Curso de Ciência da Computação
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS

REALIDADE AUMENTADA APLICADA A JOGOS DE TABULEIRO

CAIO MATHEUS VICENTE

Prof. Dr. Diogo Fernando Trevisan (Orientador)

Dourados - MS
2021

REALIDADE AUMENTADA APLICADA A JOGOS DE TABULEIRO

CAIO MATHEUS VICENTE

Este exemplar corresponde à redação final da monografia da disciplina Projeto Final de Curso, devidamente corrigida e defendida por Caio Matheus Vicente e aprovada pela Banca Examinadora, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Dourados, 22 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Diogo Fernando Trevisan (Orientador)

V681r Vicente, Caio Matheus
Realidade aumentada aplicada a jogos de tabuleiro / Caio Matheus Vicente. – Dourados, MS: UEMS, 2021.
54 p.
Monografia (Graduação) – Ciência da Computação – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.
Orientador: Prof. Dr. Diogo Fernando Trevisan.

1. Realidade aumentada 2. Jogos de tabuleiro 3. Vuforia I. Trevisan, Diogo Fernando II. Título

CDD 23. ed. - 794

Curso de Ciência da Computação
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS

REALIDADE AUMENTADA APLICADA A JOGOS DE TABULEIRO

Caio Matheus Vicente

Novembro de 2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Diogo Fernando Trevisan (Orientador)
Área de Computação - UEMS

Prof.ª Dra. Mercedes Rocío Gonzales Márquez
Área de Computação - UEMS

Prof. Dr. Nilton Cézar de Paula
Área de Computação - UEMS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente minha Mãe, a pessoa que sempre se fez presente na minha vida, me auxiliando em cada passo dado.

Minha avó e irmãs que sempre demonstraram apoio e zelo por mim.

A minha namorada, a qual se manteve ao meu lado nas fases mais difíceis da graduação, me guiando e não me deixando desistir em nenhum momento.

RESUMO

Este trabalho visa um estudo de como a tecnologia digital influenciou nos jogos de tabuleiro, assim como demonstrar um exemplo de como é feita sua junção. Com esta premissa, o objetivo deste trabalho foi produzir uma pesquisa capaz de guiar o leitor ao contexto dos jogos de tabuleiro, especialmente com o uso de realidade aumentada.

Para isso, é demonstrado como pode ser feita a utilização da Realidade Aumentada no contexto de jogos de tabuleiro, tanto para jogos comerciais quanto em pesquisas acadêmicas. Neste trabalho, um jogo exemplo foi desenvolvido utilizando os motores gráficos Unity e Vuforia, de modo a possibilitar a visualização de objetos virtuais no ambiente real. Ao fim do trabalho são apresentadas as principais discussões acerca das possibilidades e dificuldades encontradas para desenvolver jogos de tabuleiro que utilizam Realidade Aumentada.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Jogos de tabuleiro, Vuforia

ABSTRACT

This work aims to study how digital technology has influenced board games, as well as demonstrate an example of how technology can be applied in board games. With this premise, the objective of this work was to produce a research capable of guiding the reader to the context of board games, especially with the use of augmented reality.

For this, I present how Augmented Reality can be applied in board games, both for commercial games and in academic research. In this work, an example game was developed using the Unit and Vuforia graphics engines, in order to allow the visualization of virtual objects in the real environment. At the end of the work, I present the difficulties faced to develop board games that use Augmented Reality.

Keywords: Augmented Reality, Board Games, Vuforia

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS 8

RESUMO 10

ABSTRACT 12

LISTA DE SIGLAS 17

LISTA DE TABELAS 19

LISTA DE FIGURAS 21

1. INTRODUÇÃO 23
    1.1. Objetivo 25
    1.2. Justificativa 26

2. REFERENCIAL TEÓRICO 27
    2.1. Jogos de tabuleiro 27
    2.2. Realidade Aumentada 28
    2.3. Jogos de tabuleiro e Realidade Aumentada 30
        2.3.1. Detetive 30
    2.4. Trabalhos relacionados 31
        2.4.1. Colossus ARena 31
        2.4.2. PaleoExtinção 32
    2.5. Características entre trabalhos acadêmicos e jogos comercializados 34
        2.5.1. Utilização de marcadores 34

3. REALIDADE AUMENTADA APLICADA A JOGOS DE TABULEIRO 35
    3.1. Ferramentas utilizadas 35
        3.1.1. Unity 35
        3.1.2. Vuforia Engine 36
        3.1.3. Blender 37
    3.2. Trilha do alfabeto 37
        3.2.1. Modificação 38
    3.3. Cartas 39
        3.3.1. Classificação por estrelas 39
        3.3.2 Utilização de Código QR 40
    3.4. Objetos utilizados 41
    3.5. Construção do jogo 42
        3.5.1. Configuração da plataforma Unity 42
        3.5.2. Criação dos elementos da visão computacional 42

3.5.3. Inclusão dos marcadores 43
3.5.4. Importação e posicionamento dos objetos 3D 44
4. DESIGN DO GAME 47
4.1. Tabuleiro do jogo 47
4.1. Cartas do jogo 48
5. RESULTADOS 49
6. CONCLUSÃO 51
6.1. Dificuldades encontradas 51
6.2. Trabalhos futuros 51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 53

LISTA DE SIGLAS

RA Realidade Aumentada

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atributos e exemplos para criação dos marcadores no Vuforia 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Capa do catálogo de jogos da Estrela nos anos 80 e 90 23

Figura 2: Jogos presentes no catálogo dos anos 80 e 90 24

Figura 3: Jogo proposto pela empresa Tilt Five 25

Figura 4: Pedra de Mancala encontrada em ‘Ain Ghazal, Jordânia 28

Figura 5: Imagem do jogo Pokémon Go 29

Figura 6: Imagem do jogo Detetive 31

Figura 7: Colossus ARena 32

Figura 8: Pontos de reconhecimento da aplicação de RA 33

Figura 9: Peões do jogo PaleoExtinção 34

Figura 10: Imagem da webcam 36

Figura 11: Imagem com processamento do Vulforia Engine 36

Figura 12: Tabuleiro do jogo, trilha do alfabeto 38

Figura 13: Carta teste com a letra “A”, seus pontos de reconhecimento e classificação do Vulforia 40

Figura 14: Carta criada a partir do QRCode Monkey, seus pontos de reconhecimento e classificação do Vulforia 41

Figura 15: Download do database no site do Vuforia 43

Figura 16 - Imagem retirada da plataforma Unity 44

Figura 17 - Exemplo de utilização do ImageTarget com um Óculos 45

Figura 18 - imagem do tabuleiro de trilha do alfabeto 47

Figura 19 - Resultado das 26 cartas imprimidas 48

Figura 20 - Objeto de letra “A” (Árvore) transportado ao ambiente real 49

Figura 21 - Objeto de letra “C” (Carro) transportado ao ambiente 50

1. INTRODUÇÃO

Quanto a jogos de tabuleiro, não se tem uma definição muito precisa de quando surgiram, porém, estudos apontam que os jogos de tabuleiros surgiram há aproximadamente 5.000 anos a.C. na região atual da Jordânia (Rollefson, 1992). No decorrer dos anos os jogos de tabuleiro sofreram muitas mudanças, sejam elas pelas modificações culturais, mas principalmente pelo avanço da tecnologia, causando a evolução natural dos jogos em geral.

Segundo (ZORZAL & CARDOSO, 2006), os jogos sempre interessaram as pessoas ao longo dos anos, sendo utilizados predominantemente para o lazer e até para o desenvolvimento cognitivo.

Nos anos 70 e 80, tempo áureo dos jogos de tabuleiro, era comum os jovens se reunirem como forma de diversão e passatempo para fazerem uso desse estilo de jogo (GARCIA, 2017). Um exemplo popular no Brasil, foi o game Detetive, produzido pela empresa Estrela. O jogo chegou ao Brasil na década de 70 e se faz presente ainda hoje com muito sucesso nas lojas, sendo o quinto mais vendido da companhia com 12 milhões de unidades comercializadas (ALVES, 2020?). A Figura 1 apresenta a imagem do catálogo de jogos da empresa Estrela dos anos 80 e 90, tendo os jogos de tabuleiro como principal ação de marketing na divulgação.

