



RIMATEA

Realidade Imersiva e Matemática para
Alunos com Transtorno do Espectro Autista



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE APUCARANA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO INCLUSIVA**

ISRAEL CÂNDIDO DA SILVA

**PRODUTO EDUCACIONAL
REALIDADE IMERSIVA E MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO
DO ESPECTRO AUTISTA - RIMATEA**

Orientadora: Dra. Eromi Izabel Hummel.
Coorientador: Dr. Leandro Key Higuchi Yanaze

**APUCARANA, PR
2022**

S586r

Silva, Israel Cândido da
Realidade imersiva e matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista – RIMATEA./ Israel Cândido da Silva. Apucarana, 2022.
28 f. ; il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Inclusiva em Rede Nacional – Área de Concentração: Educação Inclusiva) – Universidade Estadual do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Eromi Izabel Hummel
Coorientador: Prof. Dr. Leandro Key Higuchi Yanaze

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Educação Especial. 3. Transtorno do Espectro Autista. 4. Realidade virtual. 5. Ambientes imersivos. 6. Formação de professores.. I. Hummel, Eromi Izabel. II. Yanaze, Leandro Key Higuchi. III. Universidade Estadual do Paraná. IV. Título. V. Título: Ensino da matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista: contribuições do ambiente imersivo de realidade virtual.

CDD 510.07
23. ed.

Lista de Figuras

Figura 1 - Desenho criado original do Abílio	9
Figura 2 - Vetorização do Abílio	10
Figura 3 - Instalador	14
Figura 4 - Baixando os arquivos	14
Figura 5 - Tela de redirecionamento para habilitar uso do programa no aparelho	14
Figura 6 - Habilitar programa	15
Figura 7 - Habilitado	15
Figura 8 - Instalação	15
Figura 9 - Finalização da instalação	16
Figura 10 - Ícone na tela do aparelho do RIMATEA	16
Figura 11 - Menu inicial do RIMATEA	16
Figura 12 - Exemplos de cenário do RIMATEA	17
Figura 13 - Menu voltar do RIMATEA	17
Figura 14 - Fluxograma do funcionamento do RIMATEA	18
Figura 15 - Vetorização do Abílio	19
Figura 16 - Vetorização dos elementos gráficos	19
Figura 17 - Animação do personagem Abílio	20
Figura 18 - Tratamento de voz	21
Figura 19 - Edição dos Clips do Abílio	21
Figura 20 - Modelos de garagens	22
Figura 21 - Galpão	22
Figura 22 - Carro	23
Figura 23 - Moto	23
Figura 24 - Ônibus	23
Figura 25 - Ambiente virtual imersivo desenvolvido na game engine Unity 2021.3.8f1 Personal	24
Figura 26 - Cenários	24



SUMÁRIO

1 DESCRIÇÃO DO JOGO	6
1.1 APRESENTAÇÃO	6
1.2 PÚBLICO ALVO	6
1.3 RESUMO	7
1.4 OBJETIVOS EDUCACIONAIS	7
1.4.1 Objetivo Geral	7
1.4.2 Objetivos específicos	8
2 CRIAÇÃO	8
2.1 NARRATIVA	8
2.2 PERSONAGENS	8
2.3 CENÁRIOS	10
2.4 SONORA	10
3 JOGABILIDADE	11
4 MÓDULOS	11
5 MECÂNICA	12
6 ACESSIBILIDADE	12
7 NARRAÇÕES DO JOGO	12
8 TUTORIAL PARA USUÁRIO INSTALAR O GAME	13
8.1 DESCRIÇÃO DO GAME	13
9 INSTALANDO O GAME	13
10 EXECUÇÃO DO GAME	16
11 DESCRITIVO TÉCNICO	18
12 SCRIPTS EM C#	25
REFERÊNCIAS	28

1 DESCRIÇÃO DO JOGO

1.1 APRESENTAÇÃO

O RIMATEA é o acrônimo para Realidade Imersiva e Matemática para Alunos com Transtorno do Espectro Autista. Trata-se de um *game* em Realidade Virtual Imersiva, programado na plataforma Unity®, para dispositivos móveis com Sistema Operacional Android customizado às especificidades de sujeitos com o TEA para o ensino e aprendizagem de conhecimentos matemáticos fundamentais, como a soma e a multiplicação.

O *game* é resultado de uma pesquisa do curso de Mestrado Profissional em Educação Inclusiva - PROFEI, ofertado em rede nacional, pela Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, Campus Apucarana, uma das instituições integrantes desta rede.

Por ser um *game* projetado para atender às especificidades de um participante com TEA, foram consideradas as condições sensoriais nesse processo de customização a fim de que promova conforto, neutralizando interferências que desencadeiam eventos desfavoráveis, como crises emocionais, desatenção, fuga de atividades e outros episódios que atrapalhem os momentos de estudos.

1.2 PÚBLICO ALVO

O jogo é destinado a alunos a partir de 5 anos de idade, com dificuldade na aprendizagem de conceitos matemáticos, a princípio, alunos que apresentem Transtorno do Espectro Autistas (TEA). Contudo, poderá beneficiar alunos com ou sem deficiência, com idades inferiores à sugerida, que estejam em processo de aprendizagem de conceitos fundamentais de matemática.

1.3 RESUMO

O jogo em realidade virtual imersiva, captura o jogador da percepção do ambiente físico, conectando seus sentidos à estímulos apresentados em um cenário projetado virtualmente, possibilitando assim aproveitar esse meio para inserir elementos especialmente elaborados para a promoção de um objetivo específico de aprendizagem de matemática a alunos com TEA.

Dados as especificidades desses alunos, pois, é recorrente a dificuldade de longos períodos de concentração em atividades que não lhes são atrativas, faz-se necessário a elaboração de recursos de ensino e aprendizagem que torne o ato de estudar os conteúdos elencados no enquadramento escolar significativos. Segundo Yanaze (2012, p. 18), “os games, como toda tecnologia, transforma o ser humano, seja nos seus reflexos ou na velocidade de raciocínio, seja na construção do imaginário ou nas concepções de sociabilidade”.

