



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

VINICIUS TOMAZ OLIVEIRA COSTA MASCARENHAS

**RASTREAMENTO OCULAR EM *FRAMEWORK* PARA O DESENVOLVIMENTO DE
JOGOS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA MOTORA**

TERESINA, PIAUÍ

2019

VINICIUS TOMAZ OLIVEIRA COSTA MASCARENHAS

RASTREAMENTO OCULAR EM *FRAMEWORK* PARA O DESENVOLVIMENTO DE
JOGOS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA MOTORA

Projeto apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Orientador: Prof. Me. Francisco Marcelino Almeida de Araújo

TERESINA, PIAUÍ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Mascarenha, Vinicius Tomaz Oliveira Costa

M395r Rastreamento ocular em framework para o desenvolvimento de jogos para portadores de deficiência motora / Vinicius Tomaz Oliveira Costa Mascarenha. - 2019.
32 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2019.

Orientador : Prof Me. Francisco Marcelino Almeida de Araújo.

1. Rastreamento ocular. 2. Serious games. 3. Acessibilidade. I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

VINICIUS TOMAZ OLIVEIRA COSTA MASCARENHAS

RASTREAMENTO OCULAR EM *FRAMEWORK* PARA O DESENVOLVIMENTO DE
JOGOS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA MOTORA

Projeto apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Aprovado pela banca examinadora em _____.

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. Me. Francisco Marcelino
Almeida de Araújo**

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Profa. Dra. Bruna de Freitas
Iwata**

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof. Me. Duany Dreyton
Bezerra Sousa**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Prof. Heinrich Hertz Silva
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

TERESINA, PIAUÍ

2019

RESUMO

Em pesquisas levantadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), dados alarmantes sobre doenças motoras são divulgados, nas quais é apresentado que 7% da população brasileira apresenta algum tipo de deficiência motora. A indústria de jogos é o ramo do entretenimento que mais lucra atualmente, mas apesar disso a área de games adaptados para pessoas portadoras de deficiência motora é pouco explorada. Pensando nisso, este trabalho se propõe a desenvolver um ambiente de trabalho (*Framework*) para facilitar a criação de jogos acessíveis utilizando o rastreamento ocular, dando, assim, a possibilidade de se jogar usando apenas os olhos.

Palavras-chaves: Rastreamento Ocular, Serious games, Acessibilidade

ABSTRACT

In surveys by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), alarming data on motor diseases are disclosed, which shows that 7% of the Brazilian population has some type of motor disorder. One of the most profitable gaming industries or entertainment industries today, but nonetheless, it is a gaming area that is tailored for people with disabilities or low mobility. With this in mind, this work can develop a Framework work environment to make it easier to create games that can use eye tracking, thus giving you the ability to play using your eyes only.

Key-words: Eye Tracking, Serious games, Accessibility

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – População com deficiência no Brasil	10
Figura 2 – Tobii Eye Tracker 4C x Tobii EyeX	13
Figura 3 – Software Tobii	19
Figura 4 – Hardware Tobii	19
Figura 5 – Calibragem de pontos do Tobii	20
Figura 6 – Tela de teste de calibragem do Tobii	20
Figura 7 – Exemplos de uso do Tobii na Unreal	21
Figura 8 – Controller da <i>framework</i>	22
Figura 9 – Auxílio visual	22
Figura 10 – Objetos posicionados no cenário	23
Figura 11 – Objetos mudando de cor	24
Figura 12 – Objeto explodindo	24
Figura 13 – Arquitetura do sistema	25
Figura 14 – Tabuleiro	26
Figura 15 – Jogo finalizado	26
Figura 16 – Código da interação com a API	27
Figura 17 – API de coleta de dados	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LIS	Síndrome Locked-in
AVC	Acidente vascular cerebral
PC	Paralisia cerebral
ELA	Amiotrófica esclerose lateral
TDI	Transtorno Invasivo do Desenvolvimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
USB	Universal Serial Bus
SDK	Software development kit
API	Interface de Programação de Aplicativos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Justificativa	10
1.2	Objetivos	11
1.2.1	Objetivo Geral	11
1.2.2	Objetivos Específicos	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Tobii Eye Tracker	12
2.2	Unreal Engine 4	14
2.3	Python	14
2.4	Django	14
2.5	Estado da arte	14
2.5.1	Rastreamento Ocular para acessibilidade	14
2.5.2	Rastreamento Ocular para detecção de comportamento ou interesses	15
3	TRABALHOS RELACIONADOS	16
3.1	Gazing at Games: UMA INTRODUÇÃO AO CONTROLE DE RASTREAMENTO DE OLHOS	16
3.2	Rastreio de estrabismo por Eye Tracker e jogos	16
3.3	Avaliação do efeito de aprendizagem de jogos educativos digitais adaptativos com rastreamento ocular	17
4	FRAMEWORK	18
4.1	Tobii Eye Tracker	18
4.1.1	Instalando o Tobii EyeX(<i>Hardware</i>)	18
4.1.2	Instalando o Tobii EyeX(<i>Software</i>)	18
4.2	Unreal Engine 4	21
4.2.1	Tobii na Unreal Engine 4	21
4.2.2	Construção do <i>framework</i>	21
4.3	Sistema de coleta de dados	24
4.4	<i>Eye memory</i> - Jogo de memória	25
4.4.1	Objetivos do jogo	25
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Na pesquisa mais recente sobre o assunto foi constatado que 23,9% dos brasileiros sofrem com alguma deficiência, segundo dados levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística(IBGE) e entre essas doenças estão as motoras que atingem 13,2 milhões de brasileiros, o equivalente a 7% da população brasileira[G1, 2012].

As doenças motoras impossibilitam os brasileiros a desempenhar funções básicas no seu cotidiano. Algumas destas doenças são: Paralisia cerebral(PC), acidente vascular cerebral(AVC),esclerose lateral amiotrófica(ELA), Síndrome *Locked-in*(LIS), Etc. A maioria destas enfermidades afetam especialmente as funções motoras, mas, preservam as funções cognitivas do indivíduo como pode ser visto no trabalho de Pal[Pal; Mangal; Khosla, 2017]. Um exemplo claro de disfunção motora que não prejudica o movimento ocular é a síndrome de Locked-in, que consiste em uma condição rara em que um paciente humano apresenta os músculos voluntários paralisados, porém, mantém todas as funções cognitivas em perfeito estado[LEONEL et al., 2016]. Pessoas com que sofrem com a síndrome de Locked-in ou outra doença motora são praticamente impossibilitadas de realizar algumas funções corriqueiras devido a dificuldade de manusear seus membros, principalmente os braços, o que o restringe algumas mídias de entretenimento, uma dessas mídias é a de jogos eletrônicos.