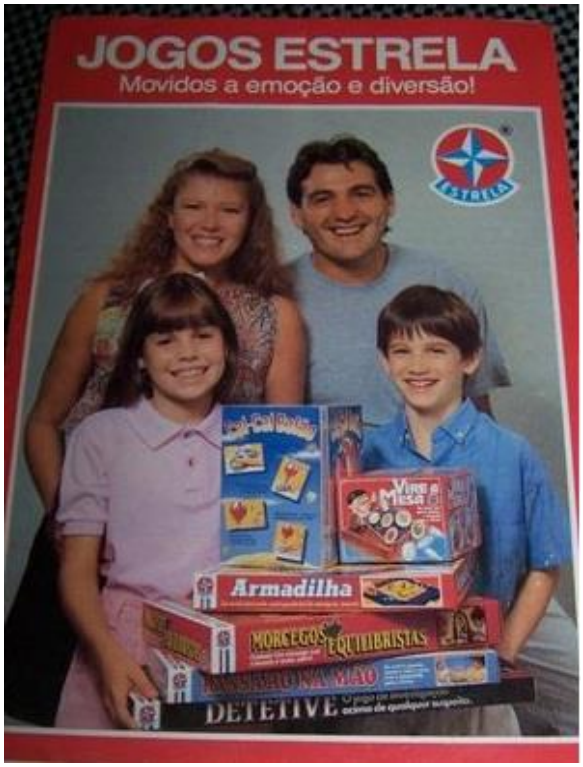

Figura 1: Capa do catálogo de jogos da Estrela nos anos 80 e 90 (Fonte: https://www.voceselembra.com/2012/12/catalogos-jogos-estrela-anos-80-e-90.html, acesso em 19 de outubro de 2021.)

Na Figura 2 é possível observar alguns jogos de sucesso até hoje, como Banco Imobiliário, Detetive, Jogo da vida, entre outros.

Figura 2: Jogos presentes no catálogo dos anos 80 e 90.
(Fonte: https://www.voceselembra.com/2021/06/jogo-combate-estrela.html, acesso em 19 de outubro de 2021).

Com o passar dos anos, novas tecnologias vieram à tona, um exemplo disso é a Realidade Aumentada (RA), tecnologia capaz de garantir uma maior imersão às cenas, conseguindo prover em um ambiente real, objetos, personagens, animais e toda categoria de animação imaginável artificialmente. Diante do avanço computacional a cada ano que passa, vem se tornando cada vez mais popular, sendo atualmente muito utilizada em dispositivos móveis (BIRAIS, 2020).

Diante disso, uma maneira encontrada por empresas da área de jogos de tabuleiro, de modo a resgatar a atemporalidade dos jogos e a sua continuidade diante da era moderna, foi a inserção da tecnologia de RA a eles. Tal como exemplo, o jogo Detetive, o mesmo mencionado anteriormente, teve sua atualização utilizando RA lançada recentemente, após 40 anos de sua primeira versão (ESTRELA, 2018).

Outra companhia que está investindo nessa área é a Tilt Five, localizada no Vale do Silício. Segundo Silva (2019), a empresa tem revolucionado os jogos de tabuleiro, provendo uma experiência totalmente nova, onde seus fundadores garantem que "Estamos construindo o futuro dos jogos de tabuleiro em realidade aumentada". Seu sistema utiliza três elementos para o seu devido funcionamento, onde o site oficial da companhia (TILT FIVE, 2021), define como: Óculos para projeção - Projetores em miniatura dos óculos enviam imagens de vídeo do seu PC diretamente para o tabuleiro de jogo; Tabuleiro de reflexão - Reflete as imagens de vídeo diretamente de volta aos seus olhos, criando um efeito 3D estereoscópico; e a Varinha para direção - Possível direcionar, interagir e 'tocar' os hologramas usando a varinha 6DOF. A Figura 3 apresenta um jogo proposto pela Tilt Five.

Figura 3: Jogo proposto pela empresa Tilt Five.
(Fonte: SILVA, 2019)

Os jogos de tabuleiro, apesar de concorrerem com os jogos digitais, não desapareceram definitivamente. Muitos jogos antigos ainda têm público fiel, além de novos jogadores que começam a jogá-los, como é o caso de jogos de RPG de mesa. Novos jogos de tabuleiro são lançados com frequência e existem sites especializados em difundir jogos de tabuleiro e de manter uma comunidade. Levando-se em consideração isso, este estudo teve o propósito de desmistificar a tecnologia de RA aplicada a jogos de tabuleiro, assim como exemplos de aplicações reais. Para isso, foram selecionadas tecnologias atuais (motor gráfico Unity e o SDK Vuforia) para criar um jogo de tabuleiro que utiliza tanto materiais físicos, como papelão, e a RA.

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é prover um estudo capaz de contribuir para a utilização da tecnologia de RA em jogos de tabuleiro.

Para isso, serão realizados os seguintes objetivos específicos:

- Estudar as tecnologias atualmente empregadas em pesquisas acadêmicas e em jogos comerciais;
- Desenvolver um jogo de tabuleiro imersivo que utilize RA para exemplificar como as tecnologias podem ser aplicadas.

1.2. Justificativa

Os jogos de tabuleiro ainda fazem sucesso. Prova disso é o número de novos jogos que são lançados anualmente, além da manutenção de jogos já conhecidos, como Banco Imobiliário, Jogo da Vida, Detetive entre outros, que fizeram maior sucesso nos anos 70 e 80. Ainda, jogos de tabuleiro têm sido utilizados como ferramentas na educação. Por ainda serem populares, acredita-se que o uso de tecnologias imersivas, como a RA, pode melhorar ainda mais a experiência destes jogos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os trabalhos relacionados a jogos de tabuleiro e seu contexto histórico, uma definição sobre a RA bem como a sua integração em jogos de tabuleiro. Também são mostrados jogos comerciais utilizando a tecnologia visão computacional e trabalhos correlatos a fim de realizar uma definição dos requisitos necessários para a concepção do jogo teste.

2.1. Jogos de tabuleiro

Um dos conceitos principais a serem abordados para a realização deste trabalho diz respeito ao *design* de jogos, jogos de tabuleiros, suas características e peculiaridades, além de trazer algumas informações históricas e suas principais categorias.

O autor de Quests (2008), Jeff Howard, desdobra um jogo em 4 segmentos, sendo eles: espaço, atores, itens e desafios. O espaço é a área onde o jogo é praticado; os atores são os personagens presentes na jogatina; os itens são os meios para conseguir sucesso no espaço e o desafio é o percurso até realizar o objetivo final do jogo.

Após a definição inicial dos quatro elementos pré citados, é feita a idealização do enredo em conjunto da elucidação dos mecanismos de movimentação. Segundo La Carreta (2017, p. 1076) “a história deve servir ao *gameplay* do jogo, integrando-se aos aspectos escolhidos e até modificando seus sentidos inicialmente propostos.”

Os jogos de tabuleiro são jogos que geralmente utilizam de suportes físicos, os denominados tabuleiros, onde são impressos neles as suas definições em que o jogador precisa percorrer determinado percurso ou efetuar um movimento específico dentro de suas delimitações. Esses movimentos são usualmente realizados através de atores, sendo basicamente as peças que determinam a posição geográfica do personagem. La Carreta (2017, p. 1077), separa os atores em três variáveis: Marcadores - As peças neste caso são apenas uma projeção do jogador que as controlam; Personagens - Não basta apenas dar nomes aos peões. Praticamente não existe diferença entre a princesa Fulana de Tal e uma peça lisa de cor azul, a menos que a princesa de cor azul possa executar um movimento que nenhuma outra princesa pode executar no jogo; ou Caracterizáveis - Nesta variável, peões podem começar comuns, até bem parecidos uns com os outros, e vão sendo potencializados aos poucos.

Na história, é difícil datar o surgimento dos jogos de tabuleiro. De acordo com Rollefson (1992), em 1989, durante uma expedição ocorrida em ‘Ain Ghazal, um sítio arqueológico neolítico localizado na Jordânia, foi encontrado um jogo de tabuleiro que datava de cerca de 5870 ± 240 a.C.. Era uma pedra de calcário de formato retangular,

formada por 6 colunas e 2 fileiras (Figura 4), que se assemelha muito ao jogo Mancala. Uma curiosidade é que este jogo por mais antigo que possa parecer ainda é jogado atualmente, mostrando assim, o poder dos jogos de tabuleiros e sua atemporalidade.

