

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE FRANCA
“Dr. THOMAZ NOVELINO”**

TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

TATIANA HITOMI MIYAZAKI

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL NO
TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA OBESIDADE**

FRANCA/SP

2017

TATIANA HITOMI MIYAZAKI

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL NO
TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA OBESIDADE**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de Franca - “Dr. Thomaz Novelino”, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Prof. Me. Ely Fernando do Prado

FRANCA/SP

2017

TATIANA HITOMI MIYAZAKI

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL NO
TRATAMENTO E PREVENÇÃO DA OBESIDADE**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de Franca – “Dr. Thomaz Novelino”, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Trabalho avaliado e aprovado pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador : _____

Nome..... : Prof. Me. Ely Fernando do Prado

Instituição : Faculdade de Tecnologia de Franca – “Dr. Thomaz Novelino”

Examinador(a) 1 : _____

Nome..... : Examinador_1

Instituição : Instituição_1

Examinador(a) 2 : _____

Nome..... : Examinador_2

Instituição : Instituição_2

Franca, 07 de junho de 2017.

AGRADECIMENTO

Jamais serão suficientes meus agradecimentos à minha mãe, Inês Aparecida Ferreira Miyazaki, que sempre me incentivou e muito se sacrificou para que eu pudesse realizar meus sonhos; que me ensinou valores que carrego comigo e sempre são minha bússola moral para qualquer decisão que eu tome.

Também devo muitos agradecimentos ao meu sempre presente noivo, Mateus Roberto Mouro, que tem sido o melhor companheiro que eu poderia escolher para a jornada da vida, sempre apoiando minhas ideias.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Mestre Ely Fernando do Prado, que não apenas guiou meus passos para a realização deste trabalho, como também sempre foi um grande incentivador e conseguiu com que eu fizesse algo que eu duvidava imensamente que seria capaz.

Devo agradecimentos aos meus colegas (e alguns amigos) de turma que muito me auxiliaram durante o caminho percorrido, desde o início do curso até chegar a este momento.

Agradeço ainda a todos os funcionários e professores da Fatec Franca, que de alguma forma contribuíram para minha formação e bem-estar nesta Casa de Ensino.

Dedico o presente Trabalho de Graduação à
minha família, especialmente minha mãe (Inês)
e meu noivo (Mateus).

*Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu*

Ana Vilela

RESUMO

É inegável que a indústria dos jogos eletrônicos se tornou uma das maiores dentro do ramo do entretenimento, alcançando cifras expressivas, que têm crescido a cada ano. Também tem apresentado números estatísticos crescentes e alarmantes a doença conhecida como obesidade. Apesar de terem surgido apenas como uma forma de entretenimento, os jogos eletrônicos também podem ser aplicados em outras áreas, como educação e saúde e, com o desenvolvimento dos hardwares utilizados para os jogos eletrônicos, surgiu uma oportunidade de aproveitá-los também na prevenção e tratamento da obesidade. Para tanto, é preciso que o ato de jogar um jogo eletrônico exija que o jogador realize movimentos corporais além do mero pressionamento de botões e acionamento de alavancas. Para avaliar tal proposta, foi desenvolvido um protótipo de jogo eletrônico, no estilo corrida infinita, com a utilização de tecnologias de realidade virtual, tais como a captação dos movimentos corporais do jogador por meio do sensor Kinect e também emulação de ambiente tridimensional por meio do Google Cardboard, indicando que os jogos eletrônicos podem ser de grande serventia na prevenção e tratamento da obesidade.

Palavras-chave: Jogos eletrônicos. Obesidade. Kinect. Realidade Virtual.

ABSTRACT

It is undeniable that the gaming industry has become one of the largest in the entertainment industry, reaching expressive numbers, which have grown every year. The disease known as obesity has also presented increasing and alarming statistics numbers. Although they have only emerged as a form of entertainment, electronic games can also be applied in other areas such as education and health and, with the development of hardware used for electronic games, there was an opportunity to take use them in the prevention and treatment of obesity. In order to this, it is necessary that the act of playing an electronic game requires that the player performs more body movements than mere pressing of buttons and activating levers. In order to evaluate such a proposal, an electronic game prototype was developed, in the infinite runner style, with the use of virtual reality technologies, such as capturing the player's body movements through the Kinect sensor and also emulation of three-dimensional environment through Google Cardboard, indicating that electronic games can be of great use in the prevention and treatment of obesity.

Keywords: Electronic games. Obesity. Kinect. Virtual reality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sobrepeso e obesidade no Brasil (2008-2009)	19
Figura 2 - OXO de Alexander Douglas	27
Figura 3 - Tennis For Two	27
Figura 4 - Mouse in the Maze	28
Figura 5 - Versões do TVG	29
Figura 6 - Magnavox Odyssey	29
Figura 7 - Computer Space	30
Figura 8 - Máquina do jogo Pong	31
Figura 9 - Pong	31
Figura 10 - Video Computer System (Atari - 1977)	32
Figura 11 - Nintendo Entertainment System (1985)	33
Figura 12 - Master System (SEGA - 1986)	33
Figura 13 - Super Nintendo (1990)	34
Figura 14 - PlayStation (Sony - 1994)	34
Figura 15 - Xbox (Microsoft - 2001)	35
Figura 16 - Nintendo Wii e seu controle (2006)	37
Figura 17 - PlayStation 3, Move Motion e Eye	38
Figura 18 - Sensor da PrimeSense	39
Figura 19 - Kinect	39
Figura 20 - Kinect por dentro	40
Figura 21 - SegaScope 3D Glasses	42
Figura 22 - Google Cardboard	43
Figura 23 - VR Box	47
Figura 24 - BPMN	51
Figura 25 - Use case	56
Figura 26 - Diagrama de atividade UC's 2 e 5	62
Figura 27 - Diagrama de atividade UC's 3 e 6	62
Figura 28 - Criação de um novo projeto Unity	63
Figura 29 - Opções de assets	64
Figura 30 - Ambiente de trabalho Unity	65
Figura 31 - Asset Kinect with MD-SDK	65
Figura 32 - Plataformas	66
Figura 33 - CreatePlatform parte 1	67
Figura 34 - CreatePlatform parte 2	68
Figura 35 - DestroyPlatform	69
Figura 36 - AvatarController modificado	70
Figura 37 - Câmera no hierarchy	71
Figura 38 - Tela de início	72
Figura 39 - Tela de jogo	72
Figura 40 - Tela de game over	73
Figura 41 - Monitor cardíaco Polar	74
Figura 42 - Gasto calorías jogo Battlefield 4	74
Figura 43 - Batimentos cardíacos jogo Battlefield 4	75
Figura 44 - Gasto de calorías jogo TG Runner	75
Figura 45 - Batimentos cardíacos jogo TG Runner	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisito funcional 001	52
Quadro 2 - Requisito funcional 002	52
Quadro 3 - Requisito funcional 003	52
Quadro 4 - Requisito funcional 004	52
Quadro 5 - Requisito funcional 005	52
Quadro 6 - Requisito funcional 006	53
Quadro 7 - Requisitos não funcionais	53
Quadro 8 - Regra de negócio 001	54
Quadro 9 - Regra de negócio 002	54
Quadro 10 - Regra de negócio 003	55
Quadro 11 - Regra de negócio 004	55
Quadro 12 - Regra de negócio 005	55
Quadro 13 - Matriz de rastreabilidade RF x RN	55
Quadro 14 - Especificação UC 001	57
Quadro 15 - Especificação UC 002	57
Quadro 16 - Especificação UC 003	58
Quadro 17 - Especificação UC 004	58
Quadro 18 - Especificação UC 005	59
Quadro 19 - Especificação UC 006	59
Quadro 20 - Especificação UC 007	59
Quadro 21 - Especificação UC 008	60
Quadro 22 - Especificação UC 009	60
Quadro 23 - Matriz de rastreabilidade RF x UC	61

LISTA DE SIGLAS

ABESO – Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica

ABPD – Associação Brasileira dos Produtores de Discos

BPMN – Business Process Modeling Notation

DCNT – Doenças Crônicas Não-Transmissíveis

IMC – Índice de Massa Corporal

OMS – Organização Mundial de Saúde

PSN – PlayStation Network

SDK – Software Development Kit

TVG – TV Game

TX-0 – Transistored Experimental computer zero

UC – Use Case

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 OBESIDADE, UMA DOENÇA	16
2.1.1 Definição	16
2.1.2 Malefícios da obesidade à saúde	17
2.1.3 Estatísticas da obesidade.....	18
2.1.4 Benefícios das atividades físicas no combate à obesidade.....	19
2.2 A INDÚSTRIA DOS JOGOS ELETRÔNICOS	20
2.2.1 Muito além do entretenimento	21
2.2.1.1 Jogos eletrônicos como ferramentas para a educação	21
2.2.1.2 Jogos eletrônicos como ferramenta de recrutamento e treinamento.....	22
2.2.1.3 Jogos eletrônicos como ferramentas de marketing e publicidade	23
2.2.1.4 Jogos eletrônicos como ferramentas para a saúde.....	24
2.2.1.4.1 Prevenção e tratamento de doenças ligadas à obesidade	25
2.3 INTERAÇÃO HOMEM-JOGOS ELETRÔNICOS	25
2.3.1 História dos jogos eletrônicos.....	26
2.3.2 Interação homem-jogos eletrônicos atuais	35
2.3.2.1 Dispositivo da Nintendo.....	35
2.3.2.2 Dispositivo do PlayStation	37
2.3.2.3 Dispositivo do Xbox 360 e Xbox One	38
2.3.2.4 Jogos eletrônicos como atividades físicas.....	40
2.3.3 Jogos eletrônicos para dispositivos móveis.....	41
2.3.3.1 Uso de equipamento de realidade virtual Google Cardboard.....	42
2.4 MOTORES DE JOGOS.....	43
2.5 REALIDADE VIRTUAL	44
3 METODOLOGIA	46
3.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	46
3.1.1 Unity	46
3.1.2 Kinect	46
3.1.3 Google Cardboard.....	47
3.1.4 Trinus VR	48
3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	48
3.2.1 Objetivo do jogo	48
3.2.2 Documentação do protótipo “TG RUNNER”	49
3.2.2.1 Introdução	49
3.2.2.2 Propósito	49
3.2.2.3 Escopo	49
3.2.2.4 Benefícios Esperados.....	50
3.2.2.5 Business Process Modeling Notation (BPMN)	50
3.2.2.6. Especificação dos Requisitos	50
3.2.2.6.1 Requisitos Funcionais	50
3.2.2.6.2 Requisitos Não Funcionais	53
3.2.2.7 Regras de Negócio.....	54
3.2.2.8 Matriz de Rastreabilidade Requisitos Funcionais X Regras de Negócio.....	55
3.2.2.9 Caso de Uso ou Use Case (UC)	55

3.2.2.9.1 Identificação dos Atores do Sistema	56
3.2.2.9.2 Diagrama de Casos de Uso	56
3.2.2.9.3 Especificação dos Casos de Uso	57
3.2.2.10 Matriz de Rastreabilidade Requisitos Funcionais X Use Cases	61
3.2.2.11 Diagramas de Atividade	61
3.3 CODIFICAÇÃO	63
3.3.1 Unity	63
3.3.1.1 Assets.....	64
3.3.1.2 Plataformas	66
3.3.1.3 Avatar e sua movimentação	69
3.3.1.4 Câmera.....	70
4 RESULTADOS.....	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

A indústria dos jogos eletrônicos tornou-se uma das indústrias mais lucrativas e que mais crescem no ramo do entretenimento, com faturamento de 91 bilhões de dólares no ano de 2016 (de acordo com dados divulgados no site SUPERDATA), ultrapassando os lucros das tradicionais indústrias fonográfica em 2015 - com faturamento de 15 bilhões de dólares (ABPD, 2016, *online*) - e cinematográfica, esta com faturamento de 38 bilhões de dólares no ano de 2016 (de acordo com dados divulgados no site STATISTA).