Neste sentido, a customização de um jogo que atenda de forma mais atrativa aos interesses de alunos com TEA é importante na prática didática desse público. Para tanto, deseja-se, com este protótipo, levar uma opção de Tecnologia Assistiva digital que potencialize o processo de aprendizagem apoiado na gamificação e na Realidade Virtual Imersiva.

1.4 OBJETIVOS EDUCACIONAIS

Apresentar de forma gamificada conteúdos matemáticos previstos para a formação de conceitos básicos aos alunos com TEA. De acordo com as indicações de Currículo Funcional Natural - CFN, que está fundamentado nas especificidades do aluno, atendendo a suas condições, possibilitando que seja promovida aprendizagens significativas para suas necessidades de independência, autonomia e autoproteção (SUPLINO, 2005).

1.4.1 Objetivo Geral

Potencializar a concentração do usuário, possibilitando maior apropriação dos conteúdos propostos no *game*.

1.4.2 Objetivos específicos

Desenvolver a percepção de quantidades; identificar características semelhantes e distintas para a generalização de operações de multiplicação; desenvolver abstrações que facilitem a execução de situações envolvendo as operações fundamentais de matemática, como soma, subtração, multiplicação e divisão; e potencializar a confiança na execução de operações aritméticas.

Com a sugestão desse protótipo, espera-se que a proposta de CFN aqui apresentada seja alcançada pelos usuários do jogo.

2 CRIAÇÃO

2.1 NARRATIVA

O Jogo acontece num ambiente virtual, que apresenta elementos ligados ao interesse restrito do jogador: neste primeiro momento, o jogador terá que realizar desafios envolvendo a quantificação de pneus em veículos, que serão apresentadas por um robô, o Abílio, que irá auxiliar nas tarefas durante a atividade, dando instruções e narrando os nomes, elementos, curiosidades e demais informações relevantes sobre as situações exploradas durante o desafio, que após concluído o jogador acumulará alguma forma de pontuação, como forma de incentivo.

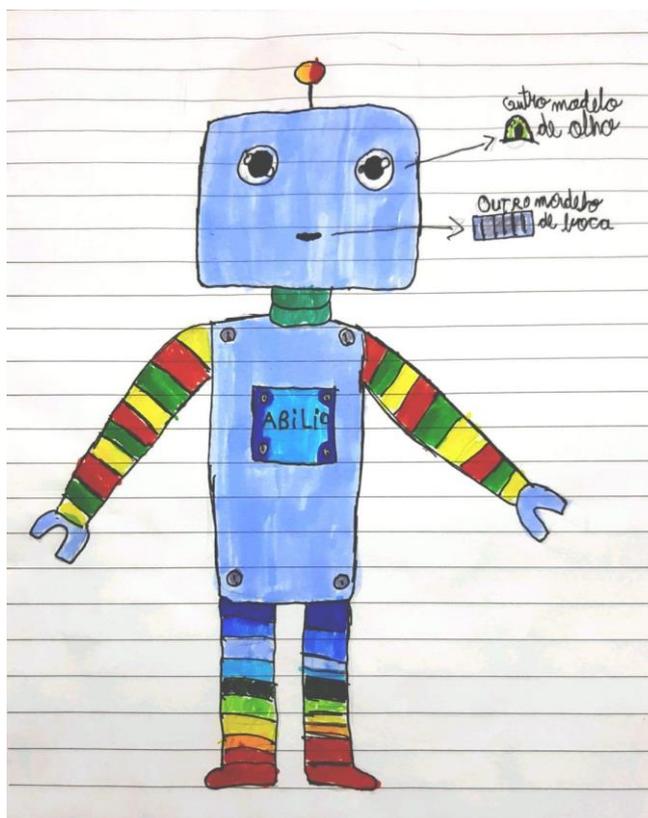
Tais desafios envolvem os conhecimentos matemáticos propostos, como identificar quantidades de objetos, bem como, desenvolver habilidade de generalização quanto a operações visando ao desenvolvimento da percepção do algoritmo da multiplicação, bem como estimular cálculo mental e elaboração de estratégias de resolução de problemas.

2.2 PERSONAGENS

Além do jogador no ambiente virtual, terá também a presença de um personagem, um robô, chamado Abílio (cujo significado do nome é, o que tem

habilidade), que foi idealizado por uma criança de 10 anos. Ele dará as orientações das ações a serem desempenhadas pelo jogador, e fará narrações de informações sobre os elementos usados, para apresentar conhecimentos matemáticos como quantidades e demais informações relevantes.

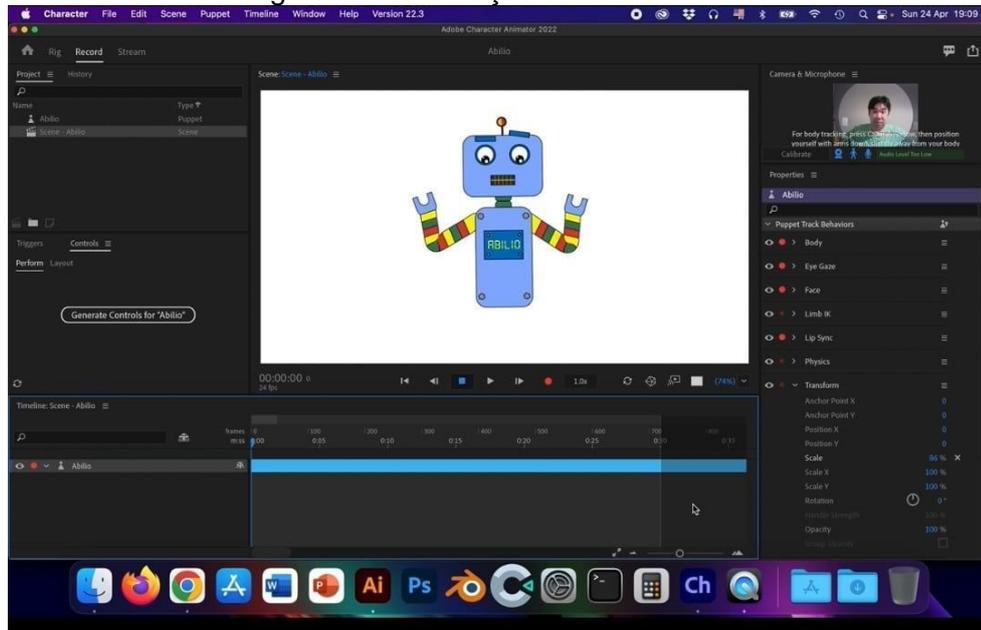
Figura 1 - Desenho criado original do Abílio



Fonte: Sara Noemi (2022)

O desenho foi desenvolvido manualmente por uma criança de 10 anos com recursos básicos, na sequência foi digitalizado em programa específico como apresentado a seguir.