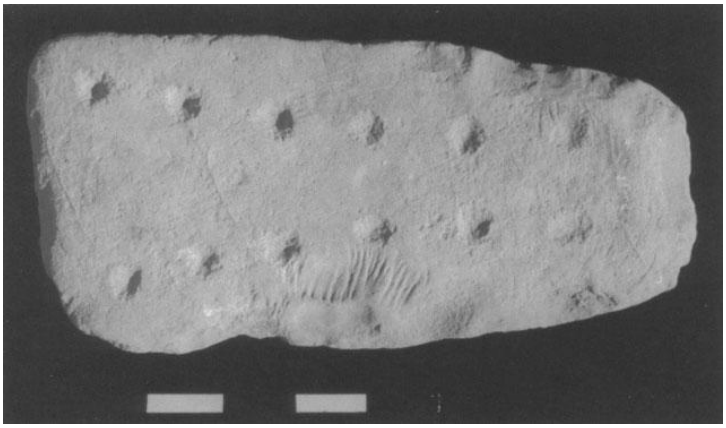

Figura 4 - Pedra de Mancala encontrada em ‘Ain Ghazal, Jordânia.
(Fonte: https://www.culturesofwestafrica.com/mancala-games-daytime-play-nighttime-ritual/, Acesso em: 21 jun 2021)

Jogos de tabuleiro podem ser categorizados em incontáveis opções, considerando seu tema, jogabilidade, enredo entre outros. O site *BoardGameGeek*, famoso entre os entusiastas desta modalidade de *game*, categoriza seu catálogo de quase 132 mil títulos em “apenas” 84 categorias distintas (BoardGameGeek, 2021). Os principais são: jogos de estratégia abstratos, jogos personalizáveis, jogos temáticos, jogos de família, jogos de criança, jogos de festa, jogos de estratégia e jogos de guerra.

2.2. Realidade Aumentada

A RA tem como característica principal manter o usuário em seu ambiente físico adicionando elementos virtuais à cena, diferentemente da realidade virtual, que transporta o usuário para um ambiente totalmente virtual. Um exemplo popular da tecnologia de RA é o jogo da produtora Niantic, Pokémon Go, onde o usuário consegue utilizar a câmera do *smartphone* para visualizar os pokémons ao seu redor (seu ambiente físico), tendo a possibilidade de capturá-los, tudo isso virtualmente (Figura 5).

Figura 5 - Imagem do jogo Pokémon Go
(Fonte: https://memorandum.gr/2021/01/19/difference-between-ar-vr-and-mr/, Acesso em: 21 jun 2021)

> A Realidade Aumentada proporciona ao usuário uma interação segura e agradável, eliminando em grande parte a necessidade de treinamento, pelo fato de trazer para o ambiente real os elementos virtuais, enriquecendo e ampliando a visão que ele tem do mundo real. Para que isso se torne possível, é necessário combinar técnicas de visão computacional, computação gráfica e realidade virtual, o que gera como resultado a correta sobreposição de objetos virtuais no ambiente real (Azuma, 1993)

Os elementos inseridos podem ter interação direta com o usuário permitindo a alteração dos aspectos virtuais. As técnicas de interação em ambientes de RA podem ser feitas através de gestos com as mãos, comandos por voz, interação espacial entre outras.

A utilização dessa tecnologia pode ser feita a partir de aparelhos que possuam uma capacidade de processamento adequado para realizar a inserção dos elementos virtuais ao ambiente real, possível em *smartphones*, *tablets*, notebooks, computadores, entre outros.

Um fator muito importante que propiciou a fama da RA foi o surgimento e distribuição da biblioteca *open source*, ARToolkit, que permitiu aos programadores desenvolverem aplicações com RA. O ARToolkit, segundo (CONSULARO, 2004)

> [...] oferece suporte para realidade aumentada com visão direta por vídeo ou visão direta óptica. A RA por visão direta por vídeo é aquela cujas imagens virtuais são sobrepostas às imagens de vídeo ao vivo adquiridas do mundo real. A outra opção é a RA por visão direta óptica, na qual modelos de computação gráfica (os objetos virtuais) são sobrepostos diretamente às imagens do mundo real percebidas pelo sujeito.

Assim, a tecnologia de RA possibilita uma infinidade de soluções e experiência diversificada, conseguindo mesclar aspectos da realidade com elementos virtuais, tudo em uma única cena, trazendo uma imersão a atividade realizada.

2.3. Jogos de tabuleiro e Realidade Aumentada

Um novo segmento que surgiu com o avanço da tecnologia, foram os jogos de tabuleiro com RA, nele podemos mesclar a velha mecânica dos tradicionais jogos com bases fixas, em conjunto da imersão do ambiente proporcionada pela inovação dos dispositivos e das novas bibliotecas de visão direta.

Assim, para atrair o novo público advindo do mundo tecnológico e até mesmo renovar a estrutura milenar dos jogos de tabuleiro, empresas renomadas do ramo vem buscando alternativas para entreter esse público. Um exemplo disso é o jogo mundialmente conhecido, Detetive, relançado em sua versão imersiva produzido pela empresa Estrela, a maior fabricante de brinquedos do Brasil.

2.3.1. Detetive

No jogo, seu objetivo é solucionar um misterioso assassinato. Para isso, os jogadores escolhem três cartas ao escuro, definindo o autor do crime, sua arma e local da casa onde ocorreu o homicídio. A partir disso, os jogadores tentam resolver o caso considerando as cartas remanescentes, distribuídas igualmente entre os participantes. Ganha a partida o jogador que resolver o enigma primeiro.

Porém, o que mudou da versão original para a com RA foi o fato de se ter todas as pistas em cartas que possuem um QR code, em que ao mirar a câmera do celular pelo aplicativo do jogo, revela os detalhes das pistas diretamente no ambiente real (Figura 6).

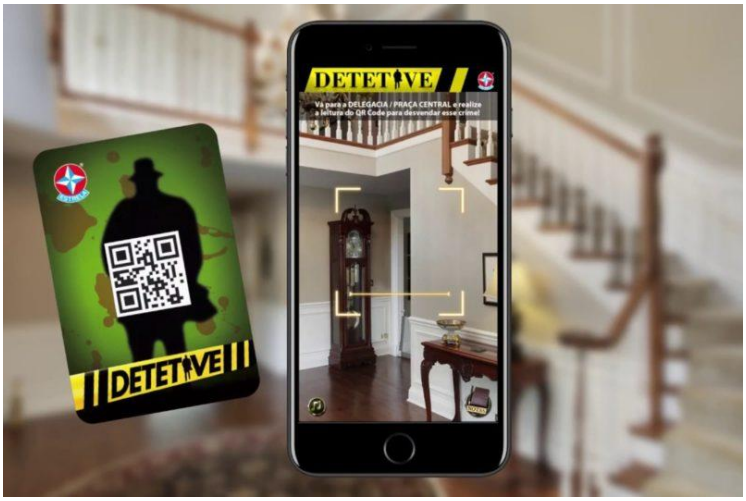

Figura 6 - Imagem do jogo Detetive
(Fonte: imagem retirada do video
<https://www.youtube.com/watch?v=uy7MMwLvzaA>, Acesso em: 23 jun 2021)

2.4. Trabalhos relacionados

No processo de desenvolvimento foram vistos alguns trabalhos correlatos com a intenção de se basear e buscar fundamentos para a elaboração do projeto. Entre eles, os que mais se encaixaram com a ideia inicial foram o Colossus ARena e o PaleoExtinção.

2.4.1. Colossus ARena

Colossus ARena é um jogo de estratégia voltado para o público infantil, onde “[...] busca propiciar o lazer e estimular a socialização por meio de elementos competitivos e colaborativos.”(Almeida, William & Alves, Roberson, p.51).