Os empreendimentos relacionados a games estão em uma crescente e é uma das que mais lucram no meio do entretenimento, superando até mesmo a indústria do cinema e da música [HARADA, 2016], grande parte deste sucesso se deve pela diversidade de gêneros existente nos jogos, por exemplo jogos de ação, aventura, esporte e etc. Dentre os gêneros, pode-se encontrar uma modalidade de jogos chamado de *serious games* que tem como foco jogos especializado para alguma área, como por exemplos jogos na área médica, desenvolvidos especialmente para reabilitação de pacientes que possuem alguma doença, que vão desde de problemas de visão à deficiências motoras.

Uma área pouco explorada no ramo dos games são jogos desenvolvidos com o controle ocular que invés do controle tradicional, visto que, diversas pessoas são incapazes de controlar um jogo de formas convencionais. Uma campo que vem crescendo com certa relevância é a de *Eye Tracking*(Rastreamento Ocular) como pode ser visto em pesquisas usando rastreamento ocular como no trabalho de Xiaodong [Xiaodong et al., 2015], na qual foi feito um estudo para detectar padrões de comportamento ocular. O método de rastreamento ocular tem como objetivo o monitoramento da posição relativa dos olhos enquanto o usuário realiza tarefas que envolvam visualização de estímulos visuais.[FORSTER, 2017.]

Existem alguns equipamentos que são capazes de fazer um rastreamento ocular e um dos mais modernos em uso é o Tobii EyeX. Em conjunto com estes equipamentos, existem diversas

plataformas de desenvolvimento jogos que dão suporte para estes aparelhos, tais como a Unreal Engine 4 e o Unity. Visto isso, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma *framework* para facilitar o desenvolvimento de jogos para que pessoas que tenham alguma enfermidade motora usufruam de games que poderão ser jogados utilizando apenas os olhos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Como pode ser visto na figura 1 e sabendo que 7% da população brasileira possui pelo menos uma disfunção motora, é necessário implementar medidas substanciais que possibilitem a interação de tais indivíduos com a indústria de entretenimento, especificamente, com os games.

Figura 1 – População com deficiência no Brasil



Fonte: [G1, 2012]

Diversas ferramentas de rastreamento ocular estão disponíveis no mercado como pode ser visto no trabalho de Foster[FORSTER, 2017.]. Dentre estes aparatos, o tobii Eye se destaca pela sua tecnologia e fácil manuseio, em paralelo a isso, algumas plataformas de desenvolvimento de games oferecem suporte a tal ferramenta e um destas plataformas é a Unreal engine 4, na qual foi desenvolvido jogos aclamados pela crítica, como por exemplo: Gears of war 4, Street Fighter V, Sea of Thieves[LABS, 2019]. Tendo tudo isso em mente, é justificável o desenvolvimento de uma *framework* que auxilie o desenvolvimento de games capazes de serem jogados apenas com os olhos, levando assim, entretenimento e diversão à pessoas que diariamente sofrem para realizar atividades triviais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma *framework* dentro da Unreal Engine 4 que possibilite o uso do rastreamento ocular de forma que facilite no desenvolvimento de jogos adaptados para pessoas com disfunções motoras e para atestar a eficácia de tal plataforma, também será desenvolvido um jogo de memória feita para ser jogado utilizando apenas os olhos. Em conjunto com tudo isso a *framework* contará com um sistema que vai ser desenvolvido para coletar dados gerados durante a jogatina com o objetivo de possíveis análises clínicas ou outra finalidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver mecânicas que facilitem o uso do rastreamento ocular dentro da Unreal Engine 4;
- Incrementar objetos que possam ser interagidos utilizando apenas os olhos dentro da Unreal Engine 4 para servir de exemplo para os desenvolvedores;
- Elaborar um ambiente gráfico para demonstrar todos os objetos criados para facilitar o desenvolvimento de jogos com o rastreamento ocular;
- Projetar um jogo de memória adaptado para a plataforma desenvolvida, para que ele seja controlado apenas com os olhos; e
- Desenvolver um sistema para coletar dados gerados durante a jogatina.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para maior compreensão da realização desse trabalho, é necessário entender alguns conceitos das ferramentas e tecnologias usadas e especificamente onde o rastreamento ocular é aplicado.

2.1 TOBII EYE TRACKER

O Tobii Eye Tracker é um dispositivo de rastreamento ocular bastante poderoso e preciso, atualmente é o líder mundial de participação no mercado, utilizado em diversas áreas como médicas, psicolinguísticas e se destaca no ramo de jogos, já que, o aparelho tem um foco maior nos games. No mercado existem duas versões do tobii, a Tobii Eye Tracker 4C que custa \$ 169 e a Tobii EyeX que pode ser encontrado por \$ 139, na figura 2, é possível ver com mais detalhes a diferença entre as duas versões. Apesar do tobii Eye Tracker 4C ser melhor em diversos aspectos, foi escolhido para este trabalho o tobii eyeX, pois, é um produto mais acessível e atende perfeitamente a demanda de desenvolvimento de jogos e continua recebendo suporte total da sua fabricante.

Hoje, o tobii oferece um suporte a 144 jogos, dentre eles estão games aclamados pela crítica como Shadow of the Tomb Raider, Assassin's creed odyssey e Far Cry 5, apesar disso, nenhum jogo destes 144 são adaptados para serem jogados inteiramente com os olhos, implicando na baixa oportunidade que deficientes motores tem em desfrutar desta mídia de entretenimento. Apesar disso, ao está atrelado a jogos de reconhecimento mundial e de grande orçamento, a ferramenta tobii se prova capacitada e extremamente eficiente em dar suporte aos games.

Figura 2 – Tobii Eye Tracker 4C x Tobii EyeX

	Tobii Eye Tracker 4C	Tobii EyeX
Tamanho	17 x 15 x 335 mm (0,66 x 0,6 x 13,1 pol.)	20 x 15 x 318 mm (0,8 x 0,6 x 12,5 pol.)
Peso	95 gramas (0,21 lbs)	91 gramas (0,2 lb)
Tamanho máximo recomendado da tela	27 polegadas com proporção 16: 9 30 polegadas com proporção 21: 9	27 polegadas
Distância Operacional	20 a 37 " / 50 a 95 cm	20 - 35 " / 50 - 90 cm
Dimensões da caixa da esteira	16 x 12 " / 40 x 30 cm a 29,5" / 75 cm	16 x 12 " / 40 x 30 cm a 29,5" / 75 cm
Tobii EyeChip	sim	Não
Conectividade	USB 2.0 (cabo integrado, USB 2.0 BC 1.2)	USB 3.0 (cabo separado)
Comprimento do cabo USB	80 cm	180 cm
Acompanhamento da Cabeça	Sim (não powered by EyeChip)	Não
Compatibilidade com SO	Windows 7, 8.1 e 10 (apenas 64 bits)	Windows 7, 8.1 e 10 (apenas 64 bits)
Carga da CPU	1% (Core i7) *	10%
Consumo de energia	2,0 Watt **	4,5 watts
Taxa de Transferência de Dados USB	100 KB / s	20MB / s
Frequência	90 Hz	70 Hz
Iluminadores	Perto do Infravermelho (NIR 850nm) Apenas	Luz de fundo assistida perto do infravermelho (NIR 850nm + luz vermelha (650nm))
População de Rastreamento	97%	95%

Fonte: [TOBII, 2016]

2.2 UNREAL ENGINE 4

A Unreal Engine 4 é um motor gráfico muito dinâmico e de fácil usabilidade, o que o torna capacitado para a construção da framework proposta neste trabalho. Outro fator que leva este trabalho a utilizar a Unreal Engine 4 é o seu suporte a linguagem visual chamada Blueprint, facilitando assim, o desenvolvimento de jogos dentro da framework mesmo por pessoas que não tenham o domínio da programação em alguma linguagem convencional, como C++, C#, etc.

