

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

EDUARDO ANTONIO COMERÃO STECCA ALMEIDA

**JOGO SÉRIO PARA SIMULAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DE  
PROBLEMAS RELACIONADOS À MOBILIDADE URBANA**

BAURU  
2023

EDUARDO ANTONIO COMERÃO STECCA ALMEIDA

**JOGO SÉRIO PARA SIMULAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DE  
PROBLEMAS RELACIONADOS À MOBILIDADE URBANA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Orientador: Prof. Ma. Juliana da Costa Feitosa

A447j

Almeida, Eduardo Antonio

JOGO SÉRIO PARA SIMULAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DE  
PROBLEMAS RELACIONADOS À MOBILIDADE URBANA /

Eduardo Antonio Almeida. -- Bauru, 2023

41 f. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciência da  
Computação) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de  
Ciências, Bauru

Orientadora: Juliana da Costa Feitosa

1. Jogos Digitais. 2. Acessibilidade Urbana. 3. Simulação. 4.  
Computação Gráfica. 5. Jogo Sério. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de  
Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Eduardo Antonio Comerão Stecca Almeida

## **JOGO SÉRIO PARA SIMULAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DE PROBLEMAS RELACIONADOS À MOBILIDADE URBANA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Banca Examinadora

---

**Prof. Ma. Juliana da Costa Feitosa**

Orientador

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Unesp - Bauru

---

**Profª.Drª. Simone das Graças Domingues  
Prado**

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Unesp - Bauru

---

**Prof. Dr. Kelton Augusto Pontara da  
Costa**

Departamento de Computação

Faculdade de Ciências

Unesp - Bauru

Bauru, 17 de janeiro de 2023.

# Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha família em especial minha mãe e minha avó, que sempre tentaram acertar na minha formação, foram exemplares no ensino, na instrução e na minha construção moral e social. Nunca disseram que eu não era capaz e jamais deixaram de me apoiar. Eu agradeço a vocês por me mostrarem e ensinarem o respeito com o próximo e, principalmente, a importância da família.

Queria fazer um agradecimento especial à todos os meus colegas que conheci seja gerenciando ou competindo pela Texugods. Todos esses anos representando a Unesp nos e-sports me ajudaram a criar laços especiais, e um, mais do que especial, minha namorada: Luiza Cogo. A todos vocês, desejo apenas sucesso ao decorrer de suas vidas, pois vocês deixaram uma marca e tanto na minha.

Gostaria de agradecer à aqueles que posso chamar de amigos, cada um de vocês foi e continua sendo uma peça importante no meu desenvolvimento como pessoa, em especial, uma amizade inusitada, gostaria de deixar aqui meu agradecimento pessoal ao meu amigo de Torrinha, Gabriel Gallo, uma pessoa que é excelente ouvinte, confidente e muito bem humorado fico feliz de ter cruzado o caminho com uma pessoa tão incrível como você, aprendi valiosas lições que faço questão de nunca esquecer.

Por fim, um agradecimento especial à professora Juliana, que passou esse último ano me orientando de muita boa vontade e sempre adicionando valiosas informações que contribuiram para que eu chegasse até o presente momento, a senhora é uma excelente professora a qual tive o prazer de ser aluno na matéria que proporcionou com que eu expressasse minha paixão por jogos e computação gráfica.

*"Nunca aceite o mundo como ele parece ser, ouse vê-lo como ele poderia ser". Dr.Harold Winston*

# Resumo

Conforme a criação e o aperfeiçoamento de novas tecnologias, dispositivos móveis capazes de executar *softwares* que demandam muito poder computacional atingiram grande destaque na nossa sociedade, atuando hoje em áreas fundamentais da nossa economia, como: transporte, alimentação e hospedagem. Pode-se, também, utilizar tais dispositivos para melhorar a qualidade de vida, a educação e o acesso à informação. Uma das maneiras de facilitar tais processos é a utilização de jogos sérios no compartilhamento de informações sobre problemas de difícil compreensão. O trabalho aqui apresentado, trata-se de um jogo sério desenvolvido para simular e expor alguns dos muitos problemas de acessibilidade urbana. O jogo: "*WheelChair Simulator*", utiliza ferramentas atuais de desenvolvimento de jogos multiplataformas, como também aplica conceitos de imersão, simulação e experiência do usuário. Voltado para adolescentes e jovens adultos que possuem acesso a um dispositivo móvel, com objetivo de melhorar a compreensão e a inclusão social. Utilizando uma área pouco explorada da Computação na divulgação de tais problemas e incentivar mais pesquisas nessa área de estudo no ramo de tecnologia da informação.

**Palavras-chave:** Jogos Sérios, Acessibilidade Urbana, Simulação, Dispositivos Móveis.

# Abstract

As the creation and improvement of new technologies, mobile devices capable of running software that requires a lot of computational power have gained great importance in our society, acting today in fundamental areas of our economy, such as: transportation, food and accommodation. You can also use these devices to improve the quality of life, education and access to information. One way to facilitate these processes is the use of serious games in the sharing of information about difficult-to-understand problems. The work presented here is a serious game developed to simulate and expose some of the many urban accessibility problems. The game: "Wheelchair Simulator" uses current tools for developing multiplatform games, as well as concepts of immersion, simulation and user experience. Aimed at adolescents and young adults who have access to a mobile device, with the goal of improving understanding and social inclusion. Using a less explored area of Computing in the dissemination of such problems and encouraging further research in this field of study in the field of information technology.

**Keywords:** Serious Games, Urban Acessbility, Simulation, Mobile.

# Listas de ilustrações

Figura 1 – Módulos do jogo sério . . . . .	18
Figura 2 – Menu principal . . . . .	19
Figura 3 – Tutorial . . . . .	20
Figura 4 – Cidade e Interface . . . . .	20
Figura 5 – Menu de pausa . . . . .	21
Figura 6 – Tela Final . . . . .	21
Figura 7 – Exemplo de primeira pessoa utilizando o jogo <i>Destiny 2</i> . . . . .	22
Figura 8 – Cadeira de rodas em primeira pessoa . . . . .	23
Figura 9 – Cadeira de rodas em terceira pessoa . . . . .	23
Figura 10 – Personagem interagindo com o ambiente . . . . .	24
Figura 11 – Personagem e interface . . . . .	25
Figura 12 – Exemplo de <i>Wheel Collider</i> . . . . .	25
Figura 13 – Cidade . . . . .	27
Figura 14 – Inteligência Artificial dos carros . . . . .	28
Figura 15 – NavMesh . . . . .	28
Figura 16 – Colecionável . . . . .	30
Figura 17 – Microsoft Flight Simulator . . . . .	32
Figura 18 – Visão do usuário . . . . .	33
Figura 19 – Placar . . . . .	34
Figura 20 – Jogador caindo da cadeira . . . . .	35
Figura 21 – Personagem . . . . .	35
Figura 22 – Legenda do fluxograma . . . . .	36
Figura 23 – Fluxograma Menu principal . . . . .	36
Figura 24 – Fluxograma Cena Cidade . . . . .	37

# **Lista de códigos**

1	Função para fixar-se no alvo . . . . .	23
2	Função para seguir o alvo . . . . .	24
3	Controles de frenagem . . . . .	26
4	Controles da roda esquerda com força para trás . . . . .	26
5	Código Consumidor de Carros parados . . . . .	29
6	Código Placar . . . . .	30
7	Código Objeto coletado . . . . .	31