Figura 7 - Colossus ARena
(Fonte: https://core.ac.uk/download/pdf/235124418.pdf, Acesso em: 25 jun 2021)

O jogo acontece dentro da ARena, nome dado ao tabuleiro do game. Nele, os personagens (divindades de algumas mitologias), se enfrentam usando cartas especiais. Sua *interface* utiliza apenas marcadores de RA para interação (Figura 7).

Para o desenvolvimento, os autores escolheram produzir através da IDE Eclipse, na linguagem de programação Java e utilizando NyARToolkit, uma biblioteca de RA baseada no ARToolkit. Especificamente, na produção de Colossus foi utilizado o padrão 3ds para os modelos de personagens, nativamente compatível com a biblioteca escolhida.

2.4.2. PaleoExtinção

O projeto PaleoExtinção (EYNG, 2019) teve como objetivo ser uma adaptação de PaleoDetetive, jogo de tabuleiro educacional voltado ao aprendizado de paleontologia. Para isso, a ideia do autor foi a de inserir objetos utilizando a tecnologia de RA para dentro do jogo, visando um aprendizado maior dos alunos das áreas específicas que o jogo remete.

No processo de desenvolvimento o tabuleiro do jogo sofreu algumas alterações de modo a se enquadrar com os novos recursos de RA, tais modificações resultaram em um novo tabuleiro visando a extinção dos dinossauros.

O jogo conta com doze cartas, que trazem informações adicionais ao enredo, perguntas e respostas. Essas, foram refeitas com base na facilitação do reconhecimento da RA. É possível visualizar os pontos de identificação (em amarelo) na Figura 8.

Figura 8 - Pontos de reconhecimento da aplicação de RA.
(Fonte:https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10775/1/DV_COENS_2019_2_5.pdf, Acesso em: 25 jun 2021)

O jogo também conta com peões personalizados com suporte a RA, fazendo com que seja possível visualizar os dinossauros como personagens ativos na história. Tal tecnologia pode ser realizada através da plataforma Vuforia, que permite a utilização de RA em peças cilíndricas (Figura 9).

Figura 9 - Peões do jogo PaleoExtinção.
(Fonte:https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10775/1/DV_COENS_2019_2_5.pdf, Acesso em: 25 jun 2021)

2.5. Características entre trabalhos acadêmicos e jogos comercializados

Após analisados os trabalhos acadêmicos PaleoExtinção e Colossus Arena, que utilizam RA e o jogo Detetive, comercializado pela empresa Estrela, foi possível considerar uma característica principal, semelhante na produção de todos.

2.5.1. Utilização de marcadores

O jogo Detetive, assim como os trabalhos acadêmicos PaleoExtinção e Colossus ARena recorrem a marcadores para identificar os pontos onde serão exibidos, tanto as informações quanto os objetos em 3D. Tais marcadores podem ser códigos QR, cartas de informações, símbolos ou qualquer imagem, desde que possua elementos suficientes para serem diferenciados umas das outras.

3. REALIDADE AUMENTADA APLICADA A JOGOS DE TABULEIRO

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se primeiramente uma pesquisa bibliográfica, de modo a compreender as características da RA, os elementos necessários para um jogo de tabuleiro, as técnicas implantadas no processo de criação de aplicativos de RA, assim como estudo de trabalhos correlatos e jogos comercializados com essa tecnologia.

Em um segundo momento, foi idealizado o jogo demonstrativo a partir dos estudos prévios, e definido as ferramentas para sua implementação.

No processo de desenvolvimento do jogo foram providas as configurações e elementos necessários para o seu desenvolvimento, assim como a obtenção de modelos tridimensionais gratuitos de modo a possibilitar uma imersão maior.

Após o levantamento das informações foi criado um jogo de tabuleiro imersivo utilizando as técnicas e ferramentas encontradas na bibliografia, mostrando como é possível produzir um jogo utilizando RA.

3.1. Ferramentas utilizadas

Nesta subseção serão apresentadas as tecnologias presentes no projeto, assim como suas características e uma breve contextualização do porquê de suas escolhas.

3.1.1. Unity

Dentre as ferramentas utilizadas para a criação do jogo, a principal foi o motor gráfico Unity, uma plataforma de desenvolvimento em tempo real capaz de unir tanto a modelagem de objetos, suas animações e codificação, além de ser multiplataforma, ou seja, possui compatibilidade com diversos sistemas operacionais distintos, como, Windows, Linux, MacOs, Android entre outras. Tal ferramenta possibilita a criação de jogos 2D e 3D, além de possuir uma documentação de qualidade e contar com uma comunidade muito ativa “A comunidade Unity, é o ponto mais forte da Engine, pois há muitos desenvolvedores online que sempre estão ajudando ou precisando de ajuda[...]” (ENG, 2015). Contudo, no escopo do projeto, sua maior qualidade se deu por sua facilidade na criação de aplicações RA, permitindo a integração com algumas tecnologias que serão debatidas mais à frente. A versão do programa utilizada no desenvolvimento do jogo foi a 2020.3.4f1, por se tratar da última versão LTS (*Long-term support*) da aplicação no momento inicial do projeto.

3.1.2. Vuforia

Trata-se de um *Software Development Kit* (SDK) que permite, em conjunto com a plataforma Unity, criar aplicações que utilizam RA. Basicamente, ele consegue fazer o rastreamento de imagens planas e objetos 3D em tempo real, permitindo posicionar elementos virtuais 3D, vídeos, e outras mídias nesses marcadores, fazendo com que haja a interação de elementos reais e virtuais. Na Figura 10 pode-se observar a imagem tirada a partir da câmera do computador e na Figura 11 o resultado da integração com a tecnologia do Vuforia Engine, gerando a inclusão de um mouse virtual ao ambiente.

Figura 10 - Imagem da webcam
(Fonte: Imagem autoral)

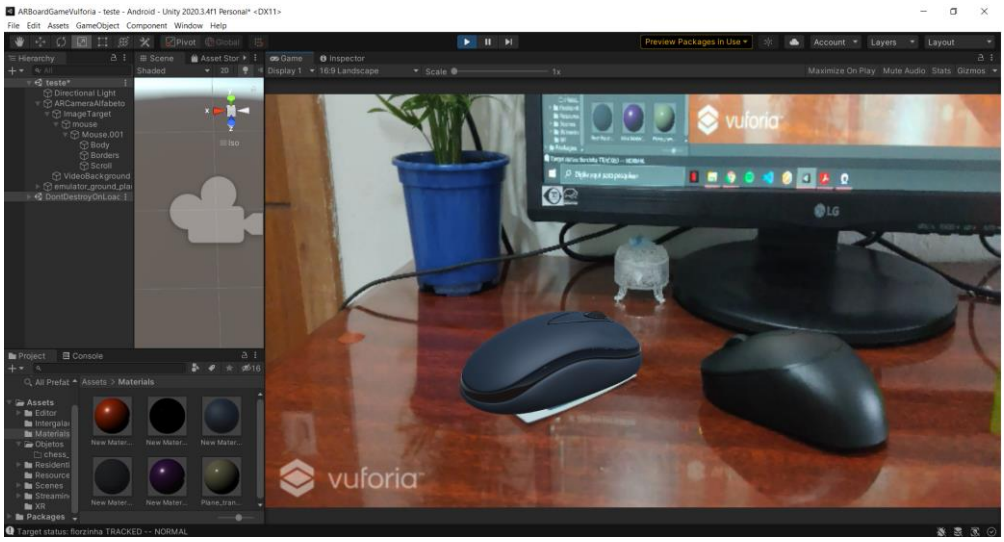

Figura 11 - Imagem com processamento do Vulforia Engine
(Fonte: Imagem autoral)

Os marcadores precisam ser gerados no site oficial da Vuforia e serem previamente importadas ao Unity, tema abordado no decorrer do trabalho. A opção por utilizá-lo veio tanto devido ao estudo prévio, onde está presente no jogo PaleoExtinção, quanto nas informações de sua utilização encontradas em sua comunidade, sites e vídeos.

A versão utilizada no projeto foi a 10.2, última versão no momento inicial do projeto.

3.1.3. Blender

Durante o processo de construção do jogo teve-se a necessidade de utilizar um programa de modelagem para adequação dos objetos selecionados, assim como algumas modificações de cores. Visto isso, foi optado por utilizar a ferramenta de modelagem Blender por ser gratuita e por conta da experiência prévia na utilização da mesma.