2.3 PYTHON

Borges [2014] afirma que, “Python é uma linguagem de altíssimo nível (em inglês, Very High Level Language) orientada a objeto, de tipagem dinâmica e forte, interpretada e interativa.”, e que tem uma sintaxe clara e concisa, que ajuda na legibilidade do código fonte e o torna mais dinâmico, Menezes [2010] também ressalta sobre a o python ter uma linguagem clara e objetiva.

2.4 DJANGO

Assim como afirma Plekhanova [2009], Django é uma framework web que incentiva o desenvolvimento agilizado, limpo e um design pragmático.

E como mostrado por Plekhanova [2009], Django é um framework de arquitetura MVT(model-view-template), que é bastante similar com a arquitetura MVC(model-view-controller), o model controla as informações da aplicação e as regras de negócio; a view é responsável por mostrar as informações para o usuário pela interface e a controller interpreta os comandos e comunica com a model para realizar as mudanças necessárias.

2.5 ESTADO DA ARTE

2.5.1 Rastreamento Ocular para acessibilidade

No trabalho de Pal[Pal; Mangal; Khosla, 2017] foi destacado a importância da comunicação para a interação de pessoas, pensando nisso, neste trabalho foi desenvolvido uma aplicação para ajudar pacientes que apresentam graves problemas motores como acidente vascular cerebral(AVC) a se comunicar através do rastreamento ocular, vale ressaltar que foi usado um aparato de rastreamento ocular chamado Tobii EyeX, além de um mouse e uma câmera.

No trabalho realizado por Leonel[LEONEL et al., 2016] tem uma certa semelhança no que foi visto no artigo de Pal[Pal; Mangal; Khosla, 2017], pois ambos envolve a comunicação de pessoas que sofrem doenças que dificultam a interação com outras pessoas, mas o que diferencia é que sua pesquisa é voltada para o desenvolvimento de uma interface se baseando nos conceitos de Interação Humano-computador(IHC) para facilitar a comunicação de pessoas que sofrem a síndrome de Locked-in.

No artigo feito pela Orsati[ORSATI, 2008] é realizado uma pesquisa para analisar se existe alguma relação entre os movimentos oculares e o Transtorno Invasivo do Desenvolvimento(TDI) mais conhecido como Transtorno da dupla personalidade como é retratado no Filme "Fragmentado"do diretor M. Night Shyamalan.

2.5.2 Rastreamento Ocular para detecção de comportamento ou interesses

Uma pesquisa feita por Forster[FORSTER, 2017.] na qual foi utiliza técnicas de rastreamento ocular para verificar se é possível identificar interesses de uma pessoa aplicando psicolinguística em cima de eventos oculomotores.

Os estudos realizados por Xiodong[Xiaodong et al., 2015] teve como objetivo constatar se existe diferença de comportamento ocular entre etnias diferentes, foi usado na pesquisa o Tobii eye tracking para fazer o rastreamento ocular enquanto as pessoas jogavam partidas de sudoku, também foi utilizado técnica de machine learning(Aprendizado de máquina) para analisar os dados coletados e chegar a conclusão que existe diferença do comportamento ocular da pessoa dependendo na sua etnia.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

3.1 GAZING AT GAMES: UMA INTRODUÇÃO AO CONTROLE DE RASTREAMENTO DE OLHOS

No livro realizado por Sundstedt[Sundstedt, 2012] apresenta uma introdução do rastreamento ocular para games, na qual, é dado foco no uso da tecnologia para dar mais imersão aos games, no trabalho apresentado, também é dado ênfase ao uso do reconhecimento de voz para criar um ambiente mais fidedigno possível. São apresentados algumas tecnologias usadas nessa área e algumas técnicas de desenvolvimento com um intuito de guiar o leitor que deseja fazer um trabalho parecido.

O trabalho conta com um capítulo inteiro dedicado para a análise ocular, com o objetivo de identificar padrões que possam ser estudado com a finalidade de desenvolver ambientes de games adaptados para que sejam controlados exclusivamente utilizando os olhos.

Como trabalhos futuros citados no livro, é relatado a possibilidade de aplicar as tecnologias dissertadas no trabalho com a finalidade de dar um foco na acessibilidade, mas não se aprofunda nas possíveis doenças que serão atacadas e nem no modo que seria feito os processos de adaptar um game feito para pessoas sem dificuldades motoras para as dificuldades de uma pessoa que tem paralisia cerebral(PC), por exemplo.

3.2 RASTREIO DE ESTRABISMO POR EYE TRACKER E JOGOS

No artigo feito por Saisara[Saisara; Boonbrahm; Chaiwiriya, 2017], apresenta uma pesquisa voltada para o estrabismo, na qual nos apresenta uma doença chamada ambliopia que é responsável por causar estrabismo em crianças. O trabalho expõe que o estrabismo pode ser totalmente curado se a triagem puder ser feita em estágio inicial. É ressaltado no artigo três métodos de rastreio de estrabismo que são: O teste de Hirschberg, teste de cobertura e teste de Krimsky.

Como é ressaltado, o rastreamento do estrabismo em crianças é um processo difícil e demorado que necessita de um ambiente especial, algo que pode se tornar chato e desinteressante o que desestimularia a criança a completar o tratamento. Pensando nisso, o objetivo do artigo é desenvolver um sistema de computador para o auxílio do rastreamento do estrabismo utilizando a combinação de jogos e dispositivos de rastreamento ocular para resultados de triagem mais precisos e exatos.

Apesar de ser usado jogos como artifício de rastreamento de estrabismo, não é usado um jogo específico desenvolvido para este tipo de doença, o que pode gerar desconforto para os pacientes após longas sessões de tratamento.