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Problema	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivos Específico	13
1.4	Organização do trabalho	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
2.1	Jogos Sérios e Educação Social	15
2.2	Aproximação com a realidade	16
2.3	Acessibilidade no trânsito	16
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>18</b>
3.1	Módulo de interface do usuário	18
3.1.1	Menu principal	19
3.1.2	Tutorial	19
3.1.3	Cidade	20
3.1.4	Menu de pausa	21
3.1.5	Tela final	21
3.2	Módulo de controle	22
3.2.1	Câmeras	22
3.2.2	Movimentação do personagem	24
3.3	Módulo de ambientação tridimensional	27
3.4	Módulo de progressão	29
<b>4</b>	<b>SOBRE O JOGO</b>	<b>32</b>
4.1	Especificações Técnicas	33
4.2	Jogabilidade	33
4.3	História	34
4.4	Ganhando o jogo	34
4.5	Perdendo o jogo	34
4.6	Personagem	35
4.7	Fluxograma do Jogo	36
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>38</b>



# 1 Introdução

O mercado de jogos digitais vem crescendo ano após ano e a indústria de jogos sérios não é diferente. Mas afinal, qual a sua função? E com o que podem contribuir para a nossa sociedade? Tais aplicações são jogos digitais que são criados com o intuito de treinar, educar e cuidar da saúde, não necessariamente com o intuito primário de entretenimento ([LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015](#)). Um jogo sério é um tipo de aplicação projetada especificamente para alcançar um objetivo ou propósito específico, além de pura diversão. Esses *softwares* são utilizados para uma ampla gama de aplicações, incluindo educação, treinamento, bem-estar e até operações militares e governamentais. Uma das principais características dos jogos sérios é que eles são projetados para ser atraentes e imersivos, mas ainda assim transmitir uma mensagem clara ou objetiva. Isso significa que eles geralmente possuem gráficos e jogabilidade de alta qualidade, bem como enredos e personagens bem escritos ([KOMMERS; LEIJTEN, 2013](#)).

Além das características citadas anteriormente, essas aplicações podem ser jogadas em uma variedade de plataformas, incluindo computadores, *tablets* e dispositivos móveis. Elas podem ser entregues *online* ou *offline* e podem ser jogadas individualmente ou em grupo. No geral, os jogos sérios têm o potencial de serem uma maneira eficaz e atraente de aprender novas habilidades, resolver problemas e alcançar objetivos específicos ([INTRONA; RICHTER, 2016](#)).

Com a globalização, a informatização e o aumento da população de maneira rápida acontece um fenômeno de realocação de atividades de comércio e serviços para as partes periféricas do centro urbano, ocorrendo uma disputa pelo espaço urbano de veículos e pessoas. Devido a esse problema, o conceito de acessibilidade tem como função garantir a igualdade social para que qualquer pessoa, indiferente de suas características, possa utilizar o espaço de maneira confortável e segura ([ALMEIDA; GIACOMINI; BORTOLUZZI, 2013](#)).

A partir da análise de dados do IBGE, Censo de 2010, 23,9% da população brasileira possui algum tipo de deficiência, isso significa quase um quarto dos brasileiros, algo em torno de 45 milhões de pessoas ([IBGE, 2012](#)). Portanto, existe uma necessidade clara de acessibilidade e inclusão dessa parte da população na rotina dos centros urbanos. Sua importância está na Inclusão Social, sendo que quando a sociedade modifica a edificação e o ambiente urbano, visando contemplar este aspecto, todas as pessoas podem ter acesso, além de participarem juntas e ativamente nos mesmos locais ([BRETÓN-ESCUDERO, 2019](#)).

Permite-se então utilizar jogos sérios para tratar questões sociais simulando casos de falta de acessibilidade, como também expor problemas de uma maneira alternativa na tentativa de conscientizar a população para problemas que podem utilizar da tecnologia e

entregar uma perspectiva diferente da situação.

## 1.1 Problema

Segundo Krahé (2006 apud MELO et al., 2016), fica evidente que a população não portadora de deficiência apresenta atitudes negativas para com indivíduos que possuem algum tipo de incapacidade. Portanto, a conscientização desta população para esse problema é um passo muito importante na construção de uma inclusão real e positiva desses indivíduos na sociedade. Para promover-se a conscientização é necessário auxiliar as pessoas a compreender as condições dos indivíduos com algum tipo de deficiência, tais como a publicação de vídeos ou exercícios de simulação, tornando-se de grande utilidade nesse processo de educação da sociedade e inclusão de pessoas com deficiência de maneira positiva ([MELO et al., 2016](#)).

Portanto, a utilização de jogos digitais como instrumento de auxílio na compreensão desses problemas e inclusão desses indivíduos na sociedade pode se tornar uma maneira eficiente de reduzir tal problema, abordando de forma divertida e, simultaneamente, educativa de maneira fluida.

## 1.2 Justificativa

Como apresentado anteriormente, é de grande necessidade aumentar a acessibilidade no meio urbano. Para isso, foi desenvolvido um jogo sério com o auxílio de ferramentas presentes em dispositivos móveis com a finalidade de compreensão e aumento da inclusão social, utilizando uma área pouco explorada da Computação na divulgação de tais problemas e incentivar mais pesquisas nessa área de estudo no ramo de tecnologia da informação.

## 1.3 Objetivos

Foi desenvolvido um jogo digital sério com o foco de simular e expor problemas de mobilidade urbana para adolescentes e jovens adultos que possuam um dispositivo móvel.

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento de um jogo sério que simule e exponha problemas de mobilidade urbana na sociedade atual

### 1.3.2 Objetivos Específico

Para os objetivos específicos, foram desenvolvidos Módulos de:

- Interface do usuário;

- Controle;
- Ambienteção tridimensional; e
- Progressão.

## 1.4 Organização do trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 2 explora-se o conceito de jogos sérios para contribuir com a inclusão social e diminuir problemas sociais, tudo isso de maneira divertida e prazerosa. Além dos princípios fundamentais que guiaram o desenvolvimento deste trabalho.

O Capítulo 3 descreve toda a parte técnica do trabalho, desde todo o processo lógico envolvido como também a implementação do jogo no motor gráfico *Unity*.

O Capítulo 4 aborda o documento de *design* do jogo, o qual apresentará todos os ideais lógicos e de *design* estruturados para a aplicação.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho e as possibilidades de trabalhos futuros.

## 2 Fundamentação Teórica

Durante o decorrer deste capítulo, pode-se observar os conceitos que serviram como base para o desenvolvimento do trabalho, assim como destacar importantes linhas de pensamento que estão atreladas ao desenvolvimento de jogos sérios e a sua influência neste projeto.

### 2.1 Jogos Sérios e Educação Social

Os jogos sérios são descritos como "experiências de aprendizado atraentes, interativas e relevantes" que podem ser usados para "promover o pensamento crítico, a colaboração, a resolução de problemas e a tomada de decisão"(BERS, 2015).

Em um estudo sobre o uso de jogos sérios para a educação social, os pesquisadores encontraram que esses jogos podem ser eficazes em "facilitar o desenvolvimento de habilidades sociais, pensamento crítico e razão moral"(GEE, 2003). Os autores também observaram que esse tipo de *software* pode ser uma maneira poderosa de "promover justiça social, aumentar a conscientização sobre questões sociais e inspirar ação social"(GABBARD; DUNWOODY, 2014).

Essas aplicações têm a capacidade de transformar a maneira como as pessoas aprendem, praticam e desempenham. Destacando o potencial desse tipo de *software* para serem utilizados em uma variedade de ambientes educacionais, incluindo escolas, universidades e programas de treinamento profissional (PRENSKY, 2001).