Esse desenvolvimento da indústria dos jogos eletrônicos deu-se, principalmente, devido ao seu grande potencial enquanto forma de entretenimento, mas os jogos eletrônicos também podem ser aplicados nas mais diversas áreas, como, por exemplo, para o desenvolvimento de habilidades motoras, prevenção e tratamento de doenças, aprendizado e socialização, tornando as terapias e aulas mais atraentes para pacientes e alunos.

Na área da educação, tem sido de grande importância o uso dos jogos eletrônicos para o ensino de línguas, matemática e até noções de programação, não apenas para crianças e jovens, mas também para adultos com dificuldades de aprendizado. Existem portais na internet especializados em jogos educativos, nos quais há diversos jogos voltados à área da educação, com variados temas e abordando diferentes matérias do currículo escolar.

Já na área da saúde, os jogos eletrônicos podem ser usados para a reabilitação de movimentos, como auxílio a terapias ocupacionais, fisioterapias e outros (CARBONIERI, 2013, *online*), ou, como pretende-se avaliar neste trabalho, para a prevenção e combate à obesidade, uma vez que tal enfermidade assola parcela significativa da população brasileira e mundial.

Com o advento de hardwares capazes de captar movimentos e vozes para a interação entre jogadores e jogos e também com a adição de tecnologias de realidade virtual, criou-se a possibilidade de desenvolvimento de aplicações com maior sensação de imersão no jogo e que também obriguem os usuários a usar mais do que os movimentos dos dedos das mãos para interagir, demandando maior esforço físico do jogador, tirando-o do sedentarismo e ainda tornando os jogos mais atrativos para pessoas já ativas.

A grande vantagem do uso de jogos eletrônicos nas mais diversas áreas, é o fator entretenimento intrínseco em qualquer jogo. Aprender e fazer algumas terapias com auxílio de jogos eletrônicos deixa de ser algo monótono, enfadonho, tornando-se atrativo, estimulando a realização das tarefas propostas.

Assim, os jogos eletrônicos modernos podem ser grandes aliados na prevenção e tratamento, dentre outras enfermidades, da obesidade, causadora e agravadora de muitas doenças, como pretende-se deixar demonstrado ao final deste trabalho, com o desenvolvimento de um protótipo de jogo eletrônico, utilizando-se para isso tecnologias de realidade virtual, como captura de movimentos (hardware Kinect da Microsoft) e também o Google Cardboard (óculos que emula um ambiente tridimensional), permitindo maior sensação de entretenimento, imersão e interatividade, fundamentais para despertar o interesse de pessoas sedentárias nas atividades propostas.

Destarte, são abordados neste trabalho assuntos relacionados à doença conhecida como obesidade, à indústria dos jogos eletrônicos, às formas de interação entre o homem e os jogos eletrônicos, um pouco sobre motores de jogos e também realidade virtual, e, finalmente, a criação de um protótipo de jogo eletrônico com a utilização de Kinect e Google Cardboard.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OBESIDADE, UMA DOENÇA

Nesta seção é abordado o tema da doença conhecida como obesidade, sua definição, males associados, estatísticas e uso de atividades físicas para prevenção e combate a essa enfermidade.

2.1.1 Definição

Ao falar sobre a obesidade, classificada como uma “doença do grupo de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis”, Pinheiro, Freitas e Corso (2004), afirmam que:

A obesidade é considerada uma doença integrante do grupo de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT), as quais são de difícil conceituação, gerando aspectos polêmicos quanto à sua própria denominação, seja como doenças não-infecciosas, doenças crônicas-degenerativas ou como doenças crônicas não-transmissíveis, sendo esta última a conceituação atualmente mais utilizadas.

Já Mendonça e Dos Anjos (2004), definem obesidade de forma simples:

A obesidade pode ser definida, de forma simplificada, como uma doença caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, sendo consequência de balanço energético positivo e que acarreta repercussões à saúde com perda importante não só na qualidade como na quantidade de vida.

Pinheiros, Freitas e Corso (2004), ao comentarem sobre medidas utilizadas para avaliar o excesso de gordura corporal, dizem que:

Em estudos populares, o Índice de Massa Corporal (IMC) (definido pelo peso em kg dividido pela altura em metros quadrados) torna-se medida útil para avaliar o excesso de gordura corporal, sendo consensual admitir que, independentemente de sexo e idade, adultos com IMC igual ou superior a 30kg/m² devem ser classificados como obesos.

Tanto Pinheiro, Freitas e Corso (2004), quanto Mendonça e Dos Anjos (2004) relatam que o aumento do fornecimento de energia (modificação dos padrões alimentares) e redução da atividade física nas sociedades ocidentais atuais são as duas causas que mais contribuíram para o aumento dos índices de sobrepeso e obesidade na população mundial.

Desta forma, o excesso de peso e a obesidade são considerados pela medicina como uma doença, uma enfermidade e, como tal, devem ser combatidos, tomando-se medidas de prevenção e tratamento.

2.1.2 Malefícios da obesidade à saúde

A obesidade traz graves riscos à saúde de adultos e crianças em todo o mundo, sendo um fator de aumento de risco de algumas doenças que são chamadas de crônicas não transmissíveis, tais como câncer, hipertensão, doenças cardiovasculares, entre outras, que juntas formam a maior causa de mortes.

Em artigo publicado por Fernando Gomes, Daniela F. Telo, Heraldo P. Souza, José Carlos Nicolau, Alfredo Halpern e Carlos V. Serrano Jr (2010, p.273), estes autores relatam que a obesidade está associada a algumas doenças como hipertensão, dislipidemia¹, diabetes melito, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, causando aumento de incidência e mortalidade.

De acordo com De Mello, Luft e Meyer (2004, p.176):

O sobrepeso triplica o risco de desenvolvimento de diabetes melito. Assim como a obesidade, o nível de colesterol alto, o hábito de fumar e a presença de hipertensão arterial sistêmica, diabetes melito e sedentarismo são fatos de risco independentes para doença.

Ribeiro e Garcia (2011, p.1) relatam que “a obesidade é atualmente considerada um problema de saúde pública em diversos países, sendo a quinta causa de morte no mundo”.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (2016), o sobrepeso e a obesidade são grandes fatores de risco para algumas doenças não comunicáveis como:

- Doenças cardiovasculares (principalmente cardiopatias e derrames), que foram a maior causa de mortes em 2012;
- Diabetes;
- Doenças musculares e ósseas (especialmente osteoartrites – doença degenerativa altamente incapacitante das articulações);
- Alguns tipos de câncer (incluindo endometrial, mama, ovário, próstata, fígado, bexiga, rim e cólon).

¹ “Quadro clínico caracterizado por concentrações anormais de lipídios ou lipoproteínas no sangue” (FRANCA; ALVES, 2006).

Além disso, ainda de acordo com a OMS (2016, *online*), em crianças, o sobrepeso é associado com maiores chances de obesidade, incapacidades e morte prematura na vida adulta, assim como aumenta o risco de problemas respiratórios, risco de fraturas, hipertensão, doenças cardiovasculares, resistência à insulina e efeitos psicológicos.

2.1.3 Estatísticas da obesidade

A Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica² (ABESO) afirma que:

A Organização Mundial de Saúde aponta a obesidade como um dos maiores problemas de saúde pública do mundo. A projeção é que, em 2025, cerca de 2,3 bilhões de adultos estejam com sobrepeso; e mais de 700 milhões, obesos. O número de crianças com sobrepeso e obesidade no mundo poderia chegar a 75 milhões, caso nada seja feito.

Em seu site (<http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade>), a ABESO traz números de sobrepeso e obesidade no Brasil distribuídos pelas cinco regiões do país, entre os anos de 2008-2009.

Utilizando os dados e números constantes no mapa da obesidade, existente no citado endereço eletrônico, elaborou-se o gráfico mostrado na figura 1, o qual demonstra, em resumo, que naquele período o sobrepeso e obesidade na população brasileira já atingiam, em média, cerca de 32% das crianças com idades entre 05 e 09 anos, 20% das crianças com idades entre 10 e 19 anos e 49% dos adultos.

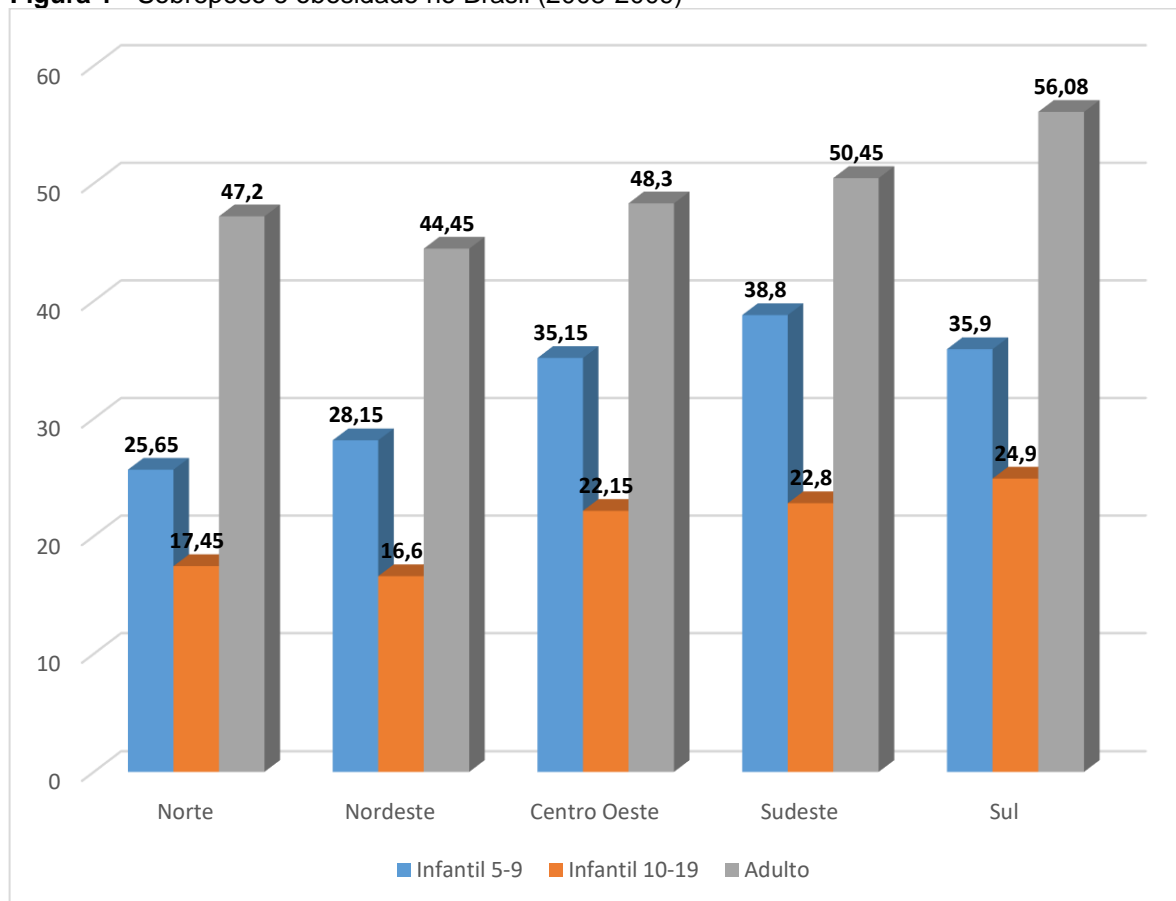
Dados atualizados pela OMS (2016, *online*) em junho de 2016, trazem alguns fatos sobre a obesidade no mundo:

- Em todo o mundo, a obesidade mais do que dobrou desde 1980.
- Em 2014 mais de 1,9 bilhões de adultos (acima de 18 anos) estavam acima do peso. Destes, mais de 600 milhões eram obesos.
- 39% dos adultos com idade acima de 18 anos estavam acima do peso em 2014 e 13% eram obesos.
- A maior parte da população mundial vive em países onde sobrepeso e obesidade matam mais pessoas do que a desnutrição.
- 41 milhões de crianças com idade de até 5 anos estavam acima do peso ou obesas em 2014

² A ABESO é uma sociedade multidisciplinar sem fins lucrativos que reúne cerca de 500 associados espalhados por todo o país, das diversas categorias profissionais envolvidas com o estudo da obesidade, da síndrome metabólica e dos transtornos alimentares.

- Obesidade é evitável.

Figura 1 - Sobrepeso e obesidade no Brasil (2008-2009)



2.1.4 Benefícios das atividades físicas no combate à obesidade

Associada com a ingestão energética maior, a redução das atividades físicas realizadas pelo homem moderno é fator determinante para o crescimento da quantidade de pessoas em condições de sobrepeso ou obesidade na sociedade atual (DE MELLO; LUFT; MEYER, 2004).

Nas palavras de Devino, Santo, D'Villa, Hatzidakis e Tresca (2012, p. 75):

Dados epidemiológicos do Estado de São Paulo evidenciam claramente que o sedentarismo é o fator de risco com maior prevalência na população, independente do sexo. Altos índices de mortes provenientes de todas as causas são notados em grupos de pessoas sedentárias, que também tendem a demonstrar maior prevalência de certos tipos de câncer, como os de cólon e de mama. Inversamente, atividade física pode reduzir o risco de desenvolvimento de doenças crônicas e poderia ser o fator chave para aumentar a longevidade.

Isto evidencia que a atividade física é elemento crucial para a manutenção de uma boa saúde, o que está diretamente relacionado com um controle do peso corporal, evitando-se o sobrepeso e obesidade.

De acordo com Ribeiro e Garcia (2011, p.7), esse controle do peso por meio de atividades físicas está intimamente ligado à relação consumo/gasto energético, pois o organismo humano gasta energia de três formas:

- Taxa metabólica de repouso (energia utilizada pelo organismo para a manutenção de suas funções);
- Gasto de energia para digestão e absorção dos nutrientes;
- Gasto energético com atividade física.

Este último fator é aquele que pode ser mais facilmente ajustado, ou seja, a prática de atividades físicas representa a forma mais rápida e fácil de equilibrar a relação consumo/gasto energético do corpo humano, pois não depende de outros fatores fisiológicos, que não podem ser controlados.

2.2 A INDÚSTRIA DOS JOGOS ELETRÔNICOS

Nesta seção do trabalho é abordado o tema da indústria dos jogos eletrônicos, tratando-se de assuntos como seu faturamento, expansão e ainda aplicações diversas do mero entretenimento.

Como já mencionado anteriormente, e de acordo com os dados apresentados pelos sites SUPERDATA e STATISTA, bem como pela Associação Brasileira dos Produtores de Discos (ABPD), os jogos eletrônicos tornaram-se uma das mais lucrativas indústrias no ramo do entretenimento, com faturamento em 2016 (91 bilhões de dólares) superior à soma dos faturamentos das tradicionais indústrias fonográficas (15 bilhões de dólares em 2015) e cinematográfica (38 bilhões de dólares em 2016).

Há alguns anos a única forma de se lucrar com os jogos era por meio da comercialização de jogos que estavam gravados em cartuchos e mídias. Entretanto, com o advento e popularização da internet, passou-se a utilizar este meio também para a venda de jogos e seus complementos. Foram criadas redes como a PlayStation Network (PSN), a Xbox Live (Microsoft) e também Steam (computadores), entre outras, nas quais é possível se cadastrar e fazer compras de cópias digitais de jogos e seus complementos.

Além disso, contribuiu para o crescimento do faturamento da indústria dos jogos, o surgimento de jogos para smartphones e outros dispositivos móveis. Tais jogos e seus complementos são vendidos utilizando-se aplicativos como a App Store (para equipamentos da Apple) e Google Play (para aparelhos com sistema operacional Android).

2.2.1 Muito além do entretenimento

Muito mais do que mero entretenimento individual, forma mais comum de utilização dos jogos eletrônicos, estes têm demonstrando grande potencial em outras áreas como educação, treinamento, marketing, saúde, entre outras.

O uso de jogos nessas áreas torna as atividades propostas mais atrativas, uma vez que os jogos trazem, em si, o fator entretenimento, despertando o interesse dos usuários, que se sentem instigados a completar os desafios propostos nos jogos, favorecendo a absorção de conceitos e desenvolvimento de habilidades (MACHADO; MORAES; NUNES, 2009).

Os jogos utilizados para propósitos diversos do entretenimento são também chamados de *Serious Games*, definidos por Machado, Moraes e Nunes (2009) da seguinte forma:

Apesar de não haver uma definição precisa sobre o termo *serious games*, essa classe de jogos visa principalmente a simulação de situações práticas do dia-a-dia, com o objetivo de proporcionar o treinamento de profissionais, situações críticas em empresas, conscientização para crianças, jovens e adultos e mesmo para situações corriqueiras, como escolher os opcionais e a cor de um carro [Zyda, 2005]. (...) Deste modo, o termo *serious games* passou a ser utilizado para identificar os jogos com um propósito específico, ou seja, que extrapolam a ideia do entretenimento e oferecem outros tipos de experiências, como aquelas voltadas ao aprendizado e ao treinamento [Blackmand. 2005].

2.2.1.1 Jogos eletrônicos como ferramentas para a educação

Nas palavras de Novak (2010, p.75) “jogos educativos são aqueles criados para ensinar enquanto distraem”, que, segundo a autora, têm por objetivo a obtenção e aplicação de conhecimentos sobre eventos do mundo real.

Largamente explorados quando da popularização de jogos para computadores em CD-ROM e ainda nos dias atuais por meio de portais da internet, os jogos educativos têm como objetivo ensinar alguma matéria ou habilidade específica.

Durante a atividade proposta pelo jogo, são ensinados, abertamente, conteúdos de matérias do currículo escolar, tais como história, matemática, geografia, línguas, entre outras (NOVAK, 2010).

Além das matérias do currículo escolar, jogos que ensinam alguma habilidade específica também podem ser considerados educativos, tais como simuladores de voo, que ensinam sobre os instrumentos nas cabines de aviões, condições climáticas e funcionamento de aeroportos; ou simuladores de bolsas de valores, que trazem ensinamentos sobre o funcionamento do sistema econômico, sobre investimentos, riscos e como operar nas bolsas de valores; ou ainda jogos que têm como foco o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos necessários para a programação, como lógica e linguagens específicas (NOVAK, 2010).

O uso de jogos como uma ferramenta para a educação tem sido estudado por professores e pesquisadores em Universidades americanas (NOVAK, 2010), que buscam explicar a eficácia dos jogos e seus sistemas de recompensas para a educação, implementando uma forma de educação ativa, pois os jogos proporcionam a utilização e experimentação dos conteúdos aprendidos e fazem uma valoração imediata das decisões tomadas.

Sobre o assunto, Machado, Moraes e Nunes afirma que

Em ensino, pode-se simular situações onde o uso de um conhecimento seja necessário para a evolução no jogo. Em alguns casos, ensino e treinamento podem ser combinados para simular situações onde se aprende algo para ser utilizado na própria simulação instantes.

2.2.1.2 Jogos eletrônicos como ferramenta de recrutamento e treinamento

Sendo um desdobramento do uso de jogos eletrônicos para a educação, sua aplicação também já foi muito útil para Forças Armadas e governos, que os utilizam para recrutamento e treinamento de seus integrantes.

Possibilitando a recriação e simulação de ambientes e situações enfrentadas pelos membros das Forças Armadas, os games são muito úteis para a realização de treinamentos de manobras e estratégias militares, já tendo sido usados pelo governo dos Estados Unidos, como exemplifica Novak (2010, p.79):

O *America's Army* (<http://www.americasarmy.com>) – primeiro game de simulação on-line usado como ferramenta de recrutamento militar – tornou-se tão popular ao ser lançado que o site ficou congestionado com requisições de download. As empresas também usam games para reforçar as habilidades de liderança e gestão dos funcionários.

No mesmo sentido, Machado, Moraes e Nunes afirmam que “para fins de treinamento, os *serious games* são aplicados para simular situações críticas, que envolvam algum tipo de risco, tomada de decisões ou, ainda, desenvolver habilidades específicas”.

Ainda, segundo Novak (2010, p.80), os jogos adaptados para aprendizados devem criar personagens e ambientes com os quais os jogadores identifiquem as situações de seu cotidiano, bem como experiências que os ensinem as matérias pretendidas pelo jogo, obrigando-os a utilizar os conhecimentos adquiridos para poder resolver os problemas propostos e, finalmente, ambientes que desafiem os jogadores e gerem práticas para aprendizado e desenvolvimento, aumentando a dificuldade, conforme os objetivos são alcançados.

Estudos também comprovaram que o hábito de jogar games pode melhorar as habilidades físicas e mentais, conforme explica Novak (2010, p.80) ao falar sobre pesquisas feitas por Universidades americanas:

Um estudo recente constatou que os cirurgiões que jogam games por três ou mais horas por semana cometiam 37% menos erros do que os médicos que não jogavam. Esse estudo, conduzido pelo Beth Israel Medical Center de Boston e o National Institute on Media and the Family, da Universidade do Estado de Iowa, também verificou que os cirurgiões que jogavam games eram 27% mais rápidos que os colegas. O estudo investigou 33 médicos e residentes de maio a agosto de 2003.

2.2.1.3 Jogos eletrônicos como ferramentas de marketing e publicidade

Jogos eletrônicos também podem ser utilizados em campanhas publicitárias, visando à divulgação de um produto ou serviço aos consumidores, como explica Novak (2010, p.81):

Os games publicitários são usados como alternativas a outras formas de publicidade na Web, como os *banners*. O anunciante paga ao site para hospedar esses games, que geralmente exibem a marca da empresa. Outra forma de marketing on-line relacionado a games é o entretenimento publicitário (ou *advertainment*) – sites desenvolvidos com a finalidade de divulgar uma marca, contendo games e fóruns de discussão, que se tornam um ponto de encontro divertido para os clientes.