3.3 AVALIAÇÃO DO EFEITO DE APRENDIZAGEM DE JOGOS EDUCATIVOS DIGITAIS ADAPTATIVOS COM RASTREAMENTO OCULAR

No artigo feito por Law[Law, 2012] foi desenvolvido uma metodologia utilizando rastreamento ocular para investigar o efeito do aprendizado da interação com um jogo educacional adaptado. Onze participantes com idades entre 10 e 14 anos participaram da metodologia deste artigo, na qual foram submetidas a uma sessão individual que o usuário jogou durante 120 minutos um jogo educativo enquanto o equipamento de rastreamento ocular, tobii T60 realizava o mapeamento da visão dos participantes. Ao término do jogo, foi solicitado ao participante que realizasse um pós-teste e participasse de uma entrevista semiestruturada.

O trabalho chega a conclusão ao levantar dados e analisá-los que jogos educacionais incentivam os jogadores a estarem um pouco mais atentos e a absorver informações propostas pelo devido jogo, mas a faixa de tempo em que os jogadores se mantêm atentos é mais baixas do que se estivessem jogando jogos normais.

Apesar de ser usado o rastreamento ocular neste artigo, a tecnologia não foi usada diretamente para interagir com ações no jogo o que poderia prender a atenção dos jogadores por mais tempo caso fosse usado mecânicas parecidas, já que seria algo novo e pouco explorado nessa área de jogos.

4 FRAMEWORK

Este capítulo aborda a metodologia usada para desenvolver uma *framework* para facilitar o desenvolvimento de jogos utilizando rastreamento ocular com a finalidade de levar entretenimento a pessoas com deficiência motora. Para ficar claro o entendimento deste capítulo, ele será dividido em subcapítulos explicando de forma detalhada cada componente usado para possibilitar o desenvolvimento do *framework*. No final do capítulo vai ser demonstrado um game desenvolvido totalmente em cima do *framework* desenvolvida neste trabalho a fim de demonstrar a sua eficácia.

4.1 TOBII EYE TRACKER

4.1.1 Instalando o Tobii EyeX(*Hardware*)

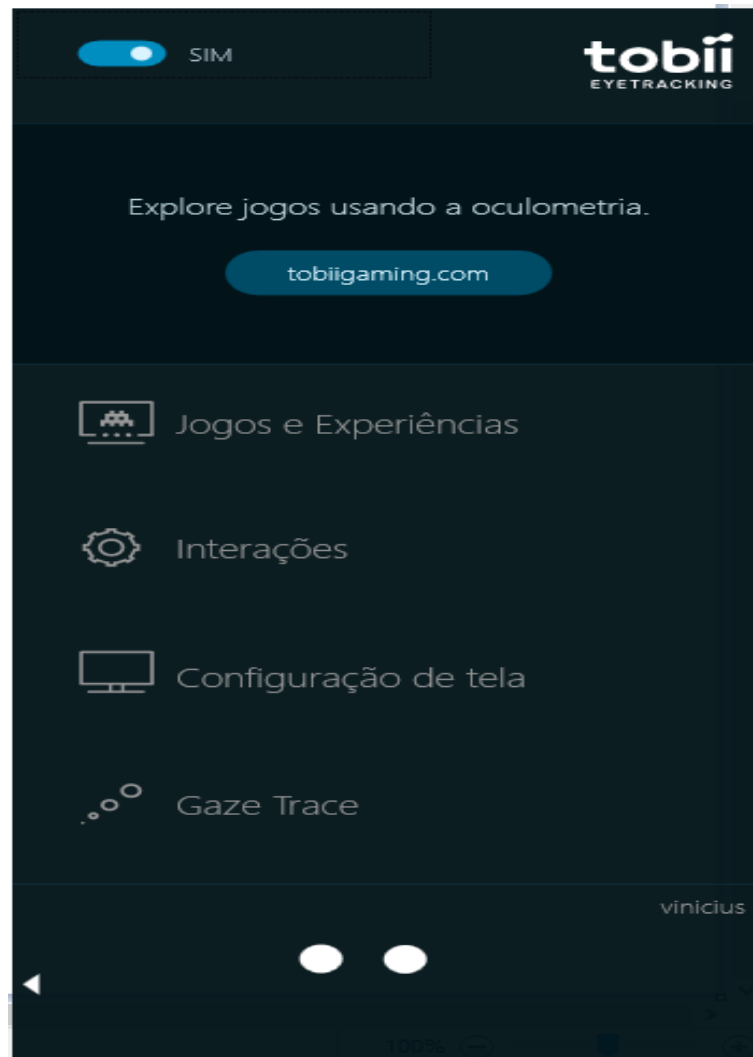
Foi fundamental para o desenvolvimento da *framework* que o Tobii EyeX esteja instalado corretamente no computador, alguns requisitos são necessários para isso, um destes requisitos é possuir um computador que tenha uma porta Universal Serial Bus(USB) 3.0 que pode ser facilmente identificada, pois ela tem uma cor azul como sua característica, caso o contrário, o sistema não reconhecerá o Tobii EyeX.

Foi observado detalhes importante durante a utilização do hardware, sendo que a o mais importante é que o Tobii EyeX não funciona com perfeição se alguma luz muito forte como a luz do sol bater diretamente na lente do dispositivo, prejudicando assim o rastreamento ocular. O segundo detalhe é a posição do Tobii em relação aos olhos, na qual foi observado que a melhor forma de uso é posicionando o aparelho no monitor do computador de forma que ele fique abaixo da cabeça do usuário, caso ao contrário, o dispositivo pode ter problemas no seu funcionamento.

4.1.2 Instalando o Tobii EyeX(*Software*)

Para o funcionamento do Tobii EyeX é essencial instalar o Tobii Eye Tracking Core Software, já que, foi observado que o aparelho não funciona caso o software esteja devidamente instalado. Após o software ter sido instalado, é importante observar se ele apresenta características parecidas com a figura 3, já que isso implica que ele está corretamente instalado e o Tobii EyeX deve apresentar as mesmas características que a figura 4. Visto isso, é importante ressaltar que o software pode apresentar um erro na qual ele não reconhece o hardware do Tobii, sendo necessário assim, reiniciar o sistema operacional para que o software volte a reconhecer o hardware.