Figura 2 - Vetorização do Abílio



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

2.3 CENÁRIOS

Para efeito deste trabalho, será criado um cenário com uma garagem. Nesta garagem terá veículos; o jogo terá fases em que este cenário será ocupado por motocicletas, carros e ônibus. Será solicitado para o jogador identificar a quantidade de pneus envolvidos em cada desafio.

Serão explorados números, quantidades e indução a realizar operações de multiplicação.

As paredes terão cores neutras e com poucos estímulos visuais, somente elementos que fazem parte do desafio exigido para aquele objetivo de fase.

2.4 SONORA

Não utiliza som típicos de *games* tradicionais para evitar sensibilidade auditiva.

2.5 LUMINOSIDADE

A luminosidade atende a condições de sensibilidade do usuário para evitar estresses visuais, para tanto usou cores neutras.

3 JOGABILIDADE

Será um jogo em Realidade Virtual Imersiva onde o jogador cumprirá desafios, tais como contagem de pneus de veículos. Para realizar cada desafio, as orientações serão narradas, e ao completar o desafio, será narrado uma frase de parabenização, indicando que foi completado com êxito a fase ou se foi cometido erro é sugerido que tente novamente, não se emprega a palavra ERRO justamente para que não seja gerado frustração e assim esteja priorizando suas habilidades.

Nas fases, são apresentados desafios envolvendo quantidades diferentes de veículos bem como de modelos, a fim de explorar a generalização para totalizar essa quantidade dos pneus.

4 MÓDULOS

1º Módulo - O jogador deverá identificar a quantidade de pneus em motos, em situações apresentadas, exemplos: aparece no cenário uma moto, e o jogador terá que responder, quantos pneus tem? Aparece no cenário 3 motos, e o jogador terá que responder, quantos pneus tem?

Neste módulo, estão distribuídas aleatoriamente seis fases, onde no cenário são apresentados de uma a seis motos.

2ª Módulo - O jogador deverá identificar quantos pneus tem em carros, em situações apresentadas, como no módulo das motos.

3º Módulo - O jogador deverá identificar o total de pneus em um ônibus, que possui duplo pneus e duplos eixos traseiros. Neste módulo são apresentados desafios entre um e três veículos.

5 MECÂNICA

Os movimentos de confirmação das quantidades serão ativados ao tocar um painel numérico na tela pelo jogador, sendo resposta correta, é parabenizado e vai para a tela com o botão de voltar ao menu inicial, se a resposta for errada também é orientado a voltar no menu inicial e tentar novamente.

6 ACESSIBILIDADE

Neste momento o protótipo contará com a narração de alguns elementos do jogo devido a restrições de tempo para desenvolver um ambiente onde tenha a interpretação em libras para que usuários surdos venham a utilizar o *game*. Ficando esse recurso para implementações futuras, em possíveis atualizações.

7 NARRAÇÕES DO JOGO

Falas:

- fala geral:

– Olá, sou o Abílio, vou te ajudar neste jogo. Vamos brincar muito e você vai ver quantas habilidades novas vamos desenvolver juntos, vêm comigo!

– Ótimo!

– Muito bem! Você está de parabéns.

– Ah, que pena! Tente outra vez.

- Falas do módulo motos:

– Olha que legal, temos algumas motos aqui, vamos ver quantos pneus temos ao todo?

- Falas do módulo carros:
 - Olha que legal, temos alguns carros aqui, vamos ver quantos pneus temos ao todo?
- falas do módulo ônibus:
 - Aqui temos uma pegadinha, cada ônibus tem pneus duplos nos eixos traseiros, então quantos pneus temos aqui?

8 TUTORIAL PARA USUÁRIO INSTALAR O GAME

8.1 DESCRIÇÃO DO GAME

É um aplicativo em Realidade Virtual que apresenta um cenário contendo elementos relacionados a automóveis, desafios em que o jogador deverá visualizar a cada interação a quantidade de veículos (moto, carro ou ônibus) presentes no ambiente virtual. Em seguida, deve responder qual é o total de pneus que está sendo apresentado no desafio a partir da quantidade de veículos em cena. No caso das motos e dos carros, há a possibilidade de ser apresentado de 1 a 6 veículos a cada interação aleatória; já para os ônibus, as possibilidades estão distribuídas de 1 a 3 veículos por interação.

9 INSTALANDO O GAME

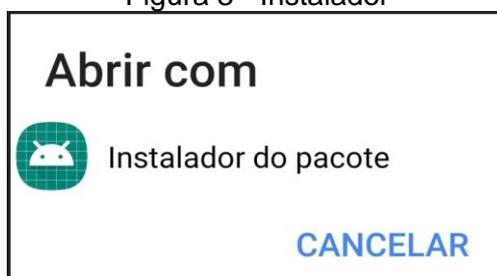
O *game* está disponível para dispositivos móveis, *smartphones* e *tablets*, que funcionam com sistema operacional Android.

Para baixar o arquivo .apk basta acessar [aquí](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1yuSHhV6rYzRfWVF4A6ykGiiHmrrz8iZ7) :
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1yuSHhV6rYzRfWVF4A6ykGiiHmrrz8iZ7>
pelo dispositivo no qual o *game* será instalado.

Em seguida, poderá ser solicitada uma conta de e-mail para abrir o *drive*. Caso seja solicitado, escolha o e-mail desejado e clique na opção ok em seu aparelho.