Há ainda a utilização dos jogos para a publicidade na forma de *merchandising* (técnica de publicidade), sendo possível a venda de espaços nos cenários dos jogos (mesmo aqueles que não foram desenvolvidos com o intuito primário de publicidade) para fazer propaganda de algum anunciante que pague por esse serviço.

Novak (2010, p.82) traz em seu trabalho, alguns dados relacionados à publicidade nos jogos que merecem ser destacados:

A Activision³ e a organização de pesquisas Nielsen Entertainment informaram que a audiência da TV entre homens com 18 a 34 anos de idade caiu quase 10% nos Estados Unidos em 2003. Em um estudo realizado com mil homens, a Nielsen constatou que 75% possuíam um console de videogame e estavam assistindo menos televisão. Mais de 25% lembravam-se de algum anúncio no último game que jogaram – e 33% afirmaram que os anúncios dentro dos games os ajudavam a decidir quais produtos comprar. É interessante notar que mais de 50% aprovaram a inclusão de produtos reais nos games. Grandes corporações estão considerando o merchandising de produtos em games como uma forma significativa de propaganda. Certos games de esportes, como *NBA Street* e *Tony Hawk*, exibem marcas populares de roupas e acessórios esportivos. O McDonald's e a Intel gastaram mais de 2 milhões de dólares para participar da comunidade *The Sims*. Os jogadores usam computadores da marca Intel em suas casas e escritórios virtuais; eles não apenas podem comprar Big Macs virtuais como também adquirir franquias do McDonald's.

2.2.1.4 Jogos eletrônicos como ferramentas para a saúde

Outra área onde os jogos podem ser amplamente utilizados é na área da saúde, tanto para treinamento de profissionais como para diversos tipos de terapias, tais como terapia ocupacional, fisioterapia ou ainda geriatria.

Acerca do tema, Machado, Moraes e Nunes (2009) esclarecem a utilidade dos *serious games* para a saúde da seguinte forma:

Um dos setores que tem se beneficiado dos *serious games* visando o treinamento é o da saúde. As dificuldades encontradas na obtenção de materiais, validação de produtos e treinamento de pessoal, bem como a necessidade de novas abordagens para reabilitação e ensino de hábitos saudáveis, tornam os jogos um importante aliado do ensino, treinamento e simulação para a saúde, beneficiando profissionais e pacientes.

Muitas terapias demandam a realização de movimentos repetitivos para a recuperação de movimentos ou desenvolvimento de habilidades específicas, sendo estas atividades monótonas e desestimulantes, mas, se realizadas com o auxílio de um jogo eletrônico, a tarefa provavelmente será desempenhada com mais empenho e dedicação do paciente.

Segundo Machado, Moraes e Nunes (2009), os projetos de *serious games* desenvolvidos para a área da saúde podem ser separados em quadro categorias principais:

- a) auxiliar terapia;

³ Activision é uma empresa da indústria de jogos, estabelecida em 1980 (NOVAK, 2010, p.10).

- b) promoção da saúde e condicionamento físico;
- c) monitoramento da saúde;
- d) treinamento.

2.2.1.4.1 Prevenção e tratamento de doenças ligadas à obesidade

Ainda relacionado ao tema dos jogos eletrônicos como ferramentas para a saúde, pode-se citar a grande utilidade dessa ferramenta para a prevenção e tratamento da obesidade.

E, por mais paradoxal que esta afirmação possa parecer, os videogames atuais, que podem contar com formas de interação bastante dinâmicas, são excelentes ferramentas para a prevenção e tratamento da obesidade, pois, como já mencionado, uma das formas de combater a obesidade é, juntamente com uma alimentação balanceada, a prática de atividades físicas (DE MELLO; LUFT; MEYER, 2004), o que pode ser alcançado com o uso de jogos eletrônicos ligados a dispositivos de hardware que capturem seus movimentos para a interação com o jogo (MACHADO; MORAES; NUNES, 2009).

O mencionado caráter paradoxal da afirmação encontra-se no fato de que os videogames sempre foram associados à ideia de sedentarismo, o que foi uma verdade incontestável até o advento de novos dispositivos hardware que permitem uma interação homem-videogame de forma mais dinâmica e que serão melhor estudados mais a frente.

2.3 INTERAÇÃO HOMEM-JOGOS ELETRÔNICOS

Os jogos eletrônicos, desde seu surgimento, são utilizados para o entretenimento dos seres humanos, lançando pequenos ou grandes desafios a serem conquistados, necessitando para isso de alguma forma de interação entre o jogo e a pessoa que o joga, um dispositivo de entrada de dados para que o jogo faça o que o jogador quer. Essa forma de interação, ou dispositivo de entrada de dados, foi sofrendo mudanças com o passar do tempo, saindo de controles que eram acionados apenas com as mãos, até a captura de vozes e movimentos de todo o corpo.

Assim, nesta seção será apresentada uma breve história dos jogos eletrônicos, desde os primeiros jogos, lançados há mais de setenta anos, até chegar aos consoles modernos, que possuem equipamentos de captura de imagem e som, utilizados como forma de entrada dos comandos humanos nos jogos.

2.3.1 História dos jogos eletrônicos

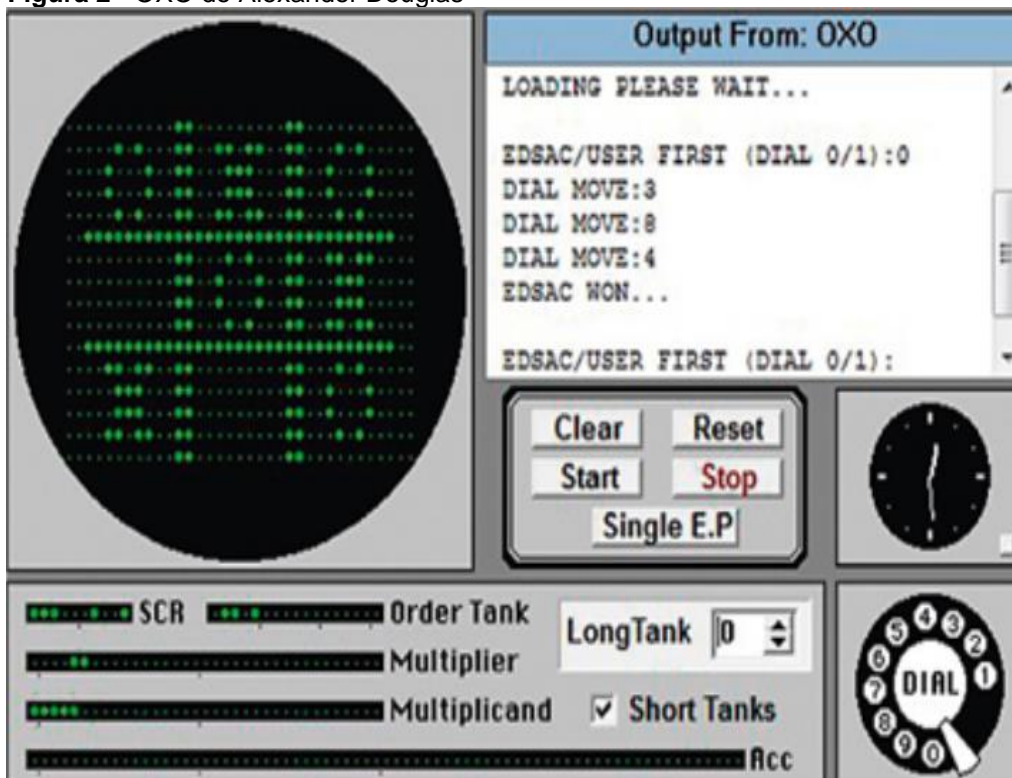
Sobre o advento dos jogos eletrônicos Novak (2010, p.4) diz o seguinte:

Os primeiros games eletrônicos não foram jogados em casa ou mesmo nas casas de fliperama. Em vez disso, os primeiros passos do setor foram dados em departamentos de pesquisa de universidade, laboratórios, instalações militares e por fornecedores de produtos de defesa. Nas bases militares, games eletrônicos eram fornecidos aos recrutas para distraí-los dos rigores do treinamento básico. Enquanto isso, alguns estudantes, programadores, professores e pesquisadores de instituições acadêmicas e governamentais, insones e com excesso de trabalho, transformavam seus computadores *mainframe* em máquina de jogos como uma maneira de relaxar de suas tarefas tradicionais de pesquisa, como a execução de cálculos matemáticos complexos para pesquisas. Trabalhando de madrugada, esses pioneiros deram início ao que se tornaria uma das formas de entretenimento mais irresistíveis da História.

Richard Stanton (2015, p.1) relata que entre as décadas de 1940 e 1950 os computadores já eram programados para executar jogos rudimentares e em 1952 Alexander Douglas (estudante da Universidade de Cambridge) criou um jogo chamado OXO, uma espécie de jogo da velha, que era executado pelo computador EDSAC e que recebia os comandos do jogador por meio de um dial telefônico, com o qual o jogador escolhia onde posicionaria seu O ou X (STANTON, 2015, p.18). A figura 2 apresenta a interface do jogo OXO.

William B. Higinbotham, com a colaboração de Robert V. Dvorak, na década de 1950 criou um jogo chamado "Tennis for Two", com o propósito de demonstrar as capacidades de entretenimento de um computador. O jogo era executado em um osciloscópio, ligado a um computador e podia ser jogado por dois jogadores, que rebatiam uma bola de um lado para o outro de uma rede, usando um controlador com um botão para isso. O jogo não marcava os pontos dos jogadores e não havia vencedores (STANTON, 2015).

Figura 2 - OXO de Alexander Douglas



Fonte: STANTON (2015, p.18)

A figura 3 representa uma foto do equipamento utilizado para o jogo “Tennis for Two”, observando-se que o display do osciloscópio é a pequena tela circular à esquerda.