Figura 3 – Software Tobii



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4 – Hardware Tobii

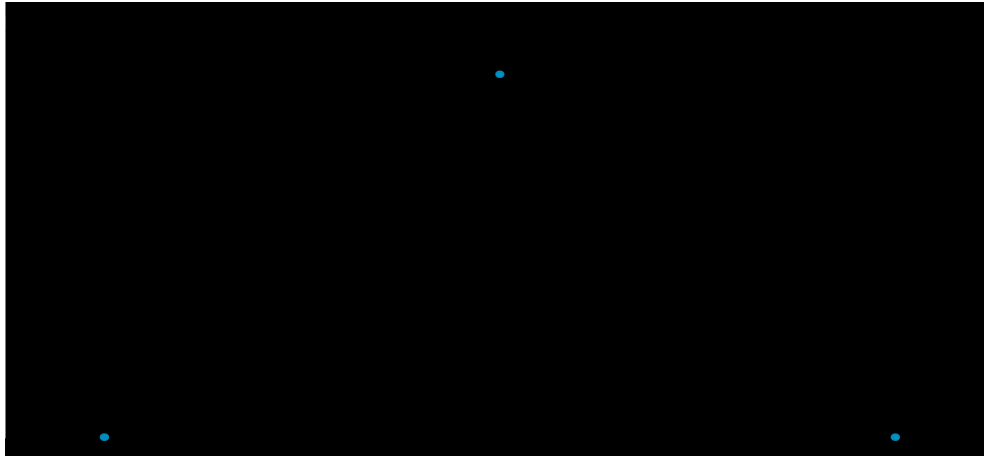


Fonte: Elaborado pelo autor

Foi analisado que após o hardware e software estarem instalados corretamente, é necessário a calibragem ocular para prosseguir com o desenvolvimento e o uso da *framework*. O software do tobii oferece um sistema de calibragem na qual o usuário precisa olhar para pontos fixos no monitor até que eles desapareçam como pode ser visto na figura 5. Após a etapa de calibragem, foi observado que é essencial passar pela tela de teste de calibragem que pode ser

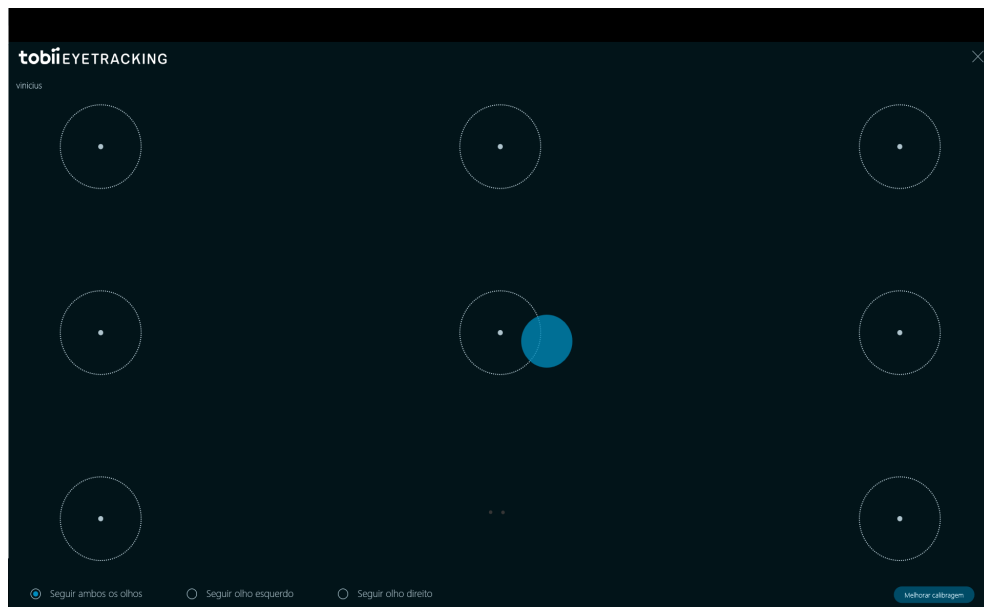
observado na figura 6, pois caso o rastreo ocular não esteja perfeito, problemas com os objetos ocorreram, já que alguns deles, é necessário fixar o olhar por alguns segundos.

Figura 5 – Calibragem de pontos do Tobii



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6 – Tela de teste de calibragem do Tobii



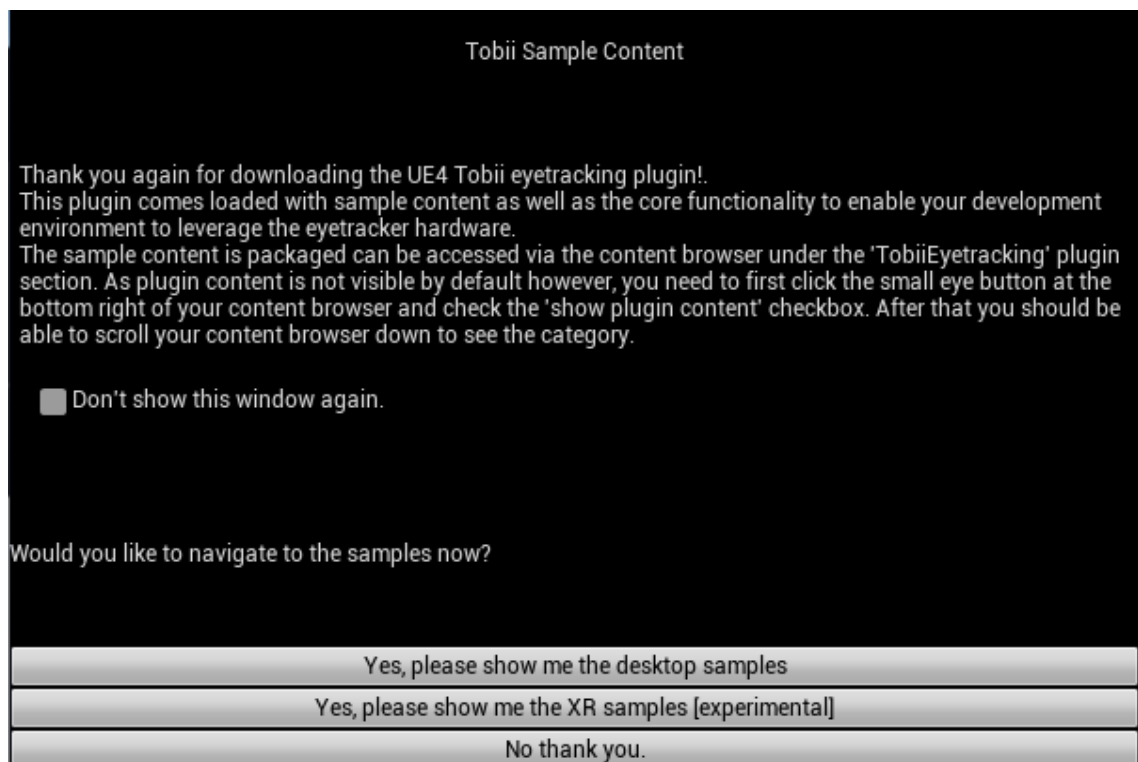
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 UNREAL ENGINE 4

4.2.1 Tobii na Unreal Engine 4

Para o funcionamento do Tobii dentro da Unreal é necessário a instalação do kit de desenvolvimento de software(SDK) do Tobii lançada oficialmente em 9 de fevereiro de 2019 e oferece suporte a versão 4.2.1 ou inferior da Unreal Engine 4. Foi observado durante a instalação do SDK dois pontos importantes para o êxito da construção da *framework*, o primeiro é que a pasta do SDK deve se chamar "TobiiEyetracking", pois se o nome for alterado a Unreal não consegue reconhecer o funcionamento do Tobii EyeX. O segundo ponto observado é que ao iniciar o projeto uma tela com exemplos de uso do Tobii dentro da Unreal precisa ser mostrado para identificar o êxito da instalação, como pode ser visto na figura 7.