Definido o e-mail surgirá a tela de instalação do pacote .apk

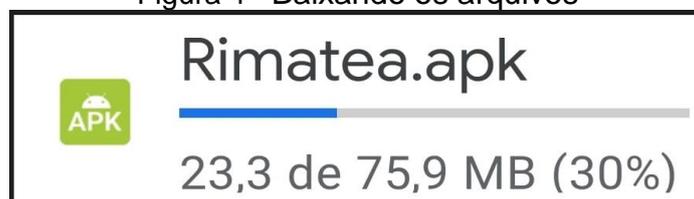
Figura 3 - Instalador



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Para instalar basta clicar no instalador **do pacote**, que iniciará o processo de baixar os arquivos.

Figura 4 - Baixando os arquivos



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Geralmente, devido às questões de segurança, o sistema operacional vai solicitar autorização para abrir o programa. Escolha a opção configurações, conforme a Figura 5.

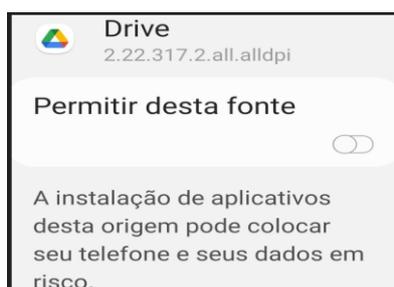
Figura 5 - Tela de redirecionamento para habilitar uso do programa no aparelho



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Assim, abrirão as configurações do seu aparelho, nas quais você vai visualizar um botão com a opção “permitir desta fonte”.

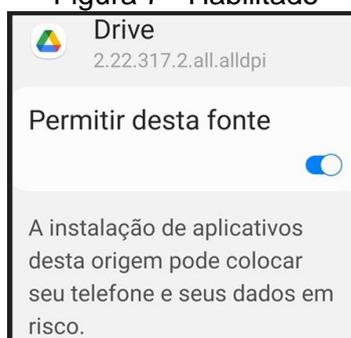
Figura 6 - Habilitar programa



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Para habilitar, arraste o botão para ficar azul.

Figura 7 - Habilitado



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Após habilitado, retorne ao link e repita o processo de instalação. Agora abrirá a tela com a logo do RIMATEA.

Figura 8 - Instalação



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Clique em instalar para efetivar a instalação.

Concluído o processo de instalação, abrirá a tela para direcionar ao *game*.

Figura 9 - Finalização da instalação



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Também será criado um ícone do *game* na tela do seu aparelho.

Figura 10 - Ícone na tela do aparelho do RIMATEA



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

10 EXECUÇÃO DO GAME

O jogador inicia o aplicativo e, após a execução dos créditos, terá a tela de menu inicial, na qual poderá escolher os desafios entre as opções moto, carro ou ônibus.

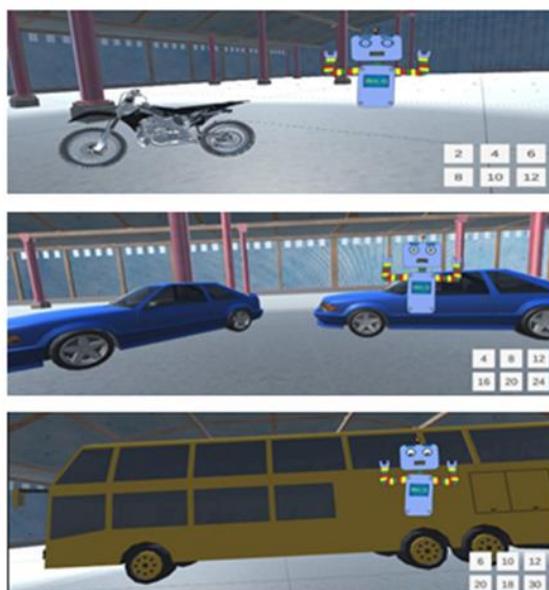
Figura 11 - Menu inicial do RIMATEA



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Escolhido o desafio, será aberto um ambiente de RV com veículos de acordo com a escolha feita (moto, carro ou ônibus), com quantidades aleatórias, conforme descrito anteriormente. Seguem exemplos de cenários.

Figura 12 - Exemplos de cenário do RIMATEA



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Neste ambiente o jogador escolhe a opção que julgar ser a resposta correta no teclado virtual. Se a resposta estiver correta, ele é parabenizado, e se estiver incorreta, ele recebe orientação para tentar novamente e é direcionado a voltar para o Menu Inicial.