Figura 3 - Tennis For Two

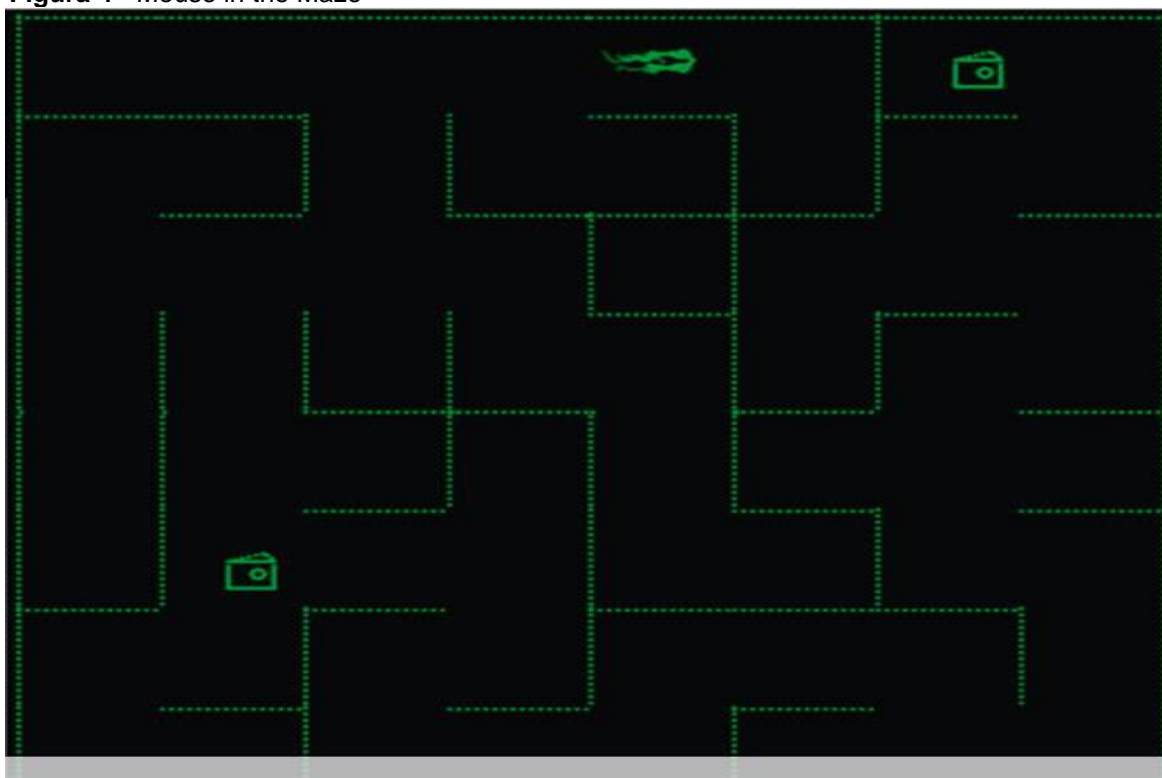


Fonte: STANTON (2015, p.20)

Na década de 1950 também foi criado o jogo denominado “Mouse in the Maze”, por autor desconhecido, que consistia em um programa criado para o computador *Transistorized Experimental computer zero* (TX-0), no qual o jogador podia desenhar um labirinto e colocar dentro dele objetos (pedaços de queijo) e, quando estivesse satisfeito com seu labirinto, o jogador soltava um rato no labirinto e então o jogador podia assistir o roedor procurar por todos os queijos (STANTON, 2015, p.21).

A figura 4 é uma imagem de um computador moderno emulando o jogo Mouse in the Maze.

Figura 4 - Mouse in the Maze



Fonte: STANTON (2015, p.21)

Ainda nos primórdios dos jogos eletrônicos, Ralph Baer, Bill Harrison e Bill Rusch começaram a trabalhar em um projeto com o qual pretendiam utilizar aparelhos de televisão para jogar, tendo denominado os protótipos com a sigla TVG (TV Game) e o número da versão. Diversas versões foram criadas, tendo sido desenvolvidos softwares e hardwares cada vez mais sofisticados, que usavam controles com botões e também armas de luz.

Em 1968 foi lançado o primeiro console de jogos, chamado “Brown Box”, que só foi vendido para a empresa Magnavox em 1971. Nos meses seguintes, os engenheiros da Magnavox, em conjunto com os criadores do projeto, desenvolveram

o que ficou conhecido como o primeiro console comercial da história dos jogos eletrônicos, o Magnavox Odyssey TV Games System, lançado oficialmente em 22 de maio de 1972.

A figura 5 mostra diversas versões do TV Game.

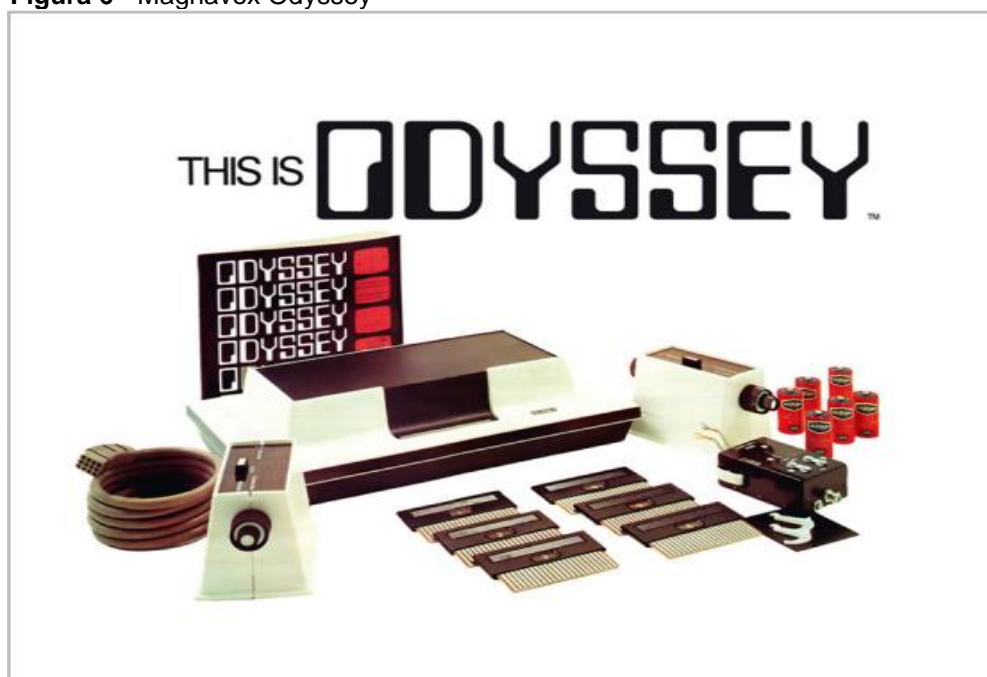
Figura 5 - Versões do TVG



Fonte: STANTON (2015, p.27)

Na figura 6 é possível ver o pioneiro Magnavox Odyssey TV Games System, lançado em 1972.

Figura 6 - Magnavox Odyssey



Fonte: STANTON (2015, p.28)

Mas a popularização dos jogos eletrônicos não se iniciou com os consoles ou computadores, mas sim por meio das casas de jogos, popularmente conhecidas no Brasil como fliperamas, que tinham, naquela época, como grande ícone as máquinas de pinball.

Durante a época de grande popularidade dos fliperamas, muitos jogos eletrônicos foram lançados, entre eles um que foi considerado um marco (por ser o primeiro game em vídeo de fliperama, com uso de moedas), criado por Nolan Bushnell em 1971 e chamado “Computer Space”, ilustrado na figura 7, este jogo era baseado no primeiro game interativo criado para computador, o *Spacewar* (criado em 1961 por Steve Russell). O jogo, que consistia apenas em disparar contra uma nave espacial, não fez grande sucesso comercial, mas “inaugurou o setor do games em vídeo das casas de fliperama ao colocar à disposição do grande público uma forma elitista de entretenimento, até então restrita à torre de marfim do sistema universitário” (NOVAK, 2010, p.7).

Figura 7 - Computer Space



Fonte: STANTON (2015, p.36)

Pouco tempo depois do lançamento de *Computer Space*, Nolan Bushnell e Ted Dabney fundaram a empresa ATARI.

Depois de sobreviver a uma disputa judicial com a Magnavox relativa aos direitos sobre o primeiro videogame bem-sucedido (Pong), a Atari tornou-se a presença mais prolífica no negócio de videogames, colocando no mercado games como *Asteroids*, que se tornou o primeiro videogame a gozar de enorme sucesso no mercado, e associou definitivamente o nome "Atari" à indústria dos games eletrônicos (NOVAK, 2010, p.7).

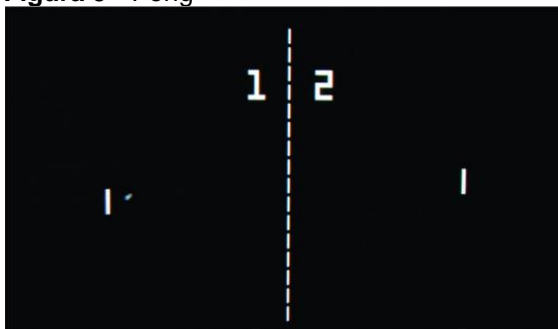
Também é preciso fazer menção ao jogo *Pong* (cuja máquina pode ser vista na figura 8 e jogo na figura 9), primeiro jogo da Atari, lançado em 1972, era inspirado no jogo *Tennis for Two* (1958) de Higinbotham, e o objetivo era usar um disco giratório bidimensional para acertar uma bola e devolvê-la para o adversário, sagrando-se vencedor o jogador que atingisse onze pontos primeiro.

Figura 8 - Máquina do jogo Pong



Fonte: STANTON (2015, p.42)

Figura 9 - Pong



Fonte: STANTON (2015, p.42)

Após estes primeiros anos, inúmeros consoles e games foram lançados no mercado e, com o passar dos anos, houve grande avanço tanto na tecnologia e hardware empregados para a fabricação dos aparelhos, quanto na sofisticação e complexidade dos jogos e também nas formas de interação com estes.

Além dos consoles, os jogos eletrônicos também passaram a ser usados nos computadores pessoais, conforme estes foram se desenvolvendo, aperfeiçoando e ganhando popularidade.

Mas o certo é que, não importa a plataforma na qual rodavam, os jogos eletrônicos mais antigos sempre foram associados com um estilo de vida pouco saudável, pois estimulavam o sedentarismo do jogador, uma vez que estes precisavam apenas apertar botões, manusear *dials* ou joysticks para controlar e para dar comandos aos games, como podemos ver nas imagens que seguem, as quais mostram diversos consoles, e seus controles, lançados ao longo dos anos.

O console Atari, mostrado na figura 10, foi lançado em 1977, tendo como dispositivo de entrada um *joystick* contendo apenas uma alavanca e um botão.

Figura 10 - Video Computer System (Atari - 1977)



Fonte: STANTON (2015, p.50)

Lançado em 1985, o console Nintendo Entertainment System, apresentado na figura 11, tinha como dispositivo de entrada um controle pequeno, com apenas quatro botões para ações e outro direcional.

Figura 11 - Nintendo Entertainment System (1985)



Fonte: STANTON (2015, p.118)

Contemporâneo do Nintendo, foi lançado pela empresa SEGA o videogame Master System no ano de 1986, ilustrado na figura 12, que possuía um controle ainda mais simples, contando com apenas dois botões de ação e um direcional.

Figura 12 - Master System (SEGA - 1986)



Fonte: STANTON (2015, p.128)

Comercializado a partir de 1990, o console Super Nintendo, mostrado na figura 13, vinha equipado com um controle um pouco mais sofisticado, contendo oito botões de ação e um direcional.

Figura 13 - Super Nintendo (1990)



Fonte: STANTON (2015, p.164)

O console PlayStation, fabricado pela empresa Sony a partir de 1994 e ilustrado na figura 14, já tinha como dispositivo de entrada um controle bastante complexo com muitos botões e também analógicos, para controle dos jogos.

Figura 14 - PlayStation (Sony - 1994)



Fonte: STANTON (2015, p.183)

A figura 15 mostra um console fabricado pela Microsoft, denominado Xbox e lançado ao mercado em 2001. Assim com o PlayStation, também possui um controle com diversos botões e analógicos.