Além dos benefícios mencionados, os jogos sérios possuem outras características únicas que os tornam particularmente adequados para a educação social. Primeiramente, essas aplicações geralmente possuem gráficos e jogabilidade de alta qualidade, o que pode ajudar a manter os jogadores engajados e motivados. Isso pode ser especialmente importante ao lidar com questões sociais complexas ou sensíveis, pois permite que as pessoas se concentrem na experiência de aprendizado em vez de serem sobrecarregadas ou desestimuladas pelo assunto (MEIJER; SWAAK; VERLOOP, 2016a).

Em segundo lugar, esses *softwares* podem ser adaptados a objetivos de aprendizado específicos. Isso significa que eles podem ser projetados para se concentrar em habilidades ou áreas de conhecimento específicas, permitindo que os educadores direcionem seus esforços e meçam a eficácia do jogo (WORTLEY; MECHELEN, 2012).

Em terceiro lugar, os jogos sérios podem ser entregues em uma variedade de plataformas, incluindo computadores, *tablets* e dispositivos móveis. Isso os torna acessíveis a uma ampla parcela da população, independentemente de sua localização ou acesso à tecnologia (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007).

Como também, os jogos sérios podem ser jogados individualmente ou em grupo, permitindo um ambiente de aprendizado flexível. Isso pode ser especialmente útil para a educação social, pois permite que as pessoas aprendam ao seu próprio ritmo e colaborem com outros em um ambiente virtual ([GABBARD; DUNWOODY, 2010](#)).

No geral, as evidências sugerem que os jogos sérios têm o potencial de serem uma ferramenta valiosa para a educação social, ajudando as pessoas a aprenderem novas informações e habilidades de maneira divertida e atraente, enquanto também promovem o pensamento crítico e a ação social.

## 2.2 Aproximação com a realidade

A simulação é um elemento-chave de muitos jogos sérios desenvolvidos para ação social. Ela permite que os jogadores experimentem e explorem diferentes cenários, situações e resultados em um ambiente seguro e controlado, o que pode ser especialmente útil ao lidar com questões sociais complexas ou sensíveis. ([GEE; HAYES, 2011](#))

Um dos principais benefícios da simulação em jogos sérios é que ela permite que os jogadores pratiquem e desenvolvam habilidades que podem ser difíceis de aprender ou praticar no mundo real. Por exemplo, um jogo sério que simula uma conversa difícil sobre racismo ou preconceito pode permitir que os jogadores pratiquem habilidades de comunicação e resolução de conflitos sem o risco de causar danos ou ofensas no mundo real ([MEIJER; SWAAK; VERLOOP, 2016b](#)).

A simulação também pode ser uma maneira poderosa de aumentar a conscientização sobre questões sociais e inspirar ação. Ao apresentar informações de maneira mais interativa e atraente, os jogos sérios que incorporam simulação podem ajudar as pessoas a entender o impacto das questões sociais em um nível mais profundo e motivá-las a agir em suas próprias vidas ([SPECTOR; STEFANIAK; SMITH, 2014](#)).

Contudo, adicionar um componente de realidade ao jogo sério é extremamente importante em um contexto de ação social, isso possibilita que os jogadores melhorem suas habilidades e se aventurem em cenários, muitas vezes, diferentes da bolha social em que estão envoltos, como também, permite-se aprimorar sua percepção de problemas sociais em um ambiente controlado, sem que nenhuma pessoa seja prejudicada.

## 2.3 Acessibilidade no trânsito

Acessibilidade significa a condição do indivíduo de se movimentar, locomover e atingir um destino desejado, dentro de suas capacidades individuais, isto é, realizar qualquer movimentação ou deslocamento por seus próprios meios, com total autonomia e em condições seguras, mesmo que para isso precise se utilizar de objetos e aparelhos específicos. É um conceito-chave

no campo de *design*, planejamento e políticas, pois envolve a criação de ambientes e sistemas inclusivos e acolhedores para pessoas com uma variedade de habilidades e necessidades diferentes ([CIDADES, 2007a](#)).

A acessibilidade no trânsito refere-se à facilidade com que as pessoas e os bens podem se mover por meio de uma rede de transporte. É um fator importante para garantir que uma comunidade esteja conectada, funcional e habitável ([CIDADES, 2007b](#)).

"A circulação urbana, ou o ato de circular pela cidade, é o exercício da mobilidade mediante o próprio esforço pessoal (a pé ou de bicicleta) ou através de meios motorizados de posse ou uso pessoal, ou providos por terceiros, através de serviços oferecidos. Em todas as situações, a sua manifestação efetiva se dá na infra-estrutura urbana."([CIDADES, 2007a](#)).

Melhorar a acessibilidade no trânsito pode envolver uma série de medidas como: a construção ou expansão de rodovias e sistemas de transporte público; a melhoria da infraestrutura para pedestres e ciclistas; e a implementação de tecnologias de transporte inteligentes. Assegurar que os sistemas de transporte estejam acessíveis a todos os membros de uma comunidade, incluindo aqueles com deficiências e mobilidade limitada, também é importante ([CIDADES, 2007b](#)).

Em geral, a acessibilidade no trânsito é um aspecto importante na criação de uma comunidade funcional e habitável. Assegurar que as pessoas e os bens possam se mover facilmente e eficientemente através da rede de transporte é crucial para o desenvolvimento econômico e social.

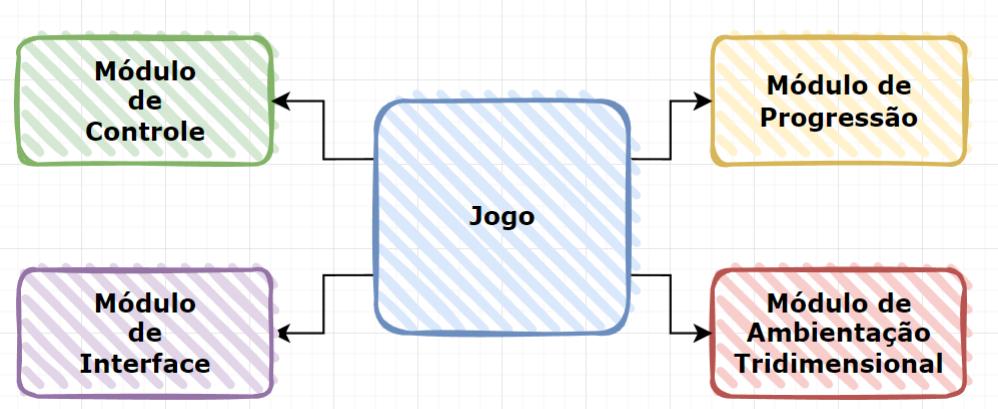
### 3 Materiais e Métodos

Para desenvolver e executar o jogo "*WheelChair Simulator*", foi utilizado o motor de jogos *Unity*, que serve como plataforma para o desenvolvimento de todos os módulos que compõem o jogo. Os *scripts* para funcionamento dos módulos e objetos serão desenvolvidos no editor de código-fonte *Visual Code*, disponibilizado pela *Microsoft*, utilizando a linguagem C#. A justificativa para essa escolha, deve-se ao fato de que tanto o motor gráfico quanto a linguagem possuem uma extensa documentação disponibilizada na *internet* e também a familiaridade do autor em relação a essas duas ferramentas.

Todos os modelos 3D utilizados foram disponibilizados pela *Unity Asset Store*, uma loja de recursos e ferramentas exclusivas para o motor gráfico selecionado. Vale ressaltar que todos os modelos foram adquiridos de maneira gratuita, com exceção da cadeira de rodas que será apresentada futuramente neste documento.