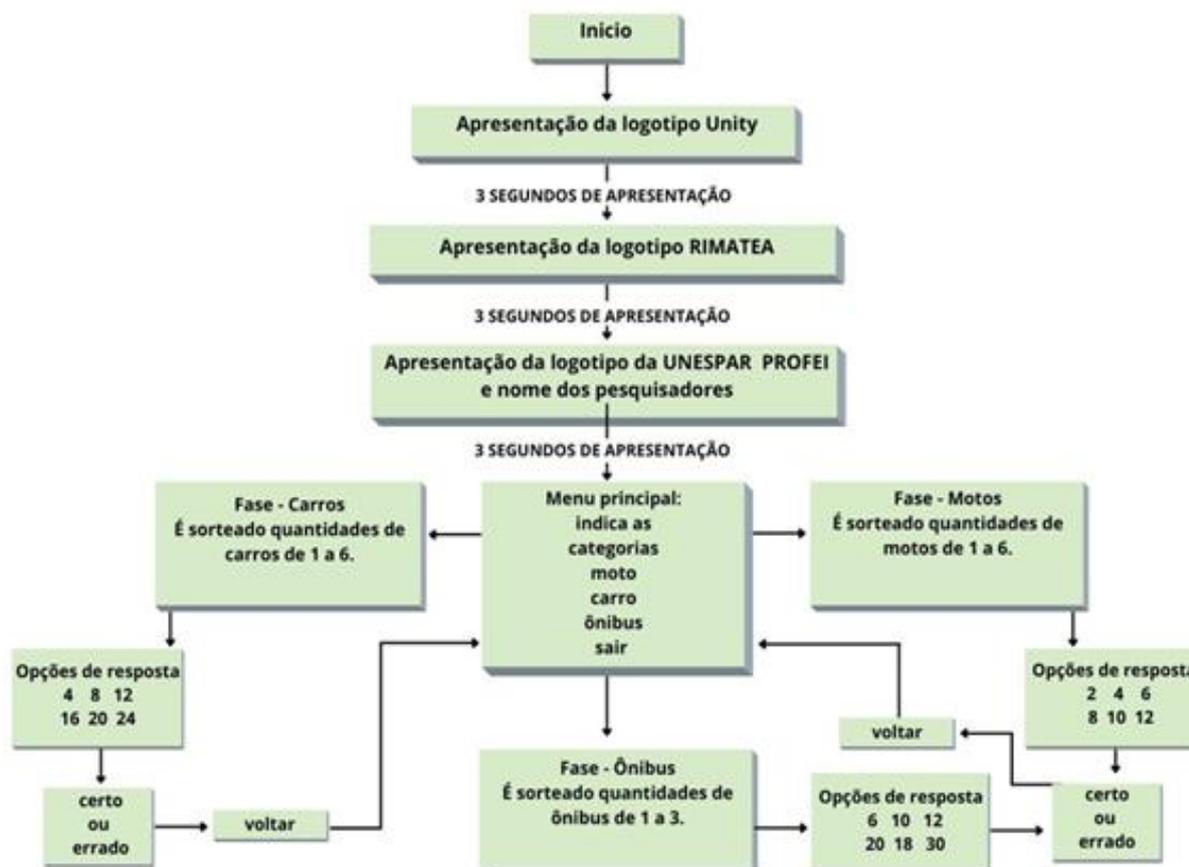
Figura 13 - Menu voltar do RIMATEA



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Segue o fluxograma do *game*, que descreve seu funcionamento.

Figura 14 - Fluxograma do funcionamento do RIMATEA



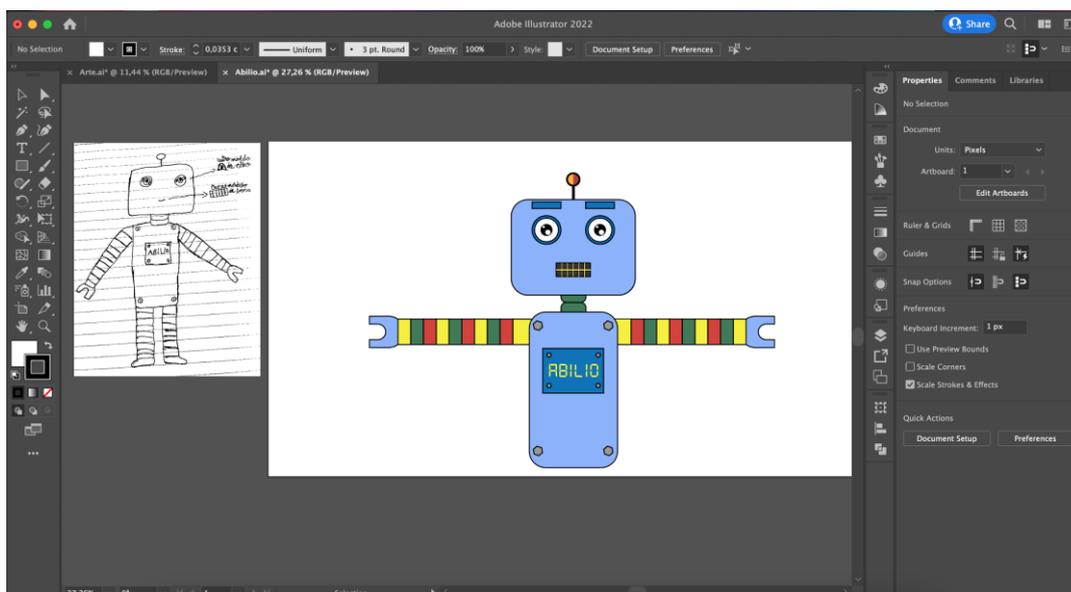
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

11 DESCRITIVO TÉCNICO

Vetorização do personagem Abílio e elementos gráficos criados no Adobe Illustrator

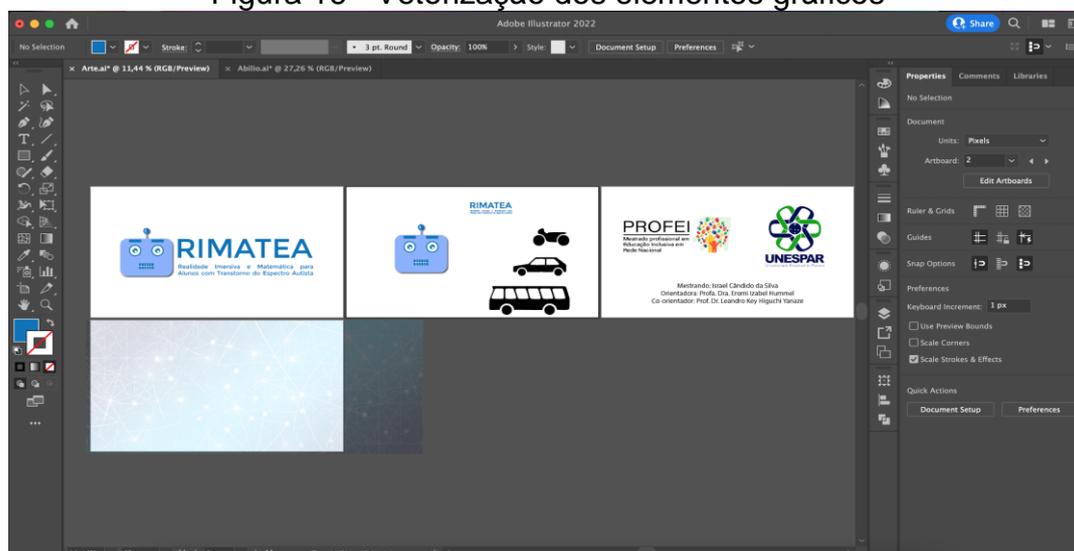
- Vetorização, finalização e colorização do personagem Abílio em camadas separadas para a animação
- Criação de elementos gráficos como ícones, telas e botões