Figura 15 - Xbox (Microsoft - 2001)



Fonte: STANTON (2015, p.221)

2.3.2 Interação homem-jogos eletrônicos atuais

Aquela associação feita entre jogos eletrônicos e sedentarismo já não é absolutamente verdadeira, pois apesar de a maioria dos jogos ainda serem desenvolvidos para serem controlados apenas com os movimentos das mãos (apertar botões em controles, teclados e mouses), há alguns anos surgiram no mercado alguns consoles que possibilitaram uma forma mais natural de interação com o jogo, podendo ser controlados também por equipamentos capazes de fazer captura de som e movimentos.

2.3.2.1 Dispositivo da Nintendo

Em 2004, tendo obtido menor sucesso com a venda de seu consoles anteriores do que seus concorrentes da Sony e da Microsoft, o então presidente da Nintendo decidiu que precisava revolucionar o videogame e trazer algo realmente inovador, e

essa inovação deveria vir, além de um hardware menor, também como uma forma de controlar os jogos que fosse mais simples e intuitiva (STANTON, 2015, p.304).

Procurando seguir a ideia de simplicidade e controle intuitivo, os engenheiros da Nintendo passaram a trabalhar em diversos protótipos de controle, chegando ao produto final, similar a um controle de televisão e que também é capaz de transmitir dados para um sensor, que capta a posição do controle e, assim, os jogos são controlados por meio dos movimentos realizados pelo jogador, além do pressionamento de poucos botões (STANTON, 2015, p.304).

Apenas em 2006 a Nintendo apresentou seu novo console, o qual recebeu o nome de Nintendo Wii e que vinha com um jogo chamado Wii Sports, com o qual os jogadores poderiam escolher entre cinco esportes (baseball, boliche, boxe, golfe e tênis), que eram controlados de forma simples com o revolucionário controle já mencionado (STANTON, 2015, p.305) e ainda poderiam ser jogados por até quatro jogadores ao mesmo tempo.

Além da forma revolucionária de controlar seus jogos, o console Nintendo Wii também permitia conexão com internet, para jogos multijogadores ou aquisição de conteúdos e jogos, e permitia a criação de avatares para cada jogador (chamados de Mii), com os quais cada jogador poderia gravar suas preferências e salvar seus jogos.

Apesar de não ter uma definição de imagem excelente, como seus concorrentes à época, o Nintendo Wii alcançou grande sucesso de vendas (STANTON, 2015), o que não passou despercebido por seus competidores (Sony e Microsoft), que buscaram também formas de interação intuitiva e natural entres seus videogames e jogadores.

A figura 16 mostra o console Nintendo Wii, com seu revolucionário controle.

Figura 16 - Nintendo Wii e seu controle (2006)



Fonte: STANTON (2015, p.304)

2.3.2.2 Dispositivo do PlayStation

Atenta ao sucesso do controle lançado pela Nintendo, a Sony lançou, em 2009, o PlayStation Move, que é formado pelo controle PlayStation Move Motion e a câmera PlayStation Eye, que são periféricos adicionados ao console PlayStation 3 (VILAR, 2010).

O conceito é bastante similar ao do Nintendo Wii, ou seja, com um controle na mão (o Move), o jogador faz movimentos com o corpo para poder controlar os jogos e os movimentos são captados pelo equipamento Eye.

Na figura 17 vê-se o console PlayStation 3, juntamente com os periféricos Move Motion e Eye.

Figura 17 - PlayStation 3, Move Motion e Eye



Fonte: PS3 (*sd, online*)

2.3.2.3 Dispositivo do Xbox 360 e Xbox One

Em 2005, um ano antes do lançamento do Nintendo Wii, a Microsoft havia lançado seu novo console, o Xbox 360 (STANTON, 2015), tratando-se de um console tradicional, que usava apenas um controle cheio de botões para a interação com seus jogos, mas tinha maior capacidade de definição de imagens e funções para jogos online.

Entretanto, tendo em vista o grande sucesso que o Nintendo Wii havia alcançado, a Microsoft também passou a desenvolver uma forma de jogar que pudesse ser mais intuitiva e natural, lançando o sensor Kinect que, inicialmente, “era conhecido pelo codinome Projeto Natal, fazendo referência à cidade brasileira Natal, isso ocorreu devido ao fato de que um dos idealizadores do projeto foi um brasileiro chamado Alex Kipman” (CARDOSO, 2013, p.4-5).

Cabe salientar que, para o desenvolvimento do Kinect, a Microsoft fez parceria com uma empresa israelita chamada PrimeSense, que desenvolveu um sensor,

mostrado na figura 18, cujo conceito foi aproveitado para o produto final lançado pela Microsoft (CARDOSO, 2013, p.4).

Figura 18 - Sensor da PrimeSense



Fonte: CARDOSO (2013, p.4)

O Kinect, periférico mostrado na figura 19, trouxe a inovação de não ser necessário que o jogador segure qualquer tipo de controle para poder interagir com os jogos, uma vez que o sensor é capaz de captar pontos de articulação do corpo humano e identificar os movimentos realizados.

Figura 19 - Kinect



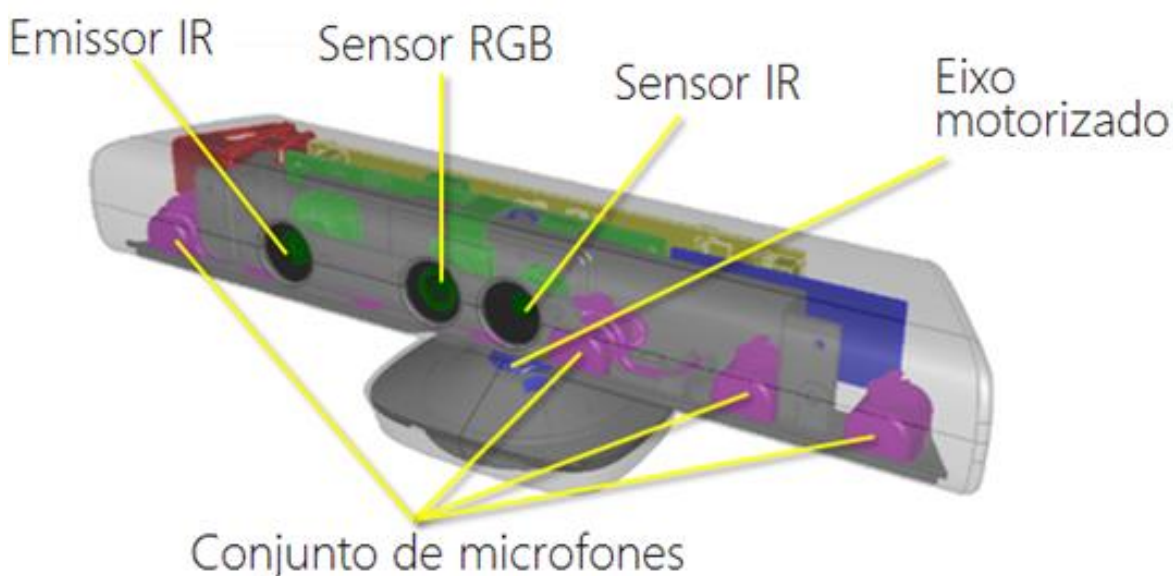
Fonte: CARDOSO (2013, p.5)

Nesse sentido Cardoso (2013, p.4) afirma:

O Kinect certamente causou uma revolução na área de interações com jogos, pois a partir de agora, não é mais necessário utilizar um controle: o sensor capta movimentos e comandos de voz do usuário, abrindo um leque de possibilidades totalmente novo, utilizando a linguagem natural para a interação com os jogos.

Os principais recursos utilizados pelo Kinect, são: emissor de luz infravermelho, sensor RGB, sensor infravermelho, eixo motorizado e um conjunto de microfones, conforme ilustra a figura 20.

Figura 20 - Kinect por dentro



Fonte: CARDOSO (2013, p.5)

Em 2013, com o lançamento do Xbox One, também foi apresentado ao público o Kinect 2.0, que possui hardware mais poderoso, sendo capaz de identificar mais pontos e captar movimentos mais sutis e precisos, tais como movimentos dos dedos, giro dos pulsos, bem como diversos comandos de voz.

2.3.2.4 Jogos eletrônicos como atividades físicas

Com o advento desses equipamentos periféricos ligados aos consoles, os jogos eletrônicos também podem ser utilizados como uma forma de realização de atividades físicas, durante a qual ocorrem gastos calóricos consideravelmente superiores a jogos para os quais apenas o controle com botões é necessário (MACHADO; MORAES; NUNES, 2009).

Exemplo dessa ligação entre os jogos eletrônicos e atividades físicas é outro periférico existente para o console Nintendo Wii, o Wii Fit, tratando-se de uma plataforma sobre a qual o jogador executa dos movimentos propostos pelo jogo (STANTON, 2015).

O console Xbox One, da Microsoft, também possui um jogo, para ser usado com o Kinect, voltado para a realização de atividades físicas, trata-se do Xbox Fitness.

Em ambos os exemplos, são propostas atividades físicas, inicialmente simples, mas que vão tendo seu grau de dificuldade e intensidade aumentados, proporcionando exercícios que podem ser bastante cansativos, havendo, inclusive advertências, nos jogos, de fazer uso com moderação e descansar quando começar a sentir-se muito cansado ou com dores.

2.3.3 Jogos eletrônicos para dispositivos móveis

De acordo com Stanton (2015, p.259), foi feita pesquisa pela instituição The Pew Internet Project em 2013, durante a qual obtiveram resultados que dizem que 91% dos adultos americanos eram proprietários de telefones móveis, dos quais 50% usavam os aparelhos para fazer download de aplicativos. A pesquisa ainda trouxe a informação de que 43% dos pesquisados possuíam tablets ou e-readers e que todos estes equipamentos móveis formam a maior plataforma de jogos existente.

Alguns dos jogos para os dispositivos móveis citados surgiram há mais de duas décadas, em 1994, quando os aparelhos de telefone celular vinham com jogos semelhantes ao Tetris e mais tarde com o famoso jogo Snake (STANTON, 2015, p.259).

A partir de então, diversos jogos foram desenvolvidos para dispositivos móveis. Inicialmente tais jogos já vinham na memória dos dispositivos, mas com o advento das lojas de aplicativos, tais como Google Play (Android) e App Store (IOS)⁴, e também com o aumento da capacidade de armazenamento e processamento dos aparelhos, surgiram incontáveis jogos para dispositivos móveis, inclusive alguns deles com o uso de realidade virtual (STANTON, 2015, p.260-261).

⁴ Android e IOS são sistemas operacionais utilizados em dispositivos móveis, tais como smartphones e tablets.

2.3.3.1 Uso de equipamento de realidade virtual Google Cardboard

O uso de equipamentos para simulação de realidade virtual já vinha sendo testado nos consoles há algumas décadas, exemplo disso são os óculos SegaScope 3D, ilustrado na figura 21, que podiam ser usados como um periférico adicional no console Master System, da SEGA, que criava um efeito 3D, ao abrir e fechar as lentes esquerdas e direitas rapidamente (STANTON, 2015, p.128).