A versão utilizada do programa foi a 2.82.7 por já se encontrar instalada na máquina de produção do jogo.

3.2. Trilha do alfabeto

O jogo escolhido para essa demonstração foi a trilha do alfabeto, jogo educacional que utiliza um tabuleiro simples, sem qualquer tecnologia de RA, nele o jogador percorre um caminho onde cada casa é representada por uma letra diferente do alfabeto. Ao jogar o dado, o jogador percorre com o seu peão o número de casas indicado. Após a jogada, o usuário posiciona seu peão na letra determinada e objetivamente lista dois grupos de palavras iniciados com ela. Podemos observar o tabuleiro do jogo na Figura 12.

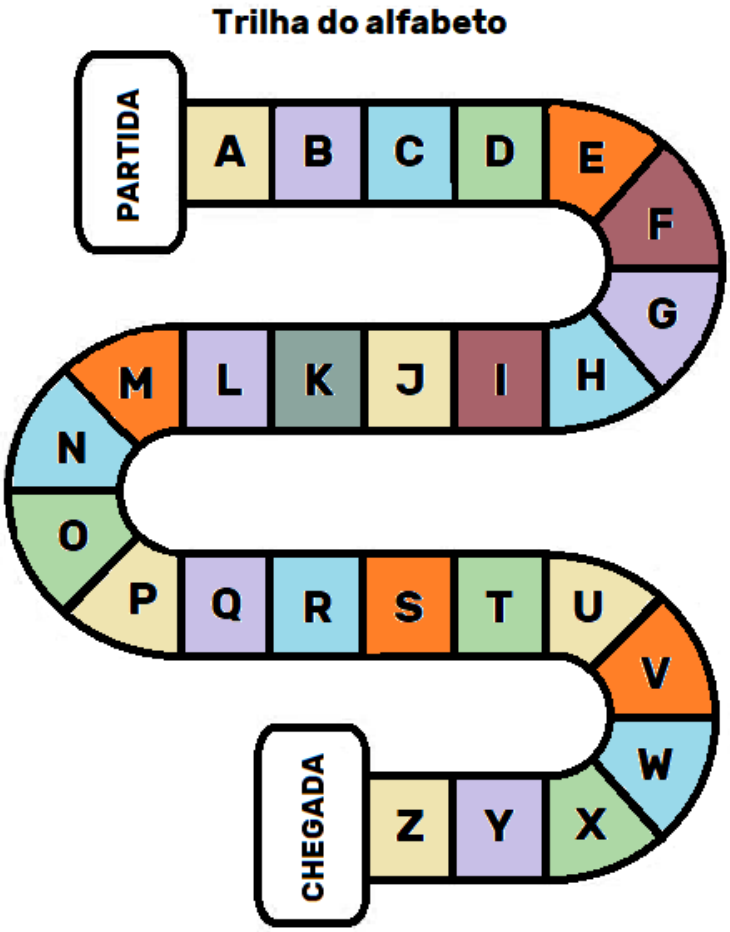

Figura 12 - Tabuleiro do jogo, trilha do alfabeto.
(Fonte: Imagem autoral)

O tabuleiro foi desenvolvido baseado em alguns modelos encontrados na internet. Sua coloração foi definida utilizando cores aleatórias.

3.2.1. Modificação

Para uma melhor demonstração da RA foi necessário efetuar uma modificação no jogo já existente. Para isso, a última etapa ao qual o jogador apresenta as palavras correspondentes foi alterado.

No escopo definido, foram acrescentadas 26 cartas, representando as vinte e seis letras do alfabeto brasileiro, utilizadas como marcadores para integração com a RA. Assim, quando o jogador cair em uma determinada letra será apresentado a carta correspondente sendo possível visualizar, ao direcionar a câmera, um objeto 3D com a letra inicial integrada ao ambiente real.

3.3. Cartas

Devido à técnica de rastreamento de imagens utilizado pelo Vulforia, fez-se necessário a criação de cartas específicas para serem usadas como marcadores na integração com a tecnologia. Para isso, algumas características precisaram ser consideradas no processo de desenvolvimento.

3.3.1. Classificação por estrelas

O Vuforia utiliza pontos de reconhecimento para verificar uma imagem e diferenciá-la de outras (VUFORIA, c2021). Para isso, algumas características precisam ser colocadas para aumentar a avaliação das cartas criadas. O site do Vulforia apresenta alguns atributos necessários e seus devidos exemplos para isso (Tabela 1).

Atributo	**Exemplo**
Rico em detalhes	Cena de rua, grupo de pessoas, colagens e misturas de itens e cenas de esportes são bons exemplos.
Bom contraste	Imagens com regiões claras, escuras e áreas bem iluminadas funcionam bem.
Sem padrões repetitivos	Empregue recursos exclusivos e gráficos distintos cobrindo o máximo possível do alvo para evitar simetria, padrões repetidos e áreas sem recursos.
Formato	Deve ser de 8 ou 24 bits PNG e JPG formatos; menos de 2 MB de tamanho; JPGs devemos ser RGB ou escala de cinza (não CMYK)

Tabela 1 - Atributos e exemplos para criação dos marcadores no Vuforia (Fonte: https://library.vuforia.com/features/images/image-targets/best-practices-for-designing-and-developing-image-based-targets.html. Acesso em: 05 jun 2021)

Um exemplo do processo de criação das cartas pode ser visto a seguir. A Figura 13 mostra o resultado de uma simples carta com apenas a letra “A”

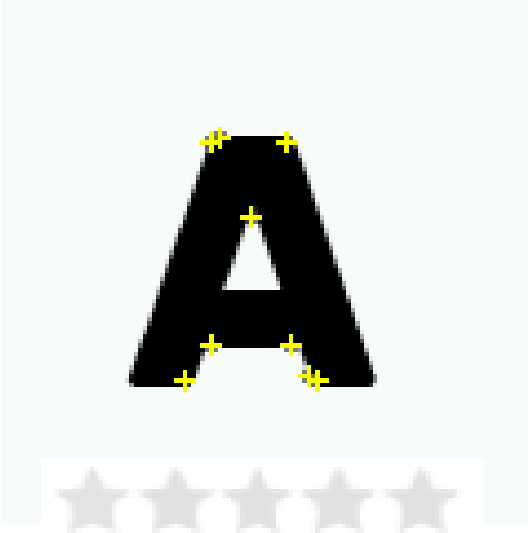

Figura 13 - Carta teste com a letra “A”, seus pontos de reconhecimento e classificação do Vulforia.

(Fonte: Imagem autoral)

A partir dessa classificação foi necessário utilizar as técnicas presentes na Tabela 1 visando sua melhora.

3.3.2 Utilização de Código QR

Devido à baixa classificação utilizando imagens simples de letras, teve-se a ideia de acrescentar, para cada carta, um código QR único de modo a aumentarmos sua classificação. Para isso foi utilizado uma aplicação *web* gratuita, o QRCode Monkey (QRCode, 2020?).

O site nada mais é que um gerador de código QR *online*, nele é possível gerar códigos com conteúdo personalizável, podendo ser incluído logos de marcas e autênticas, URL de sites, endereços eletrônicos, telefones, entre outros. No caso, como se trata de uma descrição simples, foi optado por passar uma logo com a letra referente a cada carta e uma breve descrição sobre ela.

A partir disso, chegamos à criação de uma carta com a avaliação máxima no Vuforia (Figura 14).