Figura 15 - Vetorização do Abílio



Fonte: Yanaze (2022)

Figura 16 - Vetorização dos elementos gráficos

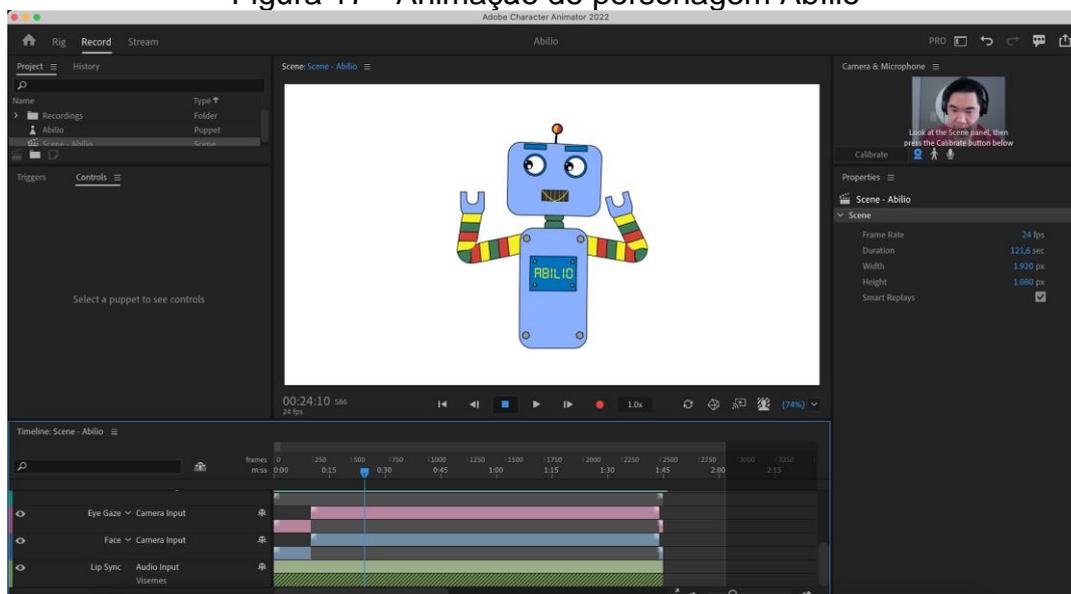


Fonte: Yanaze (2022)

Personagem Abílio animado no Adobe Character Animator

- Animação da cabeça
- Animação da boca (lipsync)
- Animação dos braços

Figura 17 - Animação do personagem Abílio

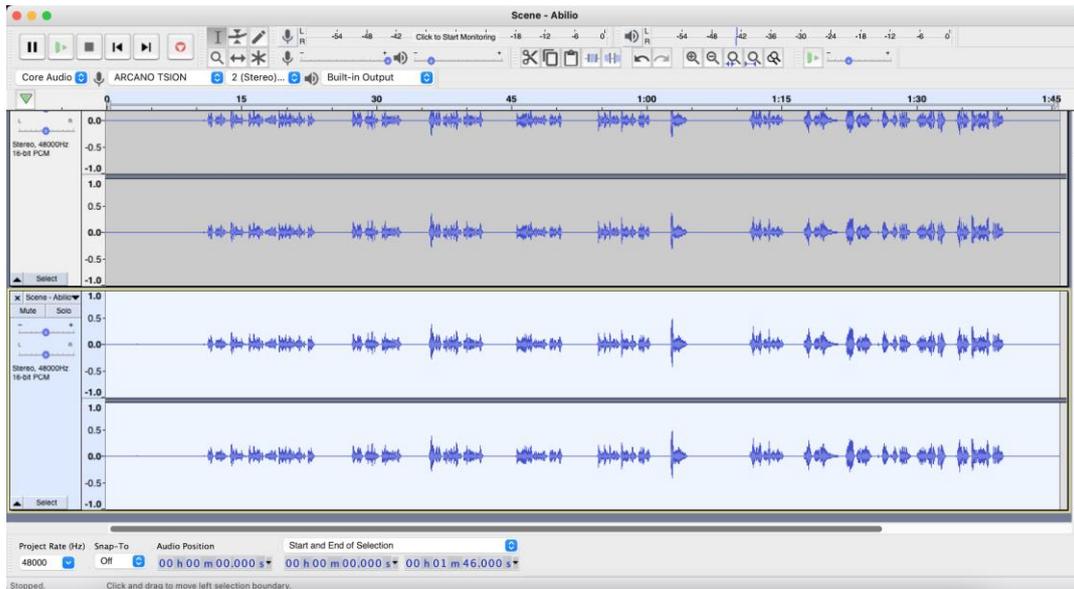


Fonte: Yanaze (2022)

Tratamento da voz no Audacity

- Efeito de “voz de robô”
 - Duplicação da faixa
 - Aplicação de efeito de mudança de tom
 - Aplicação de efeito de eco e atraso