Dada a extensão do trabalho, para melhor fluxo de desenvolvimento, as fases de desenvolvimento foram separadas em quatro partes, são elas: Módulo de interface do usuário, Módulo de controle, Módulo de ambientação tridimensional, Módulo de progressão, os quais estão melhor representados conforme a Figura 1.

Figura 1 – Módulos do jogo sério



Fonte: Elaborada pelo autor

A partir deste momento, é possível observar a tomada de decisão no desenvolvimento de cada módulo utilizando a ordem citada anteriormente.

#### 3.1 Módulo de interface do usuário

Esse módulo é responsável por exibir todas as informações necessárias para que o usuário do jogo possa interagir com o sistema, assim como é responsável por navegar entre todas

as cenas que foram criadas. São elas:

- Menu principal;
- Tutorial;
- Menu de pausa;
- Cidade; e
- Tela final.

### 3.1.1 Menu principal

Na Figura 2, pode-se observar a primeira tela em que o usuário será apresentado assim que iniciar a aplicação no seu dispositivo móvel.

Figura 2 – Menu principal



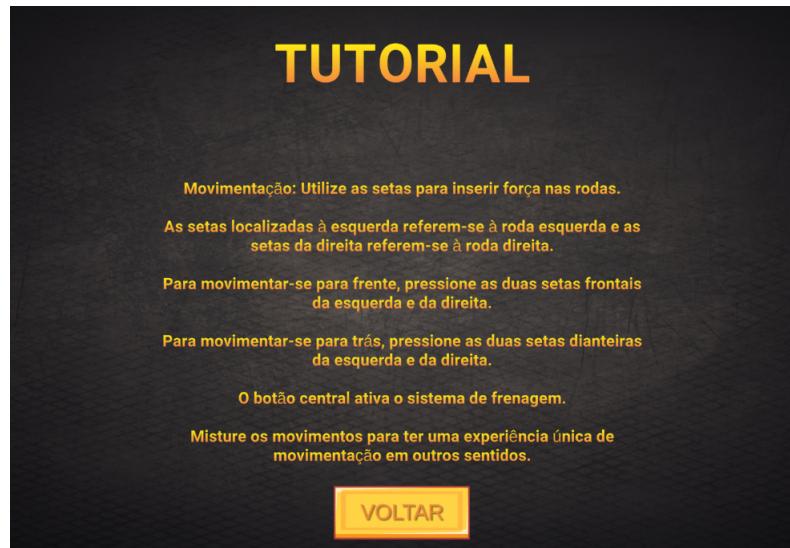
Fonte: Elaborada pelo autor

A partir desse menu, é possível iniciar o jogo, acessar a tela de tutorial, ou também, se necessário, encerrar a aplicação.

### 3.1.2 Tutorial

Esta tela é responsável por apresentar o sistema de controles que foram desenvolvidos para um melhor fluxo na jogatina do usuário, como mostra a Figura 3. Mais detalhes sobre esses comandos serão abordados no Módulo de controle.

Figura 3 – Tutorial



Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.1.3 Cidade

Esta é a principal cena na qual o jogador irá passar a maioria do tempo. O esquema de interface de usuário apresentado pela Figura 4 foi pensado para informar o jogador sobre suas ações, tal como evitar com que o usuário fosse sobrecarregado com muitos eventos acontecendo na tela de seu dispositivo. Utilizando de um *design* de interface simples, pode-se alcançar tais metas de maneira eficiente e esteticamente amigável ao usuário.

Figura 4 – Cidade e Interface



Fonte: Elaborada pelo autor

Pode-se observar no canto superior direito, um placar com o objetivo para ranquear o desempenho do jogador durante a sessão de jogatina. Já na parte inferior da tela, observa-se a utilização de cinco botões, os quais fazem parte dos controles do personagem durante a cena em que ele está na cidade. Por fim, na parte superior esquerda, encontra-se o botão que

aciona o menu de pausa.

### 3.1.4 Menu de pausa

Este menu foi desenvolvido na intenção de deixar o usuário com maior controle sobre seu tempo de jogo. Sendo assim, ao clicá-lo a jogatina será pausada, possibilitando com que o jogador possa novamente navegar para outras cenas. Como observado na Figura 5, pode-se voltar ao menu principal, reiniciar a instância de jogo e retornar a instância em que foi pausada.

Figura 5 – Menu de pausa



Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.1.5 Tela final

Quando o jogador ganha, perde ou resolve reiniciar a instância do jogo, será apresentado um placar o qual se encontra na tela final, com o objetivo de incentivar o domínio completo dos controles do jogo. Como apresentado na figura 6.

Figura 6 – Tela Final



Fonte: Elaborada pelo autor

## 3.2 Módulo de controle

O módulo de controle é o componente principal do jogo. Ele é responsável, principalmente, por controlar o personagem durante sua aventura na cena da cidade. Para entender melhor o seu funcionamento, serão apresentadas as diversas camadas lógicas implementadas no controlador do nosso personagem.

### 3.2.1 Câmeras

As câmeras são as principais ferramentas que ajudam a implementar um grau de imersão no jogo. O motor gráfico possibilita utilizar vários tipos de câmeras, possibilitando que o desenvolvedor selecione a que melhor se encaixa para o seu projeto. Tratando-se de imersão, existem dois tipos de esquema convencional de câmeras que podem ser utilizados, sendo eles: primeira pessoa e terceira pessoa. Ao utilizar câmeras em primeira pessoa, obtém-se um grau de imersão muito maior, pois está se reproduzindo como o ser humano percebe o mundo ao seu redor. Tais esquemas são muito utilizados em jogos de FPS (tiro em primeira pessoa) como também em jogos de simulação, a Figura 7 é um exemplo de um jogo em primeira pessoa.

Figura 7 – Exemplo de primeira pessoa utilizando o jogo *Destiny 2*



Fonte: Bungie (2017)

Durante o início do desenvolvimento, utilizar desse esquema de câmeras em primeira pessoa, pareceu ser a melhor decisão. Porém, depois da segunda fase do projeto, no desenvolvimento do Módulo de ambientação, muitos detalhes, que possibilitavam deixar o jogo divertido e agradável, foram perdidos. O maior exemplo foi a perda de grande parte da percepção do funcionamento correto da cadeira de rodas, como mostra a Figura 8. Dada essa problemática, optou-se por voltar e desenvolver o jogo com o esquema de câmeras em terceira pessoa, como mostra a Figura 9.

Figura 8 – Cadeira de rodas em primeira pessoa



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 9 – Cadeira de rodas em terceira pessoa



Fonte: Elaborada pelo autor

Para um controle mais fluido e suave da câmera em terceira pessoa, utilizou-se de um *script* o qual contém duas funções importantes. O Código 1, refere-se a função que foca a visão da câmera no objeto de escolha, no caso o personagem. Já o Código 2 tem a função de manter à câmera a uma distância fixa do alvo escolhido, utilizando as variáveis *offset* para definir as distâncias dos eixos X,Y e Z.

## Código 1 – Função para fixar-se no alvo

Código 2 – Função para seguir o alvo

```
public void MoveToTarget()
{
    Vector3 _targetPos = objectToFollow.position +
        objectToFollow.forward * offset.z +
        objectToFollow.right * offset.x +
        objectToFollow.up * offset.y;

    transform.position = Vector3.Lerp(transform.position,
    _targetPos, followSpeed * Time.deltaTime);

}
```

Sua principal função é suavizar a movimentação da câmera, visto que o princípio de funcionamento lógico da mesma é seguir o personagem. Após a implementação e a realização de diversos testes, ficou clara a melhoria no entendimento do usuário final, eliminando uma ferramenta importante da imersão que é a câmera em primeira pessoa, porém trazendo uma nova ideia de que seja mais amigável ao usuário, como observa-se na Figura 10. Essa ideia surgiu devido à problemática encontrada de que os controles do jogo já são, propositalmente, muito complexos, trazendo um grau alto de dificuldade o qual é utilizado para expor o problema de acessibilidade que será abordado na próxima subseção.