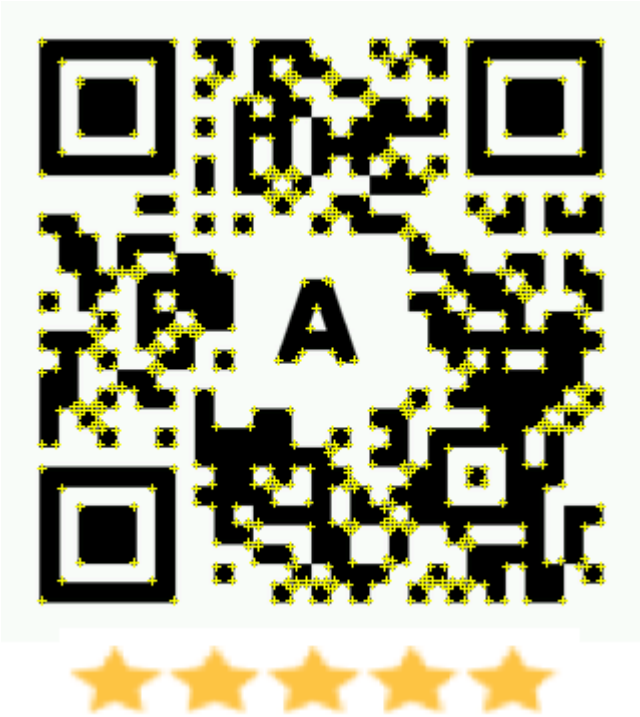

Figura 14 - Carta criada a partir da aplicação *web* QRCode Monkey, seus pontos de reconhecimento e classificação do Vuforia

(Fonte: Imagem autoral)

O processo de criação das cartas utilizando QRCode Monkey foi replicado para todas as letras do alfabeto, gerando no final as 26 cartas necessárias para o jogo, todas com classificação máxima.

3.4. Objetos utilizados

Para garantir a imersão entre o mundo real e virtual, um passo muito importante está na escolha dos objetos 3D que farão parte deste cenário, considerando principalmente o aspecto visual, suas texturas e materiais presentes no mesmo. Porém, para conseguir esse perfil de características, se faz necessário um estudo específico de modo a garantir a excelência, algo que não faz parte do tema abordado na produção desse jogo em específico.

Partindo disso, uma alternativa encontrada se deu na obtenção de objetos 3D livres e com licença de uso pessoal para a construção do jogo. O site escolhido foi o Free3d (Free3D, 2020?) por contar com uma grande coleção de objetos gratuitos,

nele, tem-se uma variedade de categorias, com vários objetos em cada uma delas, como a de veículos, personagens, aeronaves, animais, plantas, entre outras.

3.5. Construção do jogo

Levantados os requisitos necessários para a construção do jogo, com as cartas — marcadores para a integração com o ambiente físico — e tendo os objetos destinados a cada letra inicial do jogo, partiu-se para a construção da solução com o motor gráfico Unity.

Para a criação do jogo de tabuleiro com RA na plataforma Unity foi necessário efetuar 4 etapas, sendo elas: configuração da plataforma Unity, criação dos elementos da visão computacional, inclusão dos marcadores e o posicionamento dos objetos 3D.

3.5.1. Configuração da plataforma Unity

Primeiramente, na tela inicial do programa será solicitado a versão para rodar a aplicação, assim como o tipo de modelo para o projeto. No caso, a versão escolhida foi a 2020.3.4f1 e o modelo referente ao desenvolvimento foi o de objetos 3D.

Ao inicializar a plataforma, nas configurações, é necessário ativar o Vuforia, para isso é preciso instalá-lo em seu site oficial e importá-lo dentro do Unity. Assim que a importação estiver concluída a aplicação estará toda configurada e pronta para o desenvolvimento do jogo.

3.5.2. Criação dos elementos da visão computacional

O diferencial entre um jogo comum na plataforma para um com RA se dá, principalmente, na escolha da câmera a ser utilizada para demonstrar uma perspectiva. Por padrão, ao entrar no Unity a câmera pré-configurada tem como objetivo demonstrar um cenário montado, geralmente com objetos estáticos que acompanham o personagem principal, ideal para jogos sem visão computacional, porém, para o estudo específico é preciso utilizar uma capaz de trazer a imersão necessária. É o que propõe a encontrada nos componentes do Vuforia, intitulada de ARCamera, (VUFORIA, c2021) “Este é um objeto de jogo de câmera Unity que inclui o VuforiaBehaviour para adicionar suporte a aplicativos de realidade aumentada para dispositivos portáteis e óculos digitais”, ela permite trazer a imersão ao ambiente em conjunto com os demais componentes (apresentados posteriormente), chegando ao objetivo esperada para o projeto.

3.5.3. Inclusão dos marcadores

Além da visão com RA, outra etapa fundamental definida no escopo do projeto se dá pela utilização dos marcadores. Como discutido anteriormente, na plataforma online do Vuforia foram configuradas as 26 cartas que serão utilizadas como marcadores para os objetos 3D. Nessa etapa, implica a utilização dessas imagens dentro do software, para isso, basta efetuar o download do *database* e importá-lo com a configuração própria para Unity (Figura 15), após isso, todas as cartas estarão disponíveis para serem utilizadas como marcadores.

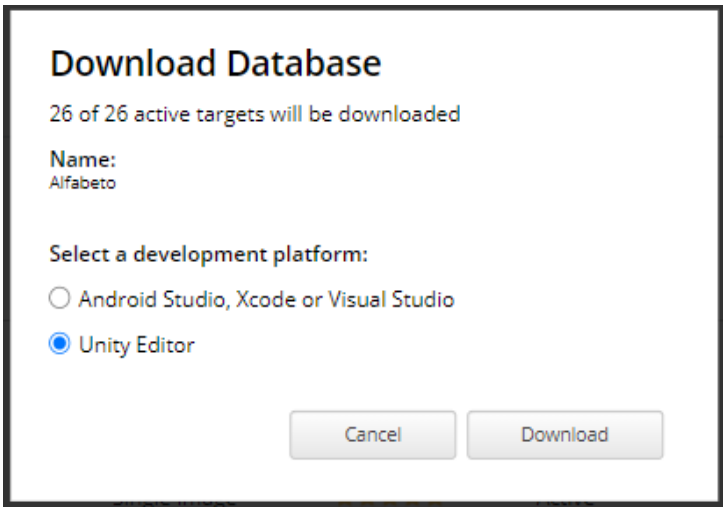

Figura 15 - Download do database no site do Vuforia
(Fonte: Imagem autoral)

Para completar essa etapa efetivamente, deve-se inserir, dentro do componente ARCamera, o elemento capaz de usufruir das imagens previamente importadas, para isso, faz-se suficiente a inclusão do ImageTarget, segundo seu site oficial (Vuforia, c2021).

> "O mecanismo detecta e rastreia a imagem comparando os recursos naturais extraídos da imagem da câmera com um banco de dados de recursos de destino conhecido. Assim que o alvo da imagem for detectado, o Vuforia Engine rastreará a imagem e aumentará seu conteúdo perfeitamente".

Dentro dele, em suas configurações, é possível selecionar o *database* assim como o grupo de imagens, referenciado anteriormente (Figura 16), concluindo assim esse passo do projeto.