Figura 18 - Tratamento de voz

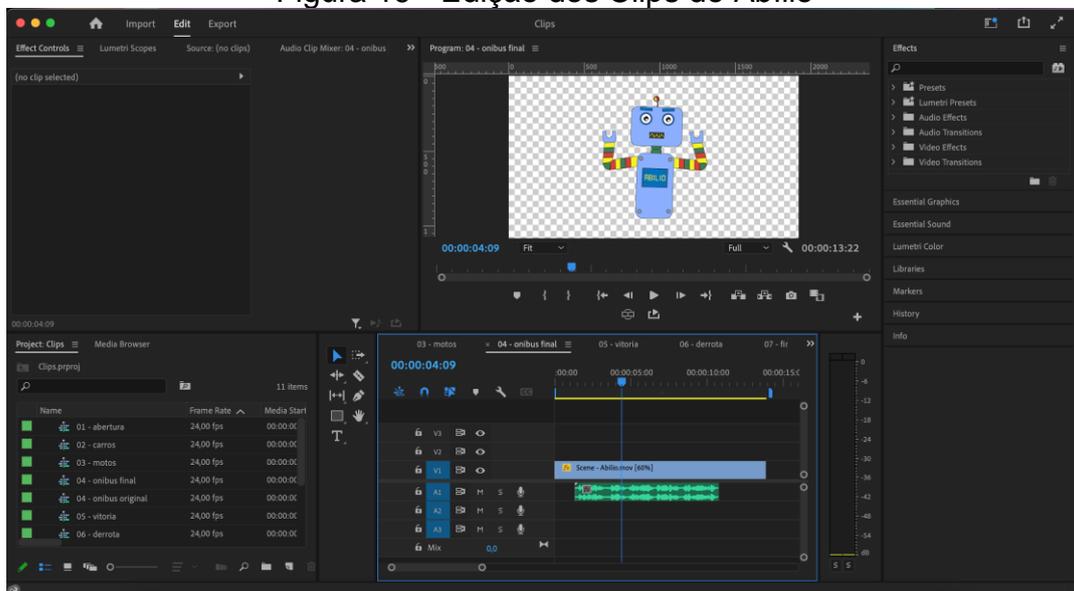


Fonte: Yanaze (2022)

Edição dos clips de vídeos do personagem Abílio e renderização com fundo transparente no Adobe After Effects e Adobe Media Encoder

- Sincronização da animação com a voz robótica;
- Separação em clips para uso no game;
- Renderização com o codec Apple ProRes 4444 (.mov), com transparência.

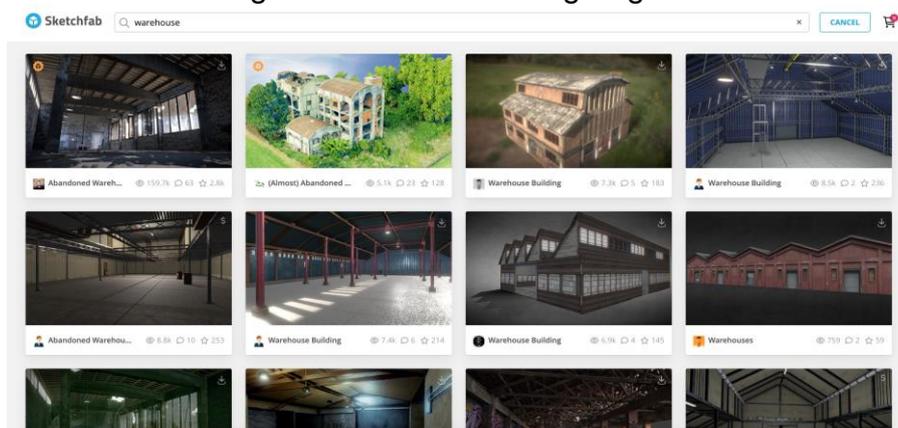
Figura 19 - Edição dos Clips do Abílio



Fonte: Yanaze (2022)

Modelos da garagem e automóveis escolhidos do site Sketchfab (<https://sketchfab.com/>)

Figura 20 - Modelos de garagens



Fonte: Yanaze (2022)

Figura 21 - Galpão



Fonte: "Warehouse Building" (<https://skfb.ly/otDyE>) by jimbogies is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Figura 22 - Carro



Fonte: "Generic passenger car pack" (<https://skfb.ly/6sUFy>) by Comrade1280 is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Figura 23 - Moto



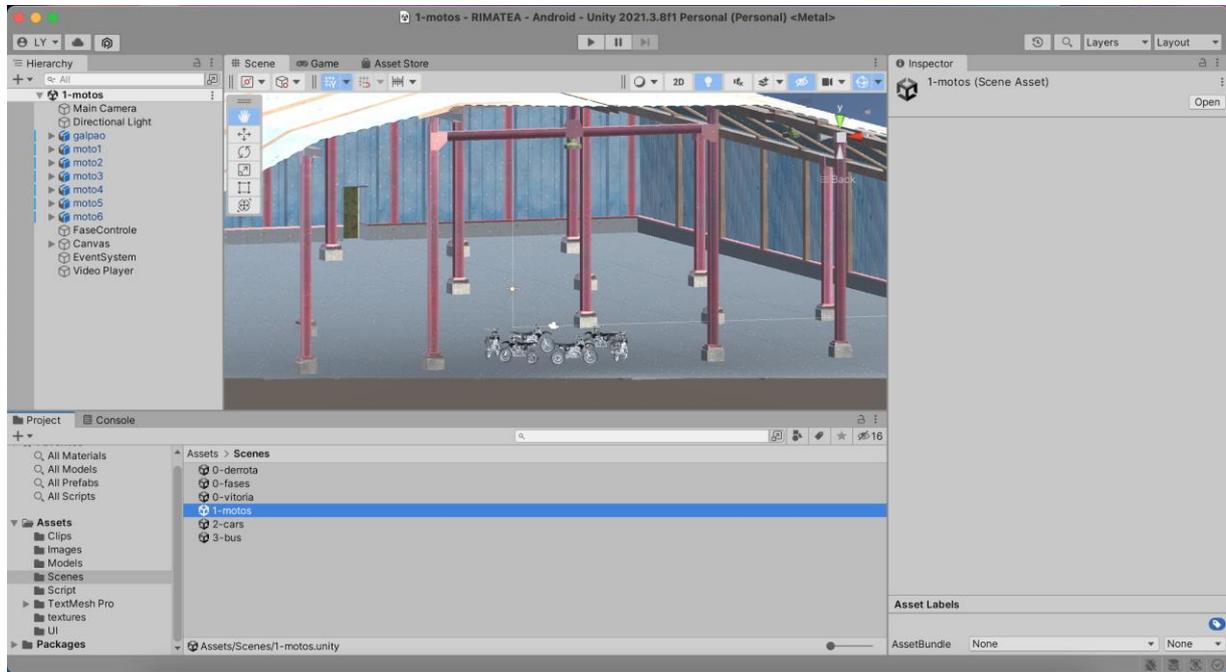
Fonte: "MOTO" (<https://skfb.ly/6ZOPn>) by Gianmarco.Caruso1 is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Figura 24 - Ônibus