Figura 10 – Personagem interagindo com o ambiente



Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.2.2 Movimentação do personagem

Um sistema de controles convencionais aborda o movimento de seus personagens em dois eixos: horizontal e vertical, onde o personagem se move para frente, para trás e para os

lados individualmente, com o apertar de um botão. Nesse trabalho, tal abordagem tornaria o jogo fácil demais, removendo a imersão e dificultando a compreensão do problema proposto. Portanto, foi desenvolvido um esquema de controles não convencional onde controla-se apenas a movimentação dos braços do personagem, onde cada braço age individualmente e de apenas duas formas: colocando força nas rodas da cadeira para frente e/ou para trás. O esquema de botões está exemplificado na Figura 11.

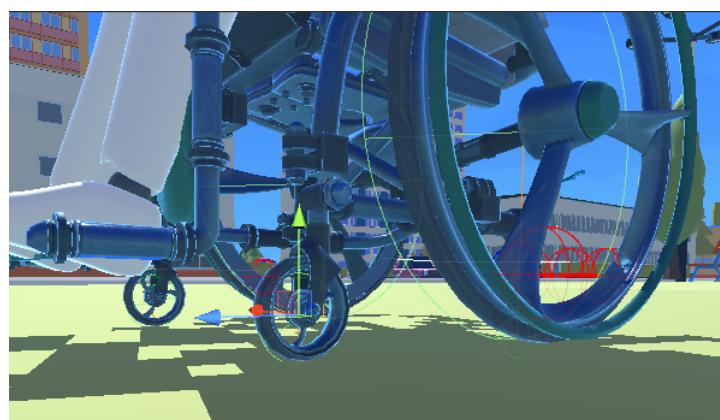
Figura 11 – Personagem e interface



Fonte: Elaborada pelo autor

O conceito principal do jogo é simular ao máximo possível as dificuldades e desafios que pessoas que utilizam esse tipo de dispositivo de locomoção tem no contexto de mobilidade urbana. Portanto, foi adicionado ao modelo 3D da cadeira componentes do *Unity* chamados de *Wheel Colliders*. Tais componentes servem para simular comportamento de rodas utilizando a física do motor gráfico, o qual é muito semelhante com a realidade e muito utilizado em jogos simuladores de corrida. O mesmo é extremamente personalizável, o que serviu de grande ajuda para dar o toque de movimentação único que o autor deseja com a cadeira de rodas. A Figura 12 mostra um dos *Wheel Colliders* utilizados.

Figura 12 – Exemplo de *Wheel Collider*



Fonte: Elaborada pelo autor

Por tratar-se de um jogo *mobile*, é possível apenas interagir com a aplicação utilizando toques ou movimentos captáveis pelo acelerômetro ou pelo giroscópio interno do dispositivo, para isso, o módulo de interface conversa com o módulo de controle, onde os botões antes apresentados se referem aos movimentos dos braços do personagem e o botão maior se refere ao sistema de frenagem que foi disponibilizado para um melhor controle dos movimentos. O Código 3 exemplifica a lógica aplicada ao botão de frenagem a qual pode ser replicada aos outros botões apenas alterando o valor de suas variáveis, como mostra o Código 4.

Código 3 – Controles de frenagem

```

if (BolStop){
    Roda_Esquerda.brakeTorque = Frenagem;
    Roda_Direita.brakeTorque = Frenagem;
    F_Direita.brakeTorque = Frenagem;
    F_Esquerda.brakeTorque = Frenagem;
    Roda_Esquerda.motorTorque = 0;
    Roda_Direita.motorTorque = 0;
    FRight = false;
    FLeft = false;
    BLeft = false;
    BRight = false;
}else{
    Roda_Esquerda.brakeTorque = 0;
    Roda_Direita.brakeTorque = 0;
    F_Direita.brakeTorque = 0;
    F_Esquerda.brakeTorque = 0;
}

```

Código 4 – Controles da roda esquerda com força para trás

```

if (BLeft)
{
    F_Direita.steerAngle = -30;
    F_Esquerda.steerAngle = -30;

    F_Esquerda.motorTorque = -Forca / 2;
    Roda_Esquerda.motorTorque = -Forca / 2;
    Roda_Direita.motorTorque = 0;
    F_Direita.motorTorque = 0;
}

```

Como observado, cada função remete a uma entrada do usuário e as funções *motorTorque* e *steerAngle* controlam, respectivamente, a força aplicada à roda e o ângulo o qual as rodas são submetidas. A combinação desses elementos faz com que o controle do personagem e da cadeira de rodas fique fluido e o mais próximo da realidade.

Os componentes *Wheel Collider* providenciam uma interação com o terreno do jogo e o mapa da cidade bastante realistas além de interagirem com as próprias rodas, possibilitando fazer as mais diversas combinações e não restringindo o personagem à movimentos básicos como observa-se na maioria dos jogos convencionais.

Após vários ajustes e testes, a movimentação da cadeira de rodas se deu por satisfatório, sendo o principal componente da simulação que auxilia o jogo sério a evidenciar os problemas envolvidos caso a infraestrutura urbana não tenha o suporte necessário para pessoas que possuam tal limitação à sua movimentação.

### 3.3 Módulo de ambientação tridimensional

Para melhorar ainda mais a imersão no jogo, criou-se um ambiente virtual que comporta-se como um centro urbano, como mostra a Figura 13. Para isso, foram utilizados modelos 3D gratuitos, a partir dos quais foi criado uma cidade que não tenha nenhuma ferramenta de acessibilidade no trânsito. Assim, o desafio do jogo está em um usuário conduzir a cadeira de rodas enquanto explora a cidade.

Figura 13 – Cidade

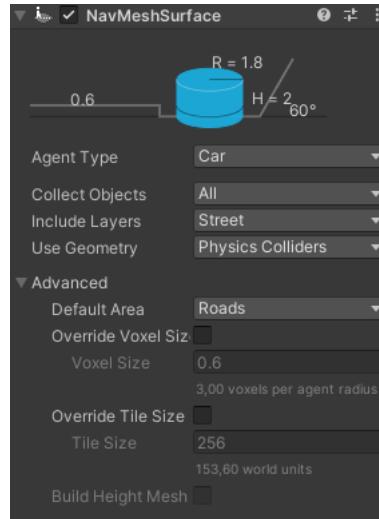


Fonte: Elaborada pelo autor

Para deixar a cidade mais dinâmica, fazer com que o usuário sinta-se imerso e que este cenário realmente simule condições que é possível encontrar no dia a dia de nossas vidas, adiciona-se uma pequena Inteligência Artificial, a qual controla modelos de carros que dirigem pela cidade. Consequentemente, os carros interagem com o usuário bloqueando a

sua passagem ou servindo de obstáculo. Tal ação é possibilitada utilizando as ferramentas do *NavMeshSurface*, uma dependência do motor gráfico que foi utilizada para tais objetivos, onde pode-se configurar a altura, largura o tamanho do degrau máximo em que a Inteligência Artificial pode subir e o limite de sua angulação de subida, como também pode-se adicionar uma área padrão em que a mesma pode atuar, no caso deste trabalho: as ruas ,como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Inteligência Artificial dos carros



Fonte: Elaborada pelo autor

Para definir locais onde os carros podem navegar sem que os mesmos passem por calçadas ou prédios, limita-se os locais do mapa em que a Inteligência Artificial pode atuar. Tal ação é possível utilizando a dependência *NavMesh*. O *NavMesh* contrói uma malha, de acordo com as definições necessárias de onde nossa Inteligência Artificial pode atuar. Assim ele também traça caminhos previsíveis para que os carros percorram. A Figura 15 exemplifica a malha criada em um trecho da cidade.