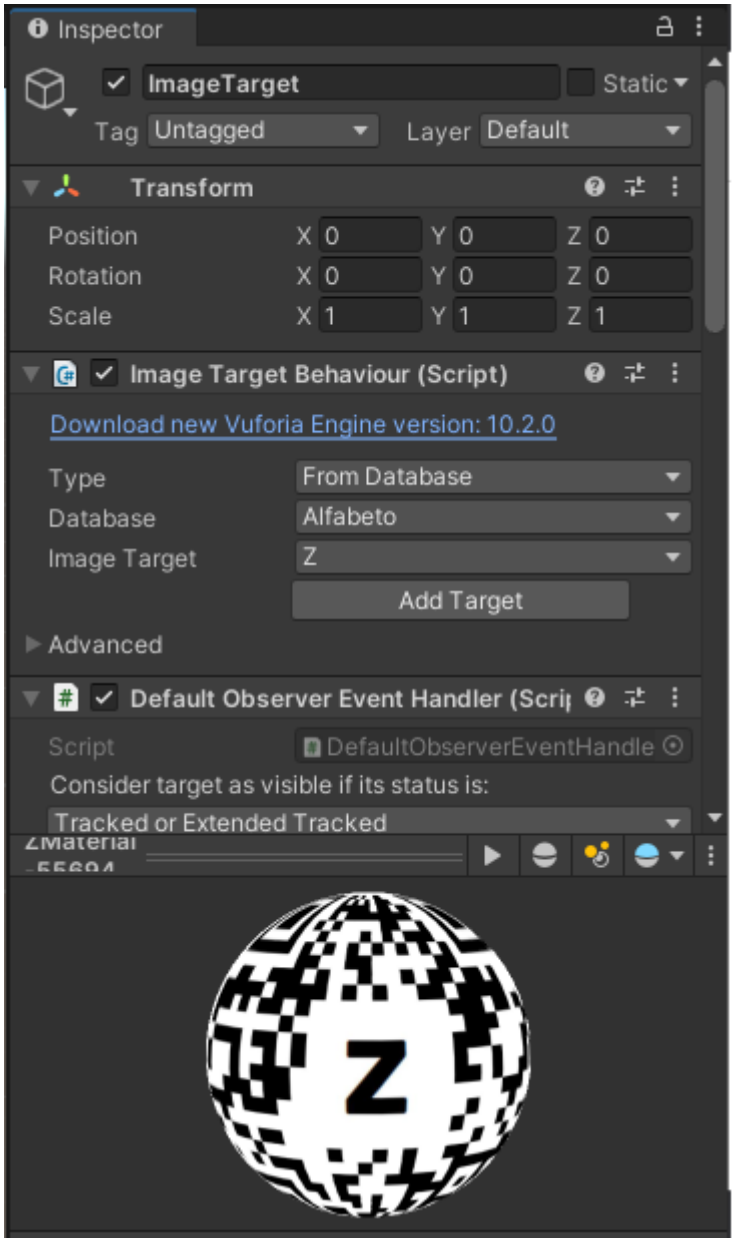

Figura 16 - Imagens disponíveis na plataforma Unity
(Fonte: Imagem autoral)

3.5.4. Importação e posicionamento dos objetos 3D

Após a conclusão dos estágios anteriores, a tecnologia do Vuforia será capaz de rastrear o marcador e aumentar o seu conteúdo, como descrito em seu site oficial (Vuforia, c2021). O conteúdo utilizado na construção do jogo de tabuleiro são os objetos 3D anteriormente citados. Em sua utilização é necessário a importação de cada um deles dentro do componente ImageTarget referente a letra inicial do seu

nome, um exemplo seria o objeto 3D de um óculos que estaria dentro do marcador da letra “O”. (Figura 17)

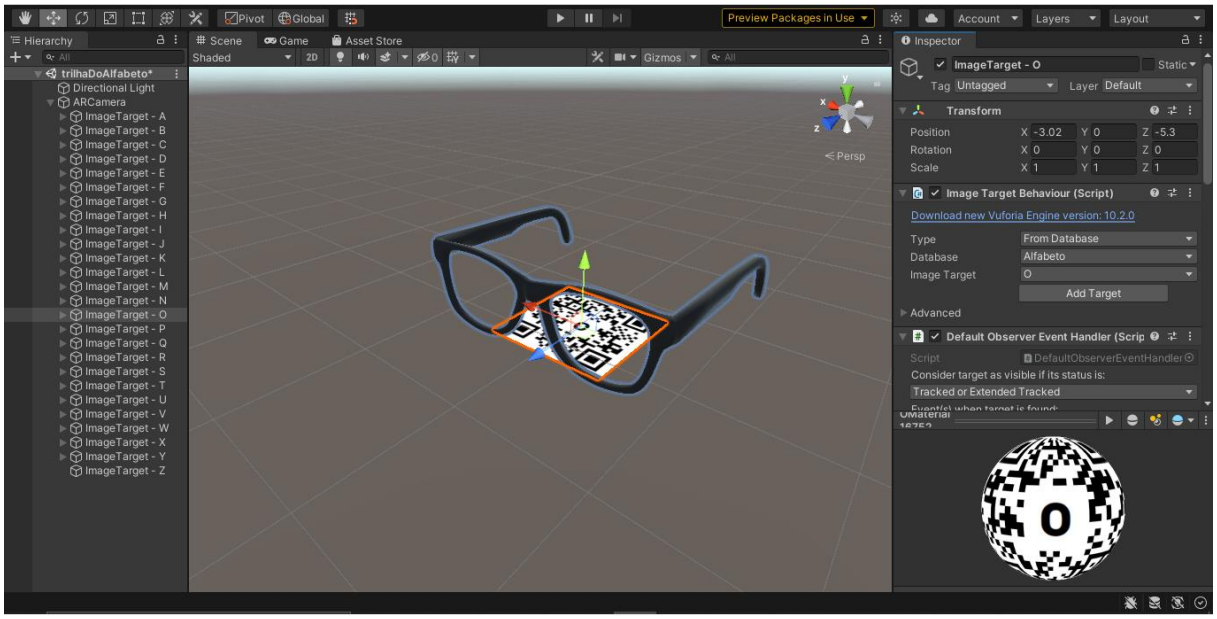

Figura 17 - Exemplo de utilização do ImageTarget com um Óculos
(Fonte: Imagem autoral)

Posteriormente à importação do objeto, deve-se adequar o posicionamento referenciando diretamente o ImageTarget, assim como seu redimensionamento visando a adequação para com a RA.

4. DESIGN DO GAME

Efetuado todo processo descrito no capítulo anterior, o resultado obtido foi um jogo de tabuleiro imersivo capaz de utilizar a visão computacional diretamente no ambiente real.

4.1. Tabuleiro do jogo

O tabuleiro, após sua construção, foi impresso em papel verge de modo a garantir uma maior rigidez e durabilidade para o uso (Figura 18).

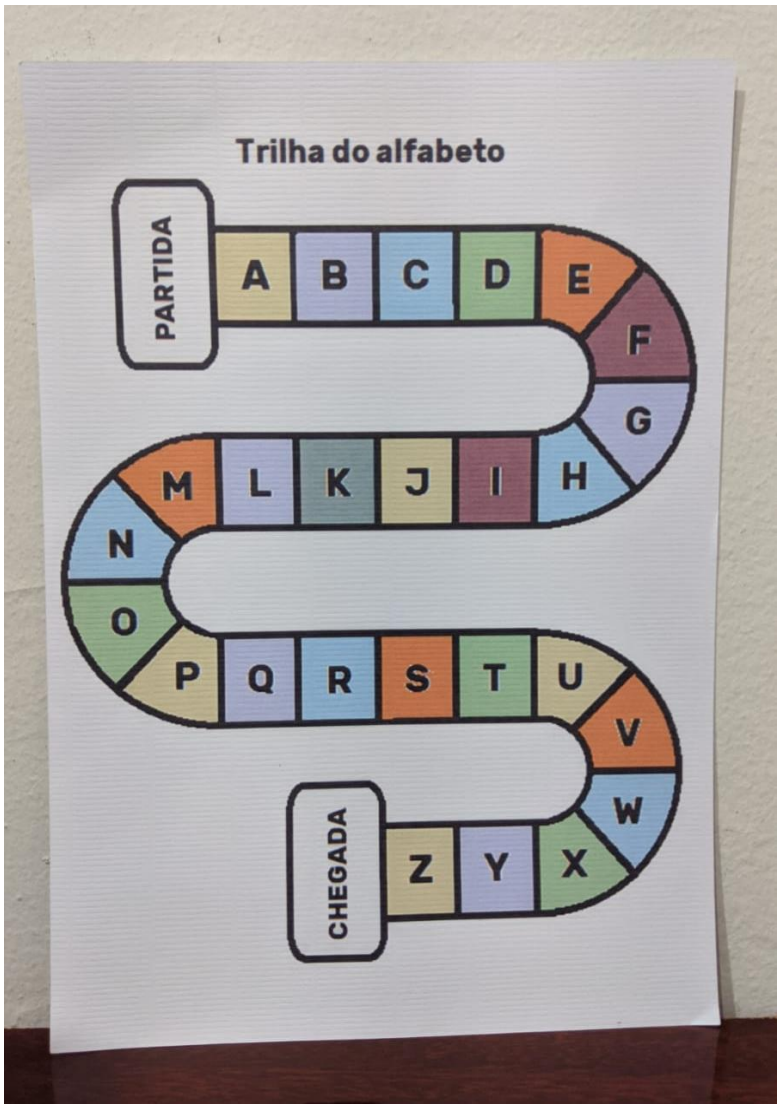

Figura 18 - imagem do tabuleiro de trilha do alfabeto
(Fonte: Imagem autoral)

4.2. Cartas do jogo

No total, foram geradas 26 cartas a partir do processo de fabricação, tendo sido obtido um proceder satisfatório. A seguir é possível visualizar o resultado (Figura 19).