Figura 21 - SegaScope 3D Glasses



Fonte: STANTON (2015, p.128)

Mas, com a atual popularização do uso da realidade virtual, em parte devido ao grande avanço de hardware e software nas últimas décadas, a empresa de tecnologia Google desenvolveu um dispositivo simples, composto por um conjunto de lentes e um suporte feito de papelão, ao qual deu o nome de Google Cardboard, mostrado na figura 22, equipamento este que, usado com um smartphone reproduzindo vídeos ou jogos especialmente desenvolvidos para ele, realiza a simulação de realidade virtual (CARDBOARD, *sd, online*).

Figura 22 - Google Cardboard



Fonte: CARDBOARD (*sd, online*)

2.4 MOTORES DE JOGOS

Motores de jogos, de acordo com Prado, são “também conhecidos como *Game Engines* ou *Game Software Frameworks* e contemplam o atual estado da arte das ferramentas de desenvolvimento de jogos” e “reúnem funcionalidades comuns no desenvolvimento de jogos, como animações, gestão de fases, eventos, interação com o jogador, física, etc” (PRADO, 2015, p.20).

Furtado e Santos (2006, p.4) afirmam que desenvolvedores usando um motor de jogos não precisam se preocupar com detalhes de implementação de baixo nível, assim como também não estão restritos a um ambiente de programação exclusivamente visual.

E, com relação às vantagens da utilização de um motor de jogos, Furtado e Santos (2006, p.4) comentam que, se o jogo for construído em uma arquitetura modular, pode ser reutilizado para criar uma grande variedade de jogos.

Apesar das já mencionadas vantagens da utilização de um motor de jogos, deve-se levar em consideração a grande curva de aprendizado que a utilização de

motores de jogos exige (uma vez que são softwares bastante complexos e muitas vezes sua utilização não é intuitiva) e os custos que podem ser gerados, como aquisição de licença, treinamentos, customizações e integrações (FURTADO; SANTOS, 2006, p.4).

Existem no mercado diversos motores de jogos, alguns gratuitos, alguns pagos e também outros que são proprietários, sendo estes “criados pela própria empresa de desenvolvimento para seu uso interno” (PRADO, 2015, p.22), devendo a decisão de escolha da *game engine* a ser utilizada em cada projeto ser guiada por uma cuidadosa análise de custo/benefício, pois não há garantias de que realmente ocorrerá a aceleração do desenvolvimento do projeto (BLOW, 2004, p.33).

Ainda, alguns motores de jogos são melhores para alguns tipos de jogos, enquanto outros são mais adequados para outros tipos. Neste sentido, Furtado, Santos (2006, p.4) afirmam que:

game engines podem ser genéricas ou visar a um gênero de games específico. Entretanto, a fim de serem mais efetivas, até *game engines* genéricas limitam seu domínio a apenas um subconjunto de todos os gêneros de jogos possíveis (por exemplo, um motor de jogo 3D tem muitas questões específicas diferentes de um motor de jogo 2D).

2.5 REALIDADE VIRTUAL

A interação do homem com seu ambiente sempre se deu de forma natural, utilizando-se para tanto apenas os sentidos e movimentos naturais, aprendidos ainda nos primeiros anos do desenvolvimento do ser humano.

Com o advento de computadores e videogames, o ser humano passou a interagir com tais dispositivos utilizando-se de movimentos que não são considerados naturais, tais como pressionamento de botões e acionamento de alavancas, devido ao design dos dispositivos de entrada (teclado, mouse, controle de videogame).

Neste sentido, Kirner e Siscoutto (2007, p.3) afirmam:

Antes do advento do computador eletrônico, com o desenvolvimento do ENIAC em 1945, as pessoas utilizavam interfaces naturais para interagir com o mundo no seu dia-a-dia, usando seus sentidos. Em raras ocasiões, elas necessitavam interagir com máquinas, apertando botões ou acionando alavancas. O computador eletrônico trouxe um novo processo sofisticado de interação com as aplicações, exigindo conhecimento simbólico (abstrato) e necessidade de treinamento, uma vez que o conhecimento do mundo real já não era suficiente.

Em busca de formas mais naturais de interação do homem com as máquinas, chegou-se à realidade virtual “que, usando representação tridimensionais mais

próximas da realidade do usuário, permite romper a barreira da tela, além de possibilitar interações mais naturais” (KIRNER; SISCOOTTO, 2007, p.4).

Assim, Kirner e Siscoutto (2007, p.7) definem realidade virtual como “uma ‘interface avançada do usuário’ para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador”.

No mesmo sentido, Braga (2001, p.2) define realidade virtual como “uma técnica avançada de interface, na qual o usuário realiza imersão (estar dentro do ambiente), navegação e interação em um ambiente resumidamente tridimensional gerado pelo computador por intermédio de vias multissensoriais”.

Braga (2001, p.2-3) ainda cita três ideias que considera básicas em um sistema de realidade virtual:

Imersão: Todos os dispositivos sensoriais são importantes para o sentimento de imersão. Normalmente, usam-se objetos como capacetes de visualização e salas de projeções das visões para auxiliar na imersão.

Interação: Esta ideia está relacionada com a capacidade do computador em detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele (capacidade reativa).

Envolvimento: está relacionada com o grau de motivação para o engajamento de uma pessoa com a determinada atividade, podendo ser passivo ou ativo.

Sobre uma melhor performance dessas ideias no uso da realidade virtual, Braga (2001, p.3) relata sobre a necessidade do uso de dispositivos de interfaces que “são capazes de tornar o ambiente participativo, seguindo os movimentos executados pelo usuário. Estes dispositivos são mouses, joysticks 2D 3D, luvas, monitor, shutter glasses, capacetes, cave e projetos de retina”.

No projeto do protótipo de jogo proposto neste trabalho são utilizados dois dispositivos para alcançar o efeito de realidade virtual: o sensor Kinect (que detecta os movimentos do jogador e o transmite para o jogo) e o óculos Google Cardboard (o qual, associado a um smartphone, gera imagens tridimensionais para o jogador).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão elencados os materiais e métodos utilizados para a criação do protótipo de um jogo eletrônico, no estilo “infinite runner” (corrida contínua), que recebeu o nome de “TG Runner”.

3.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Nesta seção do trabalho serão apresentadas as ferramentas (softwares e hardwares) utilizados para o desenvolvimento do projeto proposto.

3.1.1 Unity

O Unity é um motor de jogo multiplataforma que permite a criação de jogos bidimensionais ou tridimensionais, e oferece ainda serviços para monetização, possuindo ferramentas que otimizam o trabalho do programador e de artistas para a criação de jogos eletrônicos (UNITY, *sd, online*).

Tal motor de jogo pode ser adquirido via download, na página do produto⁵, havendo versões pagas e uma versão gratuita, denominada “Personal”.

Para este projeto foi utilizada a versão gratuita 5.5.0⁶.

3.1.2 Kinect

O sensor Kinect, fabricado pela Microsoft, é um periférico que foi lançado, inicialmente, para ser utilizado com o console Xbox 360, permitindo a captação dos movimentos do jogador e a transmissão para o jogo.

Para este projeto foi utilizada a versão do sensor que vendida para o videogame Xbox 360, ilustrado na figura 18, tendo tal aparelho sido conectado a um notebook e não ao console para o qual foi originalmente produzido.

⁵ https://store.unity.com/pt/?_ga=2.253417673.1373106904.1493859094-1199957950.1484764735

⁶ https://unity3d.com/pt/get-unity/download/archive?_ga=1.102924096.1199957950.1484764735

3.1.3 Google Cardboard

Google Cardboard é um projeto da empresa Google, que se propõe a popularizar os óculos de realidade virtual, sendo feito de material de baixo custo e tendo como tela um smartphone, conforme mostra a figura 21.

Trata-se de um conjunto de lentes, que são fixadas em um suporte de papelão de tal forma que, ao inserir um smartphone que esteja reproduzindo vídeos ou aplicativos no formato apropriado (duplicação da tela), emula um ambiente tridimensional e aumenta a sensação de imersão.

No presente projeto foi utilizada uma versão um pouco mais sofisticada, com suporte de plástico, elásticos para fixação na cabeça do usuário e ajustes das lentes, denominada VR Box, como mostra a figura 23.

Figura 23 - VR Box



Fonte: VR BOX (sd, online)

3.1.4 Trinus VR

Para transformar as imagens do protótipo do jogo no formato apropriado para o Google Cardboard (duplicação das telas) e transmiti-las do notebook para um smartphone, foi utilizado o Trinus VR⁷, que deve ser instalado no notebook e também no smartphone.

O sistema Trinus VR está disponível gratuitamente nas lojas App Store e no Google Play.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Nesta seção do trabalho, é apresentado um protótipo de jogo eletrônico, desenvolvido utilizando-se o motor de jogo Unity, e tendo como interfaces de entrada e saída os dispositivos Kinect e Google Cardboard, respectivamente.

3.2.1 Objetivo do jogo

O protótipo desenvolvido foi nomeado como TG Runner, tratando-se de um jogo do tipo “infinity runner” ou “endless runner”, que conta com um cenário constituído por uma pista de corrida, com obstáculos, pela qual um personagem irá correr continuamente, devendo desviar-se dos obstáculos e coletar objetos que possibilitarão o incremento na pontuação do jogador.

A movimentação do personagem para a frente é automática, ou seja, o avatar estará em constante movimento para a frente.

Entretanto, os movimentos para direita e esquerda deverão ser realizados por movimentos similares que o jogador deverá fazer com o próprio corpo, os quais serão captados pelo sensor Kinect, também responsável por transmitir tais movimentos ao jogo.

Esta forma de interação do jogador com o jogo deverá proporcionar um maior consumo de calorias pelo jogador, o que, em tese, auxiliaria na prevenção e combate à obesidade.

⁷ <https://www.trinusvirtualreality.com/>

Além disso, o jogo contará com o uso de dispositivo de saída de imagem de realidade virtual, neste caso óculos similares ao Google Cardboard, que deverá ser utilizado pelo jogador, o qual verá as imagens em três dimensões.

O uso desse dispositivo de realidade virtual tem por objetivo uma maior sensação de imersão no jogo, o que, acredita-se, proporciona maior imersão ao jogador durante o jogo, tornando-o mais atrativo.

3.2.2 Documentação do protótipo “TG RUNNER”

3.2.2.1 Introdução

Por meio do documento de modelagem do protótipo a ser desenvolvido é possível a exposição detalhada do sistema, com o uso de diferentes abordagens (documento de requisitos e modelos gráficos), o que é bastante útil, conforme ensina Sommerville (2007, p.80): “diferentes níveis de especificação de sistema são úteis porque eles comunicam informações sobre o sistema a diferentes tipos de leitores”.

3.2.2.2 Propósito

Este documento apresenta a modelagem do protótipo do jogo eletrônico “TG Runner” utilizando como referência os livros de autoria de Sommerville (2007) e Pressman (2011). O público alvo deste documento inclui pessoas envolvidas com o desenvolvimento (analistas de sistemas e programadores), testes do sistema e avaliadores do projeto.

3.2.2.3 Escopo

O Documento de Modelagem de Sistema provê uma visão completa dos modelos do protótipo do jogo eletrônico “TG Runner”, tendo sido produzido e utilizado para documentar os requisitos e modelos do projeto.