Figura 15 – NavMesh



Fonte: Elaborada pelo autor

Dada a necessidade de ter um número constante de carros andando em diferentes ruas, um *script* foi criado para gerar e consumir os carros caso eles fiquem muito tempo parados. O Código 5 é um trecho do *script* com a função de consumir os carros parados caso permaneçam na mesma posição durante um intervalo de tempo especificado. Todos esses componentes trabalhando juntos possibilitam o desenvolvimento do último módulo.

Código 5 – Código Consumidor de Carros parados

```
public class DestroyOnMove : MonoBehaviour
{
    private int count = 10;
    Vector3 posBefore;
    void Update()
    {
        if(this.transform.position == posBefore){
            count--;
        }
        if(count == 0)Destroy(gameObject);

        posBefore = this.transform.position;
    }
}
```

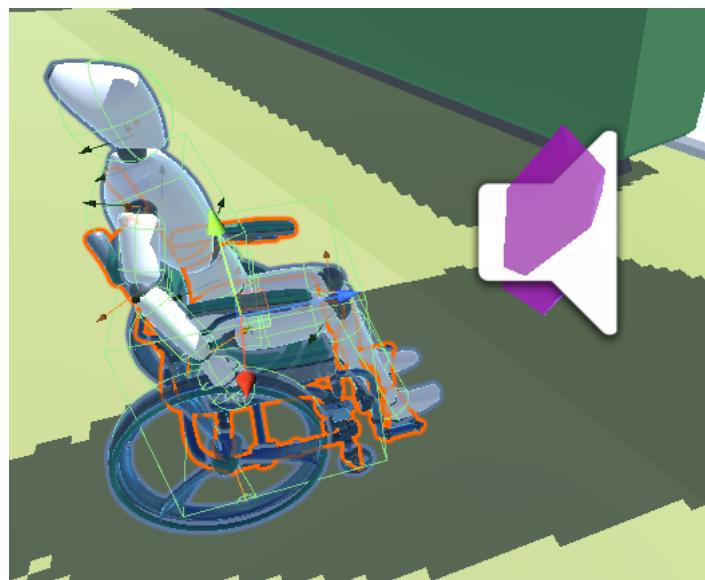
### 3.4 Módulo de progressão

Este último módulo é responsável por transformar nossos cenários e personagem em um jogo. Até então, é possível considerar como uma simulação, visto que não existem elementos fundamentais encontrados em jogos digitais como: risco e recompensa ([BATEMAN; BOON, 2005](#)). O Módulo de progressão atua criando consumíveis por todo o cenário para que o jogador os cole, incentivando a exploração. Por fim fazendo com que o jogador percorra grande parte do local enquanto se depara com os desafios da própria falta de infraestrutura do mesmo, entretanto, vale ressaltar que é importante balancear o uso desses sistemas para evitar frustração e *burnout* ([VORDERER; RICK; WÜSTEFELD, 2013](#)).

Cada colecionável aumenta o placar na parte superior direita em dez pontos. Para incentivar que o usuário experimente diversos desafios durante a exploração da cidade e não fique preso à uma jogatina monótona, alguns colecionáveis valem o dobro, ou até mesmo o triplo de pontos dependendo do lugar em que encontram-se, como por exemplo: no topo de escadas, caminhos perigosos e locais com intenso tráfego de veículos. Tais ferramentas fazem com que o jogador desenvolva um senso de risco e recompensa, tomando decisões

que podem facilmente ser comparadas à decisões do mundo real com os mesmos problemas de acessibilidade urbana. A Figura 16 apresenta um exemplo de colecionável que pode-se encontrar durante a execução da aplicação.

Figura 16 – Colecionável



Fonte: Elaborada pelo autor

Sendo um módulo simples, a progressão é essencial para que o jogo seja divertido e desafiador, visto que o placar incentiva os jogadores a atingirem uma pontuação crescente que só pode ser atingida caso o usuário consiga dominar totalmente os controles do jogo em um ambiente desenvolvido para ser hostil. O Código 6 mostra o funcionamento do placar, utilizando variáveis de texto em conjunto com o Código 7, o qual processa a pontuação quando o usuário aproxima-se do colecionável e em seguida o destrói.

Código 6 – Código Placar

```
public class ScoringSystem : MonoBehaviour
{
    public static int theScore = 000;
    public TextMeshProUGUI TextVariable;

    void Update()
    {
        TextVariable.text = ""+theScore;

    }
}
```

## Código 7 – Código Objeto coletado

```
public class Collect : MonoBehaviour
{
    void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        ScoringSystem.theScore += 10;
        Destroy(gameObject);
    }
}
```

## 4 Sobre o Jogo

O Jogo Sério denominado como "*WheelChair Simulator*", tem como propósito evidenciar e denunciar os problemas de acessibilidade urbana. É direcionado para o público de adolescentes e jovens adultos, de 14 a 25 anos. Tal escolha foi feita devido à facilidade que essa faixa de usuário possui em operar dispositivos móveis e também pela alta probabilidade destes estarem inseridos em instituições educacionais, facilitando o alcance e disseminação do jogo. Para jogadores abaixo dessa faixa etária, o jogo seria extremamente difícil e abordaria conceitos que ainda não foram abordados para eles. Já para um público acima dessa faixa etária, tal abordagem pode não ser tão chamativa, visto que quanto maior a idade, menor a probabilidade de se interessarem por um jogo digital ([DOUGLAS; REHMAN, 2015](#)).

É possível definir o gênero deste jogo como simulador, onde o usuário encontra situações que podem ser assimiladas à realidade por meio da tomada de decisões para os vários eventos que podem acontecer tanto no jogo quanto na sua vida. Os desafios do jogo envolvem abordar os problemas relacionados a acessibilidade urbana que, como abordado anteriormente, atingem grande parte da população brasileira e são pouco evidenciados utilizando uma abordagem mais interativa. Pode-se utilizar como exemplo a Figura 17, que trata-se de um jogo publicado pela *Xbox Game Studios*, lançado em 18 de agosto de 2020 e está disponível para *Microsoft Windows*, *Xbox One*, *Xbox Series X* e *Series S*. O objetivo é observar o gênero simulador de outra perspectiva, utilizado para diversão e treinamento de pilotos.

Figura 17 – Microsoft Flight Simulator



Fonte: Microsoft Corporation (2020)

## 4.1 Especificações Técnicas

Durante o desenvolvimento deste trabalho optou-se por definir a plataforma para dispositivos móveis, sendo escolhido o sistema operacional *Android*, apesar do motor gráfico possibilitar o desenvolvimento para multiplataforma. Essa escolha deve-se ao fato de que, atualmente, dispositivos móveis capazes de executar tais aplicações são acessíveis e podem ser utilizados como complemento para salas de aula, palestras, etc. Além disso, foi decidido que a visualização do personagem será em terceira pessoa e o dispositivo móvel irá apresentar a aplicação no modo paisagem, visto que em modo retrato, os botões seriam de difícil manuseio para o usuário, além de ocuparem muito espaço de tela. Na Figura 18 pode-se observar a visão do usuário na maior parte do tempo de execução da aplicação.