Figura 19 - Resultado das 26 cartas impressas
(Fonte: Imagem autoral)

5. RESULTADOS

A implementação do jogo resultou em um protótipo satisfatório, no qual os objetos 3D são gerados automaticamente ao apontar a câmera nos pontos de reconhecimento das cartas. Além disso, os objetos são persistentes no ambiente, ou seja, ao efetuar qualquer movimento nos marcadores os elementos são movimentados em tempo de execução, algo que traz ainda mais imersão ao jogo.

É possível ainda a visualização de mais elementos simultâneos na mesma cena, porém, ao adicionar muitos objetos ocorre uma dificuldade da aplicação em reconhecê-los.

O resultado envolvendo a integração de todos os elementos individuais citados pode ser observado em duas jogadas de teste. Na Figura 20 temos a execução da jogada inicial, nela o jogador arremessa o dado tendo como resultado o número 1, assim, o jogo é iniciado e percorrido com o peão de teste apenas uma casa do tabuleiro, estacionando na letra de valor “A”. Após isso, o jogador identifica a carta correspondente e aponta a câmera do dispositivo em sua direção, gerando o objeto “Arvore” a cena real.

Figura 20 - Objeto de letra “A” (Árvore) transportado ao ambiente real

(Fonte: Imagem autoral)

Em uma jogada posterior (Figura 21), o usuário lança novamente o dado e como resultado se obtém o número 2, o jogador então percorre da casa “A” até a de

valor “C”, nesse momento refaz os mesmos passos anteriores, escolhendo a carta correspondente e direcionando a câmera do aparelho para o objeto equivalente, no caso o objeto utilizado foi o “Carro”.

Figura 21 - Objeto de letra “C” (Carro) transportado ao ambiente real
(Fonte: Imagem autoral)

A mesma ideia é aplicada até o jogador percorrer todo o tabuleiro, chegando ao final na casa “CHEGADA” e finalizando o jogo.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma pesquisa direcionada à inclusão da RA em jogos de tabuleiro, buscando assim uma maior imersão, mostrando as tecnologias utilizadas atualmente por companhias de jogos comerciais, assim como pesquisadores acadêmicos. Para isso, foi demonstrada sua aplicação em um jogo teste, intitulado de “Trilha do alfabeto”. No desenvolvimento deste jogo foi possível utilizar as técnicas e ferramentas disponíveis e efetivamente produzir um jogo de tabuleiro com RA. Embora o objetivo do trabalho tenha sido alcançado, ainda é possível aplicar algumas melhorias no resultado final.

6.1. Dificuldades encontradas

No processo de desenvolvimento foram encontradas algumas dificuldades na obtenção de objetos 3D tendo letras iniciais com poucos objetos referentes à língua portuguesa, como as letras W, X, Y e Z.

Ainda no processo de desenvolvimento do jogo exemplo, outra dificuldade foi a obtenção de modelos tridimensionais funcionais. Isso ocorreu por conta de serem objetos gratuitos, onde geralmente se encontram em sua versão mais básica, sem texturas e materiais para darem a cor. Devido a esse empecilho, as cores de muitos objetos foram incluídas manualmente.

Também pode-se notar que, após os testes, ao utilizar muitas cartas com padrões parecidos (QRCode), mesmo realizando a abordagem recomendada, o Vuforia apresenta uma certa dificuldade em identificar os marcadores e apresentar o objeto referente a ela. Uma atualização das cartas definindo padrões diferentes ao QRCode poderia ser a solução para tal dificuldade.

6.2. Trabalhos futuros

Para trabalhos futuros seria interessante desenvolver jogos de tabuleiros educacionais por meio de design participativo, envolvendo professores, educadores e alunos.

Além disso, seria interessante criar os modelos tridimensionais de modo a não depender de bases abertas, podendo também possuir um determinado padrão de tamanho e a possibilidade de criar objetos para cada faixa etária dos estudantes

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W.; ALVES, R. (2011). Colossus ARena: protótipo de game usando realidade aumentada. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/235124418.pdf>. Acesso em: 25 jun 2021.

ALVES, D. Jogos de tabuleiro fazem sucesso mesmo em era tecnológica. CURIOSAMENTE, [2020?]. Disponível em: <http://curiosamente.diariodepernambuco.com.br/project/os-jogos-de-tabuleiro-nos-tempos-da-tecnologia/>. Acesso em: 18 out 2021.

Azuma, R. T. (1993) “Tracking Requirements for Augmented Reality”, Communications of the ACM, p. 50-51.

BIRAIS, P. Realidade aumentada na educação: como utilizar?. LAYERS EDUCATION, 2020. Disponível em: <https://blog.layers.education/realidade-aumentada-na-educacao-como-utilizar/>. Acesso em: 16 ago 2021.

BoardGame, 2021. Disponível em: <https://boardgamegeek.com/browse/boardgame>. Acesso em: 23 set. 2021.

CONSULARO, L. A., CALONEGO Jr, N., DAINESE, C. A., GARBIN, T. R., KIRNER, C., TRINDDE, J., & FIOLHAIS, C. (2004). Realidade Virtual: Uma Abordagem Prática. Livro dos Minicursos do SVR2004, SBC. ARToolKit: Aspectos Técnicos e Aplicações Educacionais. São Paulo: CARDOSO, A; LAMOUNIER Jr, E. Editores.

EDUARDO, Diego. Porque utilizar o Unity?. ENG, 2015. Disponível em: <https://www.eng.com.br/artigo.cfm?id=17&post=porque-utilizar-o-unity-?>. Acesso em: 10 out. 2021.

ESTRELA. Como Jogar o Novo Detetive com Realidade Aumentada, 2018. Disponível em: <https://blog.estrela.com.br/como-jogar-novo-detetive/>. Acesso em: 09 jul 2021.

EYNG, G. L. (2019). PaleoExtinção: Jogo em realidade aumentada para o ensino de paleontologia. TCC (Bacharel em Engenharia de Software) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, p. 66. 2019.

Free3D. Sobre nós, [2020?] <https://free3d.com/about> Acesso em: 07 dez 2021.

GARCIA, R. Doze antigos jogos de tabuleiro. VEJA SÃO PAULO, 2017. Disponível em: <https://vejasp.abril.com.br/blog/memoria/doze-antigos-jogos-de-tabuleiro/>. Acesso em: 12 ago 2021.

Jeff Howard. Quest: design, theory, and history in games and narratives. Ak Peters Series. A.K. Peters, 2008.

La Carreta, Marcelo. Um Campo Reticulado, Meeples, Itens, Desafios e três Design Tricks a gosto: Quest 3x4, método para criação de jogos de tabuleiro. XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, p. 1076-1079, 2017.

QRCode. The Free QR Code Generator for High Quality QR Codes, [2020?] <https://www.qrcode-monkey.com/#about> Acesso em: 07 dez 2021.

Rollefson, G. (1992). A Neolithic Game Board from ʿAin Ghazal, Jordan. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research, (286)*, 1-5.

SILVA, B. Tilt Five: Esqueça tudo que você conhece sobre jogos de tabuleiro, 2019. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/tecnologia/27803-tilt-five-esqueca-tudo-que-voce-conhece-sobre-jogos-de-tabuleiro>. Acesso em: 12 jul 2021.

TILT FIVE. THE TILT FIVE™ HOLOGRAPHIC GAMING SYSTEM <https://www.tiltfive.com/the-system>. Acesso em: 07 dez 2021.

VUFORIA. Best Practices for Designing and Developing Image-Based Targets, c2021. Disponível em:<https://library.vuforia.com/features/images/image-targets/best-practices-for-designing-and-developing-image-based-targets.html>. Acesso em: 05 jun 2021.

VUFORIA. Getting Started with Vuforia Engine in Unity, c2021. Disponível em:< https://library.vuforia.com/getting-started/getting-started-vuforia-engine-unity>. Acesso em: 08 dez 2021.

VUFORIA. Image Targets, c2021. Disponível em:< https://library.vuforia.com/objects/image-targets>. Acesso em: 08 dez 2021.

ZORZAL, R..; CARDOSO, A. Realidade Aumentada Aplicada em Jogos Educacionais,.In: V Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais - WEIMIG, 2006, Ouro Preto, 2006.