Figura 7 – Exemplos de uso do Tobii na Unreal



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Construção do *framework*

Para a construção deste *framework*, foi desenvolvido um cenário controlado na qual o usuário tem acesso a todas as ferramentas desenvolvidas para auxiliar na hora da construção de um game. É importante ressaltar os elementos usados do SDK do Tobii que serão descritos logo abaixo para a construção da *framework*.

Foi utilizado neste trabalho uma classe controller que tem como a função gerenciar todas

as ações do usuário e serve como um módulo para se comunicar com as outras classes, que é representado com um ícone de um peão e um "X" em cima como pode ser visto na figura 8. É de extrema importância na hora da criação de um game, pois ela vai servir para controlar as ações do personagem no jogo.

Figura 8 – Controller da *framework*



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro elemento que faz parte do *framework* desenvolvido bastante importante com a finalidade de ser utilizado na construção de um game é o auxílio de visão, que é uma pequena esfera azul que indica para onde o usuário está olhando, facilitando assim, suas decisões e auxiliando em suas ações. O auxílio pode ser visto na figura 9.

Figura 9 – Auxílio visual

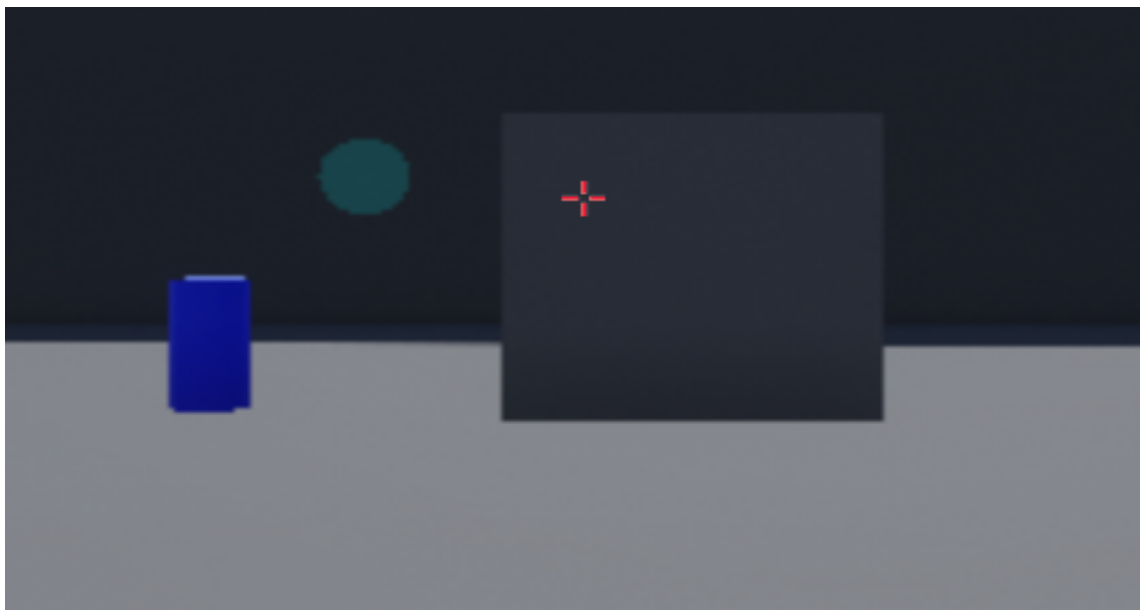


Fonte: Elaborado pelo autor

Para ser demonstrado neste trabalho, foram adicionados dois objetos desenvolvidos para

o *framework*, como pode ser visto na figura 10, que tem como objetivo demonstrar exemplos aplicações que podem ser feitas na *framework*. O primeiro objeto é um barril que muda de cor se o usuário olhar para ele, demonstrado na figura 11. Isso abre a possibilidade de serem desenvolvidos objetos onde o seu estado mude de acordo que o usuário interaja com ele utilizando apenas os olhos. O segundo objeto desenvolvido é um cubo que explode se o usuário fixar seu olhar nele por 2 segundos, como é demonstrado na figura 12, deixando claro que utilizando apenas o olhar, pode ser desenvolvido objetos que exercem diferentes funções de acordo com o tempo em que o usuário fixa o olhar nele.

Figura 10 – Objetos posicionados no cenário



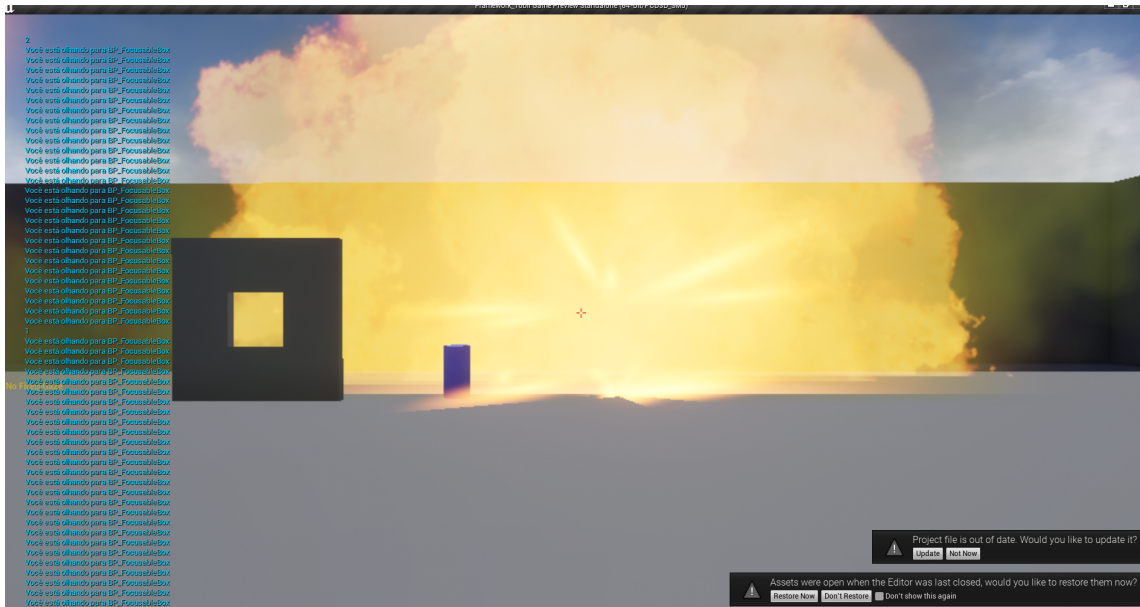
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 – Objetos mudando de cor