Figura 18 – Visão do usuário



Fonte: Elaborada pelo autor

## 4.2 Jogabilidade

O controle do personagem é feito a partir de botões presentes na parte inferior da tela, sendo eles:

- Setas superiores: O personagem exerce força para frente dependendo do lado em que o botão foi pressionado;

- Setas inferiores: O personagem exerce força para trás dependendo do lado em que o botão foi pressionado; e
- Barra central: o sistema de frenagem é ativado, para melhor controle do jogador.

Vale ressaltar que dependendo da combinação de setas pressionadas, o personagem irá se movimentar de acordo com as leis físicas aplicadas no mundo real.

### 4.3 História

A história do jogo é bem simples. É possível colocar-se no lugar do personagem que está em uma cadeira de rodas, e sua missão é coletar os colecionáveis que foram deixados, utilizando sua maestria de movimentação com a cadeira. Com isso será possível explorar a cidade em busca de coletar todos os objetos escondidos, evitando sofrer um acidente nessa jornada.

### 4.4 Ganhando o jogo

Esse jogo foi desenvolvido com o propósito de ser extremamente envolvente, onde quanto mais tempo e esforço o usuário dedicar, melhor ele será classificado obtendo mais pontos capturando os consumíveis mais desafiadores. Sendo assim, para ganhar o jogo de maneira definitiva, basta quebrar seu recorde apresentado anteriormente no placar da interface, como mostra a Figura 19.

Figura 19 – Placar

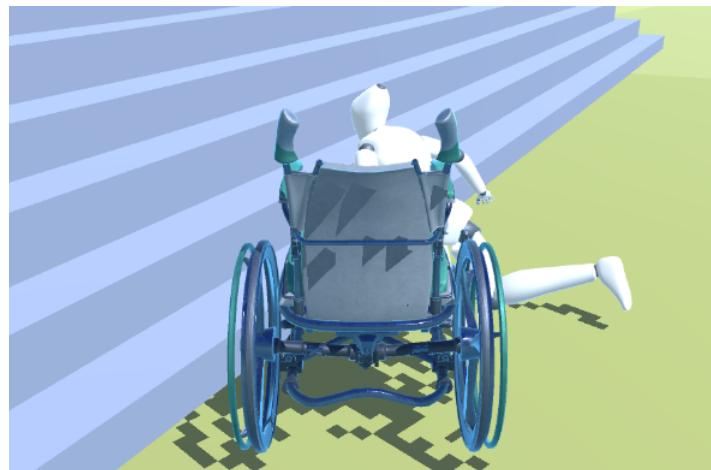


Fonte: Elaborada pelo autor

### 4.5 Perdendo o jogo

O jogador perde caso ele sofra um acidente ou caia da cadeira tentando realizar alguma manobra mais arriscada, como mostra a Figura 20. Sendo assim, será apresentada uma tela com a opção de reiniciar a instância e tentar de novo. Caso algum dos eventos anteriores aconteça, o seu placar será congelado e só voltará a computar pontos caso a instância seja reiniciada.

Figura 20 – Jogador caindo da cadeira



Fonte: Elaborada pelo autor

## 4.6 Personagem

Nosso personagem principal possui uma condição que restringe sua movimentação e por isso se encontra em uma cadeira de rodas como mostra a Figura 21. Devido a essa situação, as principais animações que serão feitas tem como finalidade se igualarem a movimentação de uma cadeira de rodas na realidade, bem como a movimentação dos braços do personagem.

Figura 21 – Personagem

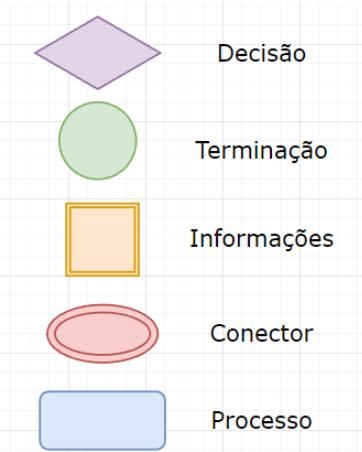


Fonte: Elaborada pelo autor

## 4.7 Fluxograma do Jogo

Nesta ultima seção é possível observar os fluxogramas desenvolvidos para o jogo. Seu principal objetivo é melhorar o entendimento de todo o processo lógico da aplicação. A Figura 22 apresentará a legenda dos fluxogramas que serão mostrados.

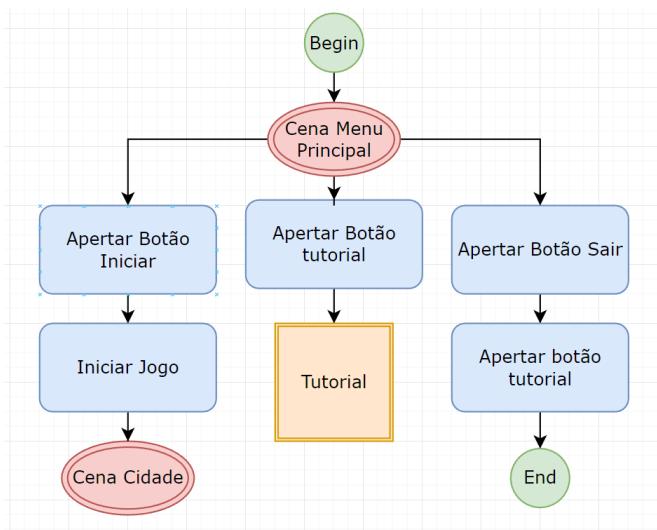
Figura 22 – Legenda do fluxograma



Fonte: Elaborada pelo autor

As Figuras 23 e 24 mostram, respectivamente os fluxogramas da cena de Menu Principal e da Cena da Cidade. É exemplificado por meio da Figura 23 as etapas do Menu Principal. Então, partindo do início da aplicação (Start), o jogador poderá iniciar o jogo clicando no botão correspondente (Iniciar). Poderá acessar o Tutorial, clicando no botão correspondente (Tutorial). Ou poderá sair do jogo (End), clicando no botão correspondente (Sair).

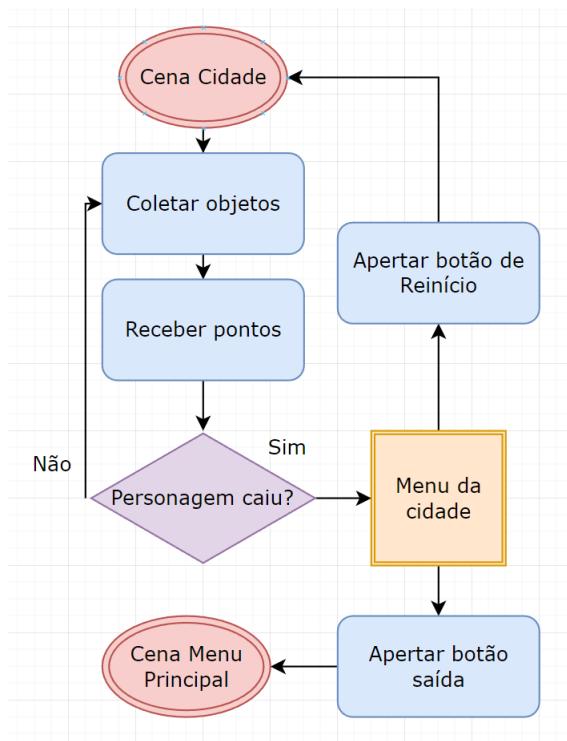
Figura 23 – Fluxograma Menu principal



Fonte: Elaborada pelo autor

É exemplificado por meio da Figura 24 as etapas correspondentes à Cena da Cidade. Analisando a sequência dos estados, o jogador coleta os itens com a missão de não ser prejudicado (caindo ou sendo atingido pelos carros). Se o jogador for prejudicado ou atingido pelos carros (Cair), a Tela Final será apresentada dando a possibilidade do jogador recomeçar o jogo ou simplesmente voltar ao Menu Principal.

