92)90046-u).

NPD GROUP. **New Report from The NPD Group Provides In-Depth View of Brazil's Gaming Population.** 2015.
<<https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/2015/new-report-from-the-mpd-group-provides-in-depth-view-of-brazils-gaming-population/>>. Acesso em 4 julho 2019.

OMS - Organização Mundial de Saúde. **World report on disability.** 2011.
<http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/>. Acesso em 19 maio 2018.

PINHEIRO, Victor. **Acessibilidade nos games digitais enfrenta uma série de desafios**. 2017. <<http://reporterunesp.jor.br/2017/06/07/acessibilidade-nos-games-digitais-enfrenta-uma-serie-de-desafios/>>. Acesso em 11 abril 2018.

Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 2008, Spain, RD (September 2008) p.: 1522–1526.
<https://doi.org/10.1177/154193120805201946>

ROX, Maximilian. **CS:GO ultrapassa League of Legends em prêmios dados nos eSports**. 2018. <<https://www.theenemy.com.br/counter-strike-global-offensive/csgo-ultrapassa-league-of-legends-em-premios-dados-nos-esports>>. Acesso em: 20 junho 2018.

ROYAL NATIONAL INSTITUTE OF BLIND PEOPLE. **Video and computer games for people with vision impairment**. 2016.<<http://www.rnib.org.uk/nb-online/video-computer-games-people-vision-impairment>>. Acesso em 29 março 2018.

SÁ, Ericka de. **Pessoas com deficiência enfrentam batalha diária no Brasil**. 2011. <<http://www.dw.com/pt-br/pessoas-com-defici%C3%Aancia-enfrentam-batalha-di%C3%A1ria-no-brasil/a-15542607>>. Acesso em: 22 junho 2018.

SENS, André Luiz; PEREIRA, Alice Therezinha Cybis. **Reflexões sobre o design de jogos digitais acessíveis: Casos Papa Sangre e BlindSide**. 2015.
http://conahpa.sites.ufsc.br/wp-content/uploads/2015/06/ID37_Sens-Pereira.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.

SCHÄFER, Camila. **VGMUSIC como produto cultural autônomo: A Música para Além dos Videogames**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. Bacharelado em Comunicação social – Habilitação jornalismo, 2009. Disponível em:
<https://issuu.com/camilaschafer/docs/tcc_camila_schafer>. Acesso em: 31 maio 2018.

SILVA, Wesley Pereira da. **Jogos digitais adaptados para estudantes com deficiência visual: Estudo Das Habilidades Cognitivas No Dosvox**. 2017. Dissertação apresentada para obtenção de Pós-Graduação – Universidade de Brasília. Mestrado em educação, 2017.
<<http://repositorio.unb.br/handle/10482/23348>>. Acesso em 20 maio 2018.

SÓ FÍSICA. **Reflexão do som**. 2019.
<<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Acustica/reflexao.php>>. Acesso em 7 junho 2019.

STEAM AUDIO. 2018. <<https://valvesoftware.github.io/steam-audio/>>. Acesso em: 16 junho 2018.

STEAM POWERED. **A Blind Legend**. 2018.
<https://store.steampowered.com/app/437530/A_Blind_Legend>. Acesso em: 9 junho 2018.

THOMSEN, Michael. **Designing for immersion:** Recreating physical experiences in games. 2010.

<https://www.gamasutra.com/view/feature/4236/designing_for_immersion_.php?print=1>. Acesso em: 9 junho 2018.

TSAKOSTAS, Christos; FLOROS, Andreas; DELIYANNIS, Ioannis. **Real-time Spatial Mixing Using Binaural Processing.** 2007. <

https://www.researchgate.net/publication/228954134_Real-time_Spatial_Mixing_Using_Binaural_Processing>. Acesso em: 18 junho 2018.

WebAIM - WEB ACCESSIBILITY IN MIND. **How blind people use the web.** 2013.

<<https://webaim.org/articles/visual/blind>>. Acesso em: 10 junho 2018.

WING, Chin. **Around 92% of people with impairments play games despite difficultie**'. 2015. <<http://game-accessibility.com/documentation/around-92-of-people-with-impairments-play-games-despite-difficulties/>>.

Acesso em 19 maio 2018.

YUAN, Bei; FOLMER, Eelke; HARRIS, Jr., Frederick C. **Game accessibility: A survey.** *Univ. Access Inf. Soc.* 10, 1 (Mar.), 81–100, 2011. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1007/s10209-010-0189-5>