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 – Objeto explodindo



Fonte: Elaborado pelo autor

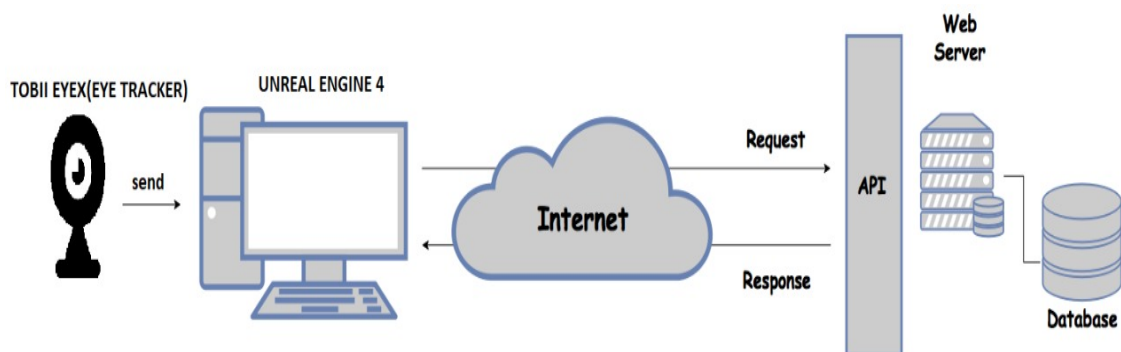
4.3 SISTEMA DE COLETA DE DADOS

Com o objetivo de coletar dados gerados dentro da *framework* para uma possível análise clínica ou com outra finalidade, foi desenvolvido uma API (Interface de Programação de

Aplicativos) utilizando uma plataforma chamada Django, na qual o desenvolvedor que utilizar a *framework* escolhe quais dados que ele deseja coletar quando for desenvolver sua aplicação. Isso abre a possibilidade para a análise e o tratamento de diversos problemas relacionados ao olho, visto que dados como o tempo em que o usuário desloca sua visão do ponto A ao ponto B podem ser coletados.

A arquitetura do sistema utiliza o rastreador ocular em conjunto com a unreal engine 4 utilizando a *framework* desenvolvida para gerar dados e estes dados são coletados pela API como é demonstrado na figura 13.

Figura 13 – Arquitetura do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 EYE MEMORY - JOGO DE MEMÓRIA

Visto que a plataforma de desenvolvimento(*Framework*) está desenvolvida é necessário provar e desfrutar de suas funcionalidades desenvolvendo um game a utilizando. Tendo isso em mente foi desenvolvido um game de memoria chamado *Eye memory* na qual o usuário joga utilizando apenas os olhos.

4.4.1 Objetivos do jogo

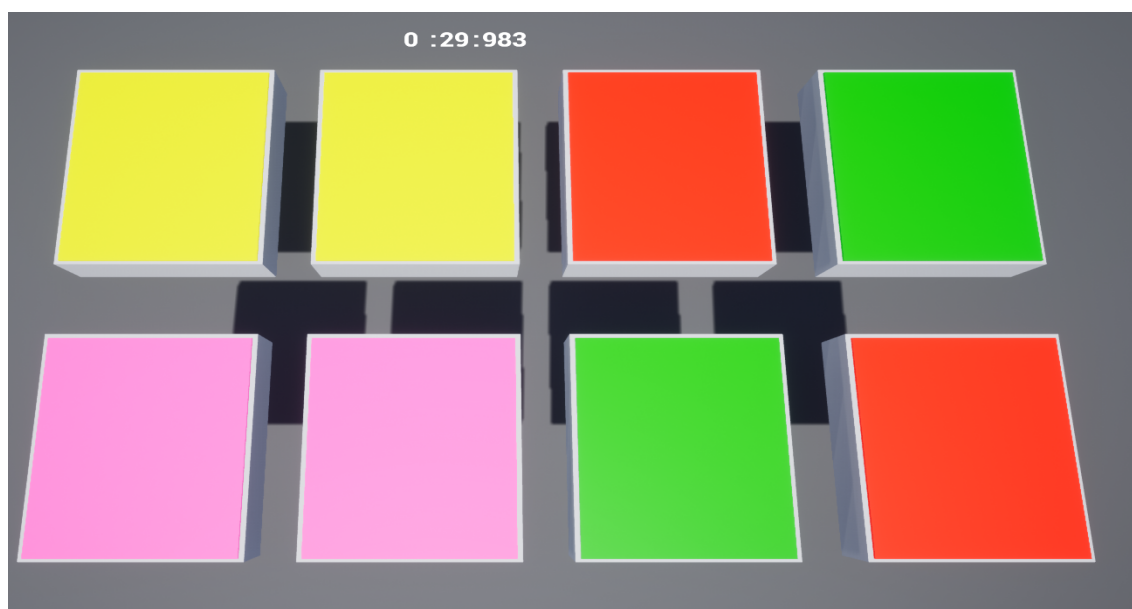
Será apresentado ao usuário um tabuleiro com cartas como pode ser visto na figura 14, na qual ele vai interagir utilizando os olhos. Ao fixar o olhar em uma carta por dois segundos, esta carta irá virar e ele terá que encontrar a carta de cor correspondente. Após o jogador encontrar todos os pares correspondentes o jogo salvará o tempo em que ele demorou para finalizar o game e guardará esses dados em um sistema desenvolvido como é demonstrado na figura 15, 16 e 17.

Figura 14 – Tabuleiro



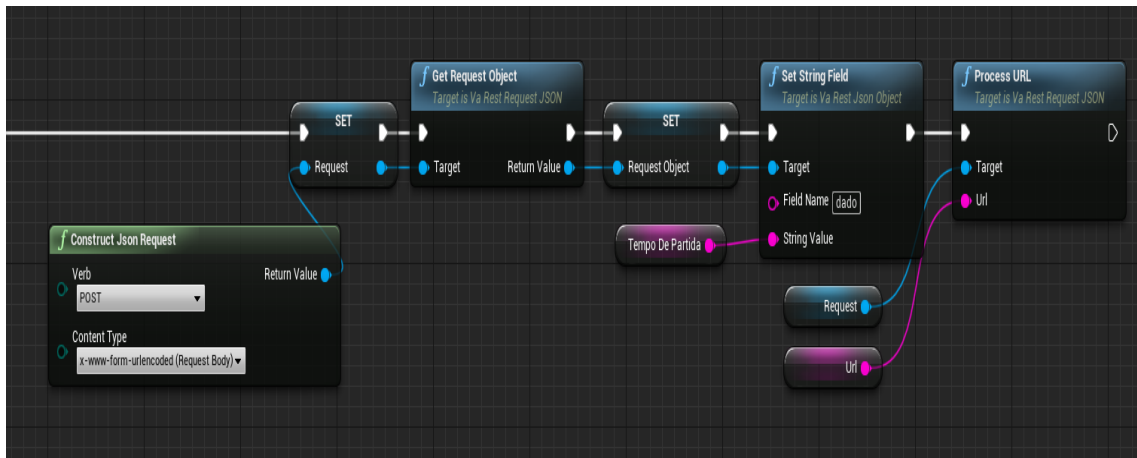
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 – Jogo finalizado