Figura 24 – Fluxograma Cena Cidade



Fonte: Elaborada pelo autor

## 5 Conclusão

Com a grande expansão do mercado de jogos, em conjunto com o aumento da utilização de computadores e dispositivos móveis, é possível observar uma tendência muito grande em relação ao consumo dessas tecnologias.

A utilização de jogos digitais sérios em várias áreas da sociedade prova-se de grande ajuda para a construção de uma sociedade mais tolerante e sensível a pautas como acessibilidade urbana. Sendo assim, este trabalho buscou desenvolver um jogo sério com o intuito de denunciar os problemas que é possível observar, especialmente no trânsito brasileiro, onde a falta de infraestrutura e acesso para pessoas com algum tipo de restrição na mobilidade é bastante recorrente, de uma maneira mais descontraída e divertida, sem prejudicar nenhuma pessoa.

O jogo "*WheelChair Simulator*" tem o intuito de simular problemas que são encontrados no dia a dia dos centros urbanos e estimular para que as pessoas tomem atitudes em relação à esses problemas. Para facilitar ainda mais o seu acesso, buscou-se fazer com que o jogo seja executado em dispositivos móveis e que não demande de muitos recursos computacionais, além de implementar diferentes conceitos da área de tecnologia de informação como Computação Gráfica, Inteligência Artificial, Experiência do Usuário e portabilidade.

O jogo conta com recursos de *design* utilizados em jogos atuais, sendo o mais importante a "rejogabilidade", que faz com que o usuário sinta-se desafiado constantemente e tenha um maior interesse em passar mais tempo com o jogo, possibilitando com que seja apresentado a diferentes tipos de situações que pessoas com mobilidade restringida enfrentam no dia a dia.

Devido à natureza de um jogo sério, e conforme os resultados, espera-se que o jogo possa contribuir positivamente para a sociedade em que está inserido. Podendo ser utilizado como uma ferramenta complementar em vários casos de uso como escolas e ambientes que estimulem esse tipo de conversa, de maneira prática e acessível.

A possibilidade de aprimoramento desse trabalho é extremamente encorajada, visto que o desenvolvimento de jogos leva tempo, e mesmo em curto prazo, foi elaborado um jogo que atendendeu os requisitos propostos no projeto. Como também, o aprofundamento dos estudos pode levar a aperfeiçoamento de funcionalidades já existentes e também a criação de novas.

Com base nesses resultados, o desenvolvimento desse trabalho possibilitou perceber novas aplicações para jogos digitais que ainda são muito pouco exploradas, além de servir como um aprendizado muito importante para os assuntos que foram abordados, o desenvolvimento de jogos e o papel positivo que os mesmos podem alcançar na sociedade, evidenciando problemas

que requerem um nível maior de exposição e entendimento por parte da sociedade.

# Referências

- ALMEIDA, E.; GIACOMINI, L. B.; BORTOLUZZI, M. G. Mobilidade e acessibilidade urbana. *Seminário Nacional de Construções*, p. 1–7, 2013.
- BATEMAN, C.; BOON, R. The role of risk and reward in video game design. *Foundations of Digital Games*, p. 29–48, 2005.
- BERS, M. P. *Game-based learning: How games motivate, engage, and educate*. Cambridge, MA: MIT Press, 2015.
- BRETÓN-ESCUDERO, P. A review on social inclusion and the role of urban design in promoting social cohesion. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 16, n. 2, p. 365, 2019.
- Bungie, Inc. *Destiny 2*. [S.I.]: Bungie, Inc., 2017. Acesso em: 30 de Dezembro de 2022.
- CIDADES, B. M. das. *Caderno PlanMob: para orientação aos órgãos gestores municipais na elaboração dos Planos Diretores de Mobilidade Urbana*. [S.I.]: Brasília, 2007a.
- CIDADES, B. M. das. *Construindo uma Cidade Acessível*. [S.I.]: Brasília, 2007b.
- DOUGLAS, N.; REHMAN, T. Age and the enjoyment of video games. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 49, p. 1–10, 2015.
- GABBARD, R.; DUNWOODY, S. The use of serious games for social change: a review of the literature. *Journal of Educational Technology & Society*, International Forum of Educational Technology & Society, v. 13, n. 3, p. 181–189, 2010.
- GABBARD, R.; DUNWOODY, S. Serious games and virtual environments for education and training: A review of the literature and future directions. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 30, p. 136–142, 2014.
- GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, ACM, v. 1, n. 1, p. 20–20, 2003.
- GEE, J. P.; HAYES, E. R. Simulation and serious games for learning: A review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, Wiley, v. 27, n. 1, p. 5–23, 2011.
- IBGE. *Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência*. IBGE, 2012. Accessed: May 2022. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br>>
- INTRONA, C. P.; RICHTER, P. The role of game-based learning in education: A review of recent research. *Journal of Computer Assisted Learning*, Wiley Online Library, v. 32, n. 6, p. 542–555, 2016.
- KOMMERS, P.; LEIJTEN, J. Serious games and edutainment applications. In: *Handbook of Research on Serious Games as Educational, Business and Research Tools*. [S.I.]: IGI Global, 2013. p. 1–16.

- LOH, C. S.; SHENG, Y.; IFENTHALER, D. Serious games analytics: Theoretical framework. In: *Serious games analytics*. [S.I.]: Springer, 2015. p. 3–29.
- MEIJER, N.; SWAAK, J.; VERLOOP, N. Serious games for social innovation: A review. *International Journal of Serious Games*, IGI Global, v. 3, n. 3, p. 65–80, 2016a.
- MEIJER, N.; SWAAK, J.; VERLOOP, N. Simulation in serious games: A review of the literature. *International Journal of Serious Games*, IGI Global, v. 3, n. 4, p. 39–54, 2016b.
- MELO, S.; DRUMMOND, G.; COSTA, D.; COSTA, P.; SILVA, M.; MAIA, I.; FIGUEIREDO, D.; PAIVA, A. Design de um jogo sobre problemas de acessibilidade enfrentados por usuários de cadeira de rodas. *XV Sbgames. São paulo*, 2016.
- Microsoft Corporation. *Microsoft Flight Simulator 2020*. [S.I.]: Microsoft Corporation, 2020. Acesso em: 30 de Dezembro de 2022.
- PRENSKY, M. Don't bother me, mom, i'm learning! *On the Horizon*, v. 9, n. 6, p. 1–6, 2001.
- SPECTOR, J. M.; STEFANIAK, J.; SMITH, M. K. Simulation in serious games: An overview. *Simulation & Gaming*, SAGE Publications, v. 45, n. 4, p. 414–432, 2014.
- SUSI, T.; JOHANNESSEN, M.; BACKLUND, P. Serious games: An overview. *Institutionen für kommunikation och information*, 2007.
- VORDERER, P.; RICK, J.; WÜSTEFELD, S. Risk and reward in digital games: An exploratory study. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 29, n. 6, p. 2492–2499, 2013.
- WORTLEY, D.; MECHELEN, M. V. Designing serious games: A review. *Simulation & Gaming*, SAGE Publications, v. 43, n. 3, p. 321–346, 2012.