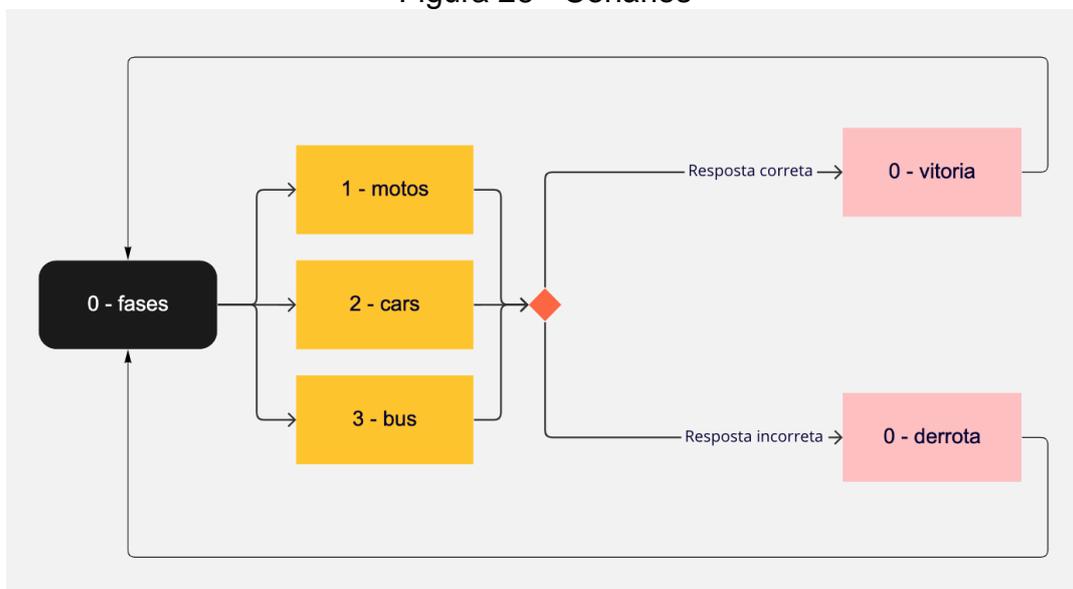
Fonte: "Low poly bus with interior" (<https://skfb.ly/opXru>) by Vladek is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Figura 25 - Ambiente virtual imersivo desenvolvido na game engine Unity 2021.3.8f1 Personal



Fonte: Yanaze (2022)

Figura 26 - Cenários



Fonte: Yanaze (2022)

12 SCRIPTS EM C#

GyroControl.cs: captura das informações de giroscópio do dispositivo móvel para movimentar a câmera da cena.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class GyroControl : MonoBehaviour
{
    private bool gyroEnabled;
    private Gyroscope gyro;

    private GameObject cameraContainer;
    private Quaternion rot;

    private void Start()
    {
        cameraContainer = new GameObject("Camera Container");
        cameraContainer.transform.position = transform.position;
        transform.SetParent(cameraContainer.transform);

        gyroEnabled = EnableGyro();
    }

    private bool EnableGyro()
    {
        if (SystemInfo.supportsGyroscope)
        {
            gyro = Input.gyro;
            gyro.enabled = true;

            cameraContainer.transform.rotation = Quaternion.Euler(90f, 90f, 0f);
            rot = new Quaternion(0, 0, 1, 0);

            return true;
        }

        return false;
    }

    private void Update()
    {
        if (gyroEnabled)
        {
```

```
        transform.localRotation = gyro.attitude * rot;
    }
}
}
```

VeiculoControle.cs: registro da quantidade dos veículos em cena, quantidade de rodas por veículo, sorteio da quantidade de veículos da fase, remoção dos veículos de acordo com o sorteio.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using System;

public class VeiculoControle : MonoBehaviour
{
    public GameObject[] veiculoArray;
    public static int randomVeiculo;
    public static int Rodas;
    public int RodasVeiculo;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        Rodas = RodasVeiculo;
        randomVeiculo = UnityEngine.Random.Range(0, veiculoArray.Length);
        int destruirVeiculo = veiculoArray.Length - randomVeiculo - 1;

        for(int i = 0; i < destruirVeiculo; i++)
        {
            int index = UnityEngine.Random.Range(0, veiculoArray.Length);
            veiculoArray[index].SetActive(false);
            RemoveElement(ref veiculoArray, index);
        }
    }

    private void RemoveElement<T>(ref T[] arr, int index)
    {
        for(int i = index; i < arr.Length - 1; i++)
        {
            arr[i] = arr[i + 1];
        }
        Array.Resize(ref arr, arr.Length - 1);
    }
}
```

buttonCheck.cs: verificar se a resposta da quantidade de rodas está coerente com a quantidade de veículos em cena, direciona para a cena de vitória ou derrota de acordo com a verificação da coerência.

```
Using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class buttonCheck : MonoBehaviour
{
    public void OnButtonClick(int ButtonNumber)
    {
        if (ButtonNumber == (VeiculoControle.randomVeiculo + 1) *
VeiculoControle.Rodas)
        {
            SceneManager.LoadScene("0-vitoria");
        }
        else
        {
            SceneManager.LoadScene("0-derrota");
        }
    }
}
```

buttonLevel.cs: direciona para a fase (moto, carro ou ônibus) de acordo com a escolha do jogador.

```
using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class buttonLevel : MonoBehaviour
{
    public void OnButtonClickLevel(string LevelName)
    {
        SceneManager.LoadScene(LevelName);
    }
}
```

buttonExit.cs: comando para sair do aplicativo

```
using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class buttonExit : MonoBehaviour
{
    public void OnButtonExit()
    {
        Application.Quit();
    }
}
```

REFERÊNCIAS

ALVES, L. M. **Gamificação na educação: aplicando metodologias de jogos no ambiente educacional** [versão eletrônica]. Joinville: SC, 2018. 99p.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_siete.pdf. Acesso em 13 janeiro de 2021.

SUPLINO, M. **Currículo funcional natural: guia prático para a educação na área do autismo e deficiência mental** - Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência; Maceió: ASSISTA, 2005.

Yanaze, L. **Tecno-pedagogia: os games na formação dos nativos digitais**. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2012. (Coleção ATOPOS – Série Galileo).