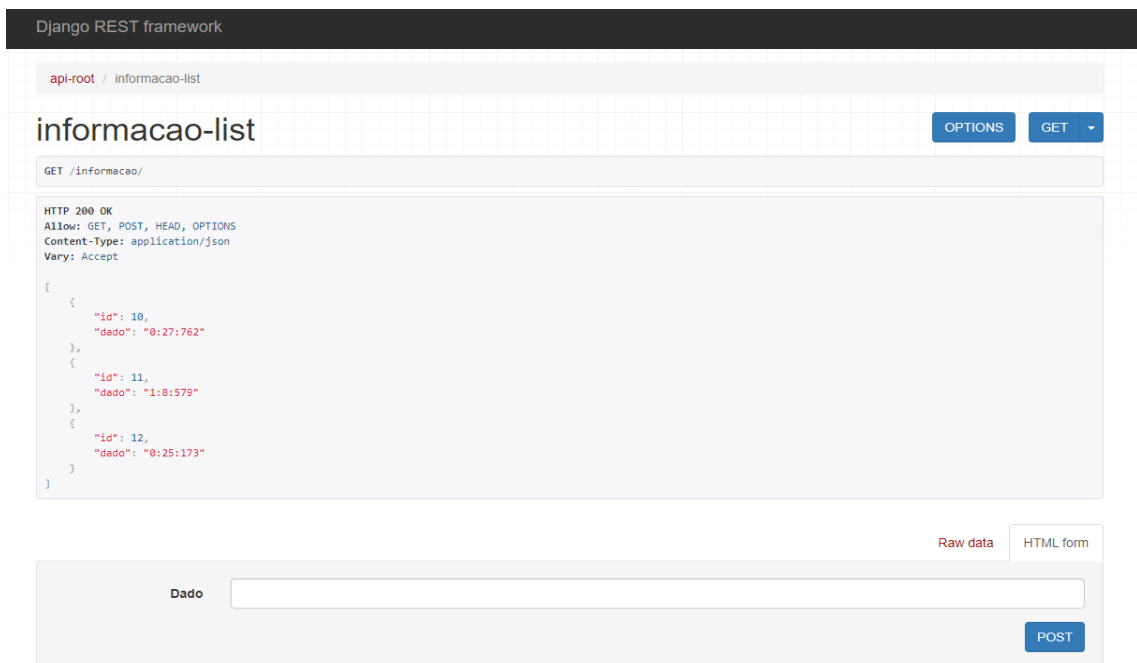
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 – Código da interação com a API



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 – API de coleta de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma plataforma para auxiliar na criação de jogos voltados para pessoas que possuem dificuldades motoras, na qual é detalhado os procedimentos e requisitos para a criação e a utilização desse ambiente. Tendo em vista também o desenvolvimento de um sistema externo que se comunica com esta plataforma, é possível gerar dados para análises clínicas ou com outras finalidades.

Conclui-se que este trabalho abre portas para a inserção de pessoas com algum tipo de doença motora no meio do entretenimento de jogos e ainda facilita na coleta de dados para auxiliar os desenvolvedores a analisar o seus usuários.

REFERÊNCIAS

- BORGES, L. E. *Python para desenvolvedores: aborda Python 3.3*. [S.l.]: Novatec Editora, 2014. Citado na página 14.
- FORSTER, R. *Aspectos da utilização do rastreamento ocular na pesquisa psicolinguística*. [S.l.]: D.E.L.T.A., 2017. Citado 3 vezes nas páginas 9, 10 e 15.
- G1. *23,9% dos brasileiros declaram ter alguma deficiência, diz IBGE*. 2012. Acessado em: 10 de junho de 2019. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2012/04/239-dos-brasileiros-declaram-ter-alguma-deficiencia-diz-ibge.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 10.
- HARADA, J. *Que indústria fatura mais: do cinema, da música ou dos games?* 2016. Acessado em: 22 de abril de 2019. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/que-industria-fatura-mais-do-cinema-da-musica-ou-dos-games/>>. Citado na página 9.
- LABS, N. *5 jogos famosos criados em Unreal Engine 4*. 2019. Disponível em: <<https://labs.neutronstudios.com.br/5-jogos-famosos-criados-em-unreal-engine-4/>>. Acesso em: 24 abr. 2019. Citado na página 10.
- Law, E. L. Evaluating the learning effect of adaptive digital educational games with eye-tracking. In: *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 656–657. ISSN 2161-3761. Citado na página 17.
- LEONEL, A. et al. Uma interface humano-máquina inteligente baseada no rastreamento ocular para comunicação escrita de pacientes com síndrome locked-in. In: . [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 14.
- MENEZES, N. N. C. *Introdução à programação com python*. São Paulo: Novatec, 2010. Citado na página 14.
- ORSATI, F. T. Novas possibilidades na avaliação neuropsicológica dos transtornos invasivos do desenvolvimento: Análise dos movimentos oculares. *Avaliação Psicológica*, v. 7, 2008. Citado na página 15.
- Pal, S.; Mangal, N. K.; Khosla, A. Development of assistive application for patients with communication disability. In: *2017 International Conference on Innovations in Green Energy and Healthcare Technologies (IGEHT)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–4. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 14.
- PLEKHANOVA, J. Evaluating web development frameworks: Django, ruby on rails and cakephp. *Institute for Business and Information Technology*, 2009. Citado na página 14.
- Saisara, U.; Boonbrahm, P.; Chaiwiriya, A. Strabismus screening by eye tracker and games. In: *2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–5. Citado na página 16.
- Sundstedt, V. *Gazing at Games: An Introduction to Eye Tracking Control*. Morgan e Claypool, 2012. ISBN 9781608456505. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6813130>>. Citado na página 16.

TOBII. *Qual a diferença entre o Tobii Eye Tracker 4C e o Tobii EyeX?* 2016. Acessado em: 12 de junho de 2019. Disponível em: <<https://help.tobii.com/hc/en-us/articles/212814329-What-s-the-difference-between-Tobii-Eye-Tracker-4C-and-Tobii-EyeX->>. Citado na página 13.

Xiaodong, D. et al. Study of eye movement behavior pattern diversity between chinese ethnic groups. In: *2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence Communication Technology*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 767–770. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 15.