3.2.2.4 Benefícios Esperados

Este protótipo tem como propósito o endossamento do problema discutido durante todo o trabalho, qual seja, o desenvolvimento e utilização de jogos eletrônicos como ferramenta para a prevenção e combate à obesidade.

3.2.2.5 Business Process Modeling Notation (BPMN)

O BPMN, ou notação de modelagem de processos de negócio, mostrado na figura 24, é uma representação gráfica dos processos realizados durante a execução do protótipo TG Runner.

3.2.2.6. Especificação dos Requisitos

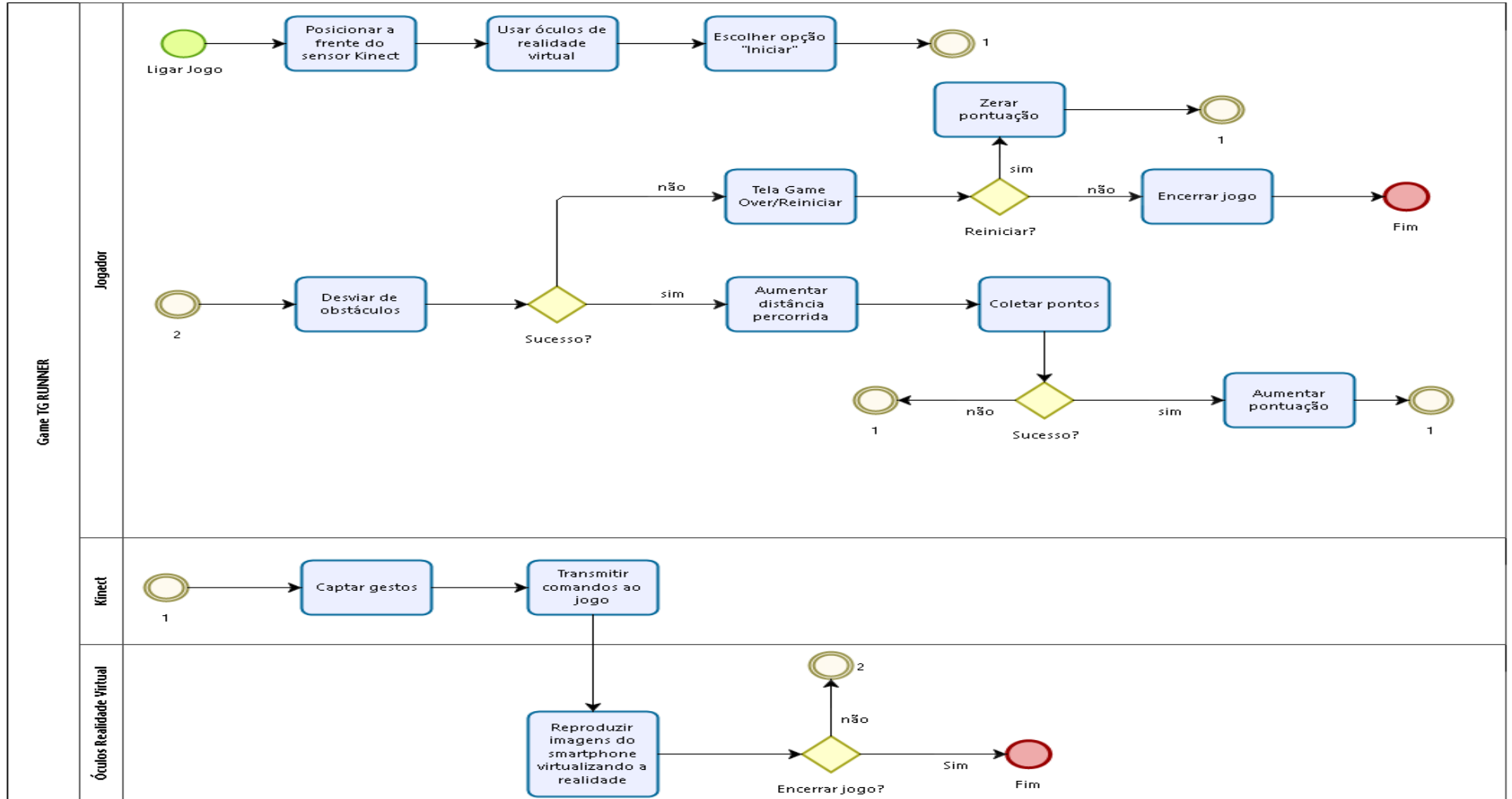
De acordo com Sommerville (2007, p.79), “os requisitos de um sistema são descrições dos serviços fornecidos pelo sistema e as suas restrições operacionais. Esses requisitos refletem as necessidades dos clientes de um sistema que ajuda a resolver algum problema”.

3.2.2.6.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais devem dar uma descrição das atividades que o sistema deve executar. Nas palavras de Sommerville (2007, p.80):

Requisitos funcionais. São as declarações de serviços que o sistema deve fornecer, como o sistema deve reagir a entradas específicas e como o sistema deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais podem também estabelecer explicitamente o que o sistema não deve fazer.

Figura 24 - BPMN



Os quadros 1 a 6 trazem as especificações dos requisitos funcionais do protótipo TG Runner.

Quadro 1 - Requisito funcional 001

RF 001 – Geração aleatória de plataformas (pré-definidas) para a corrida	Categoria: (X) Oculto () Evidente	Prioridade: (X) Altíssima () Alta () Média () Baixa
Descrição: O sistema deve gerar plataformas para a corrida de forma aleatória, com base em plataformas pré-definidas (Script C#).		

Quadro 2 - Requisito funcional 002

RF 002 – Destruição das plataformas já passadas	Categoria: (X) Oculto () Evidente	Prioridade: (X) Altíssima () Alta () Média () Baixa
Descrição: Após a passagem do personagem pela plataforma e saída desta da tela, o sistema deve destruir tal plataforma, evitando que o jogo fique muito pesado (Script C#).		

Quadro 3 - Requisito funcional 003

RF 003 – Pontuação	Categoria: () Oculto (X) Evidente	Prioridade: (X) Altíssima () Alta () Média () Baixa
Descrição: O sistema deve aumentar a marcação de pontuação do jogador cada vez que este coletar objetos durante a corrida.		

Quadro 4 - Requisito funcional 004

RF 004 – Distância percorrida	Categoria: () Oculto (X) Evidente	Prioridade: (X) Altíssima () Alta () Média () Baixa
Descrição: O sistema deve aumentar a marcação de distância percorrida conforme o jogador passar pelos obstáculos com sucesso e continuar correndo.		

Quadro 5 - Requisito funcional 005

RF 005 – Haverá três telas: início, jogo e game over	Categoria: () Oculto (X) Evidente	Prioridade: (X) Altíssima () Alta () Média () Baixa
Descrição: O sistema deve possuir três telas, sendo elas: início, jogo e game over.		

Quadro 6 - Requisito funcional 006

RF 006 – Ao reiniciar o jogo, a pontuação é zerada	Categoria: () Oculto (X) Evidente	Prioridade: (X) Altíssima () Alta () Média () Baixa
Descrição: O sistema deve zerar a pontuação do jogador quando este optar por reiniciar o jogo (na tela de “game over”).		

3.2.2.6.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais são as restrições que são impostas ao sistema e estão representados no quadro 7.

Quadro 7 - Requisitos não funcionais

Requisitos não funcionais				
Nome	Restrição	Categoria	Obrigatoriedade	Permanência
RNF 1 Não pode repetir a plataforma imediatamente anterior	Na tela de jogo, ao serem geradas novas plataformas, não poderá haver repetição da plataforma imediatamente anterior	Interface	() Desejável (X) Obrigatório	(X) Permanente () Transitório
RNF 2 Tela “game over” com opção “reiniciar”	Na tela de “game over” deverá ter uma opção para que o jogador reinicie o jogo.	Interface	() Desejável (X) Obrigatório	() Permanente (X) Transitório
RNF 3 Tela “game over” com pontuação e distância	Na tela de “game over” deverá ser exibida a pontuação e distância percorrida do último jogo	Interface	() Desejável (X) Obrigatório	(X) Permanente () Transitório

RNF 4 Tela do jogo com marcação de distância e pontuação	Na tela do jogo deverão ser exibidos a pontuação e a distância já percorrida pelo jogador	Interface	<input type="checkbox"/> Desejável <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório	<input checked="" type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Transitório
RNF 5 Tela de início com botão "iniciar"	Na tela de início deverá ter um botão para iniciar o jogo	Interface	<input type="checkbox"/> Desejável <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório	<input checked="" type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Transitório
RNF 6 Uso de óculos de realidade virtual	As imagens do jogo serão reproduzidas em smartphone para ser usado óculos de realidade virtual	Usabilidade	<input type="checkbox"/> Desejável <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório	<input checked="" type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Transitório
RNF 7 Uso do sensor Kinect	Para captação dos movimentos do jogador, será utilizado o sensor Kinect	Usabilidade	<input type="checkbox"/> Desejável <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório	<input checked="" type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Transitório

3.2.2.7 Regras de Negócio

As regras de negócio do protótipo do jogo TG Runner encontram-se representadas pelos quadros 8 a 13.

Quadro 8 - Regra de negócio 001

RN 001 – Pontuação
Descrição: O jogador sempre inicia com pontuação zerada e a pontuação aumentará cada vez que coletar objetos durante a corrida.

Quadro 9 - Regra de negócio 002

RN 002 – Distância percorrida
Descrição: Ao passar por obstáculos com sucesso e continuar a corrida, aumentará o marcador de distância percorrida

Quadro 10 - Regra de negócio 003

RN 003 – Captação de movimentos laterais, pulo e agachamento
Descrição: A fim de desviar dos obstáculos e coletar objetos, o jogador deverá movimentar-se para os lados, pular e agachar, movimentos estes que serão captados pelo sensor Kinect.

Quadro 11 - Regra de negócio 004

RN 004 – Encostar em obstáculos
Descrição: Caso o jogador não consiga desviar de algum obstáculo, perderá o jogo, abrindo-se a tela de “game over”

Quadro 12 - Regra de negócio 005

RN 005 – Jogador único
Descrição: Somente uma pessoa poderá jogar por vez

3.2.2.8 Matriz de Rastreabilidade Requisitos Funcionais X Regras de Negócio

A matriz de rastreabilidade que relaciona os requisitos funcionais com as regras de negócio é representada pelo quadro 13.

Quadro 13 - Matriz de rastreabilidade RF x RN

	RF01	RF02	RF03	RF04	RF05	RF06
RN01			X			X
RN02	X	X		X		
RN03			X	X		
RN04					X	
RN05			X	X		X

3.2.2.9 Caso de Uso ou *Use Case* (UC)

Em um diagrama de caso de uso, representação gráfica das funcionalidades do sistema e relação com seus atores, cada elipse representa uma funcionalidade, que é realizada pelos atores identificados.

3.2.2.9.1 Identificação dos Atores do Sistema

Para a confecção de um caso de uso, faz-se necessária a identificação dos atores que, segundo Pressman (2011, p.138) “são as pessoas (ou dispositivos) que usam o sistema ou produto”.

No protótipo a ser desenvolvido, os atores identificados são o Jogador, o sensor Kinect e os óculos de realidade virtual.

O Jogador é uma pessoa que deverá interagir com o jogo, tomando decisões e dando comandos para o funcionamento o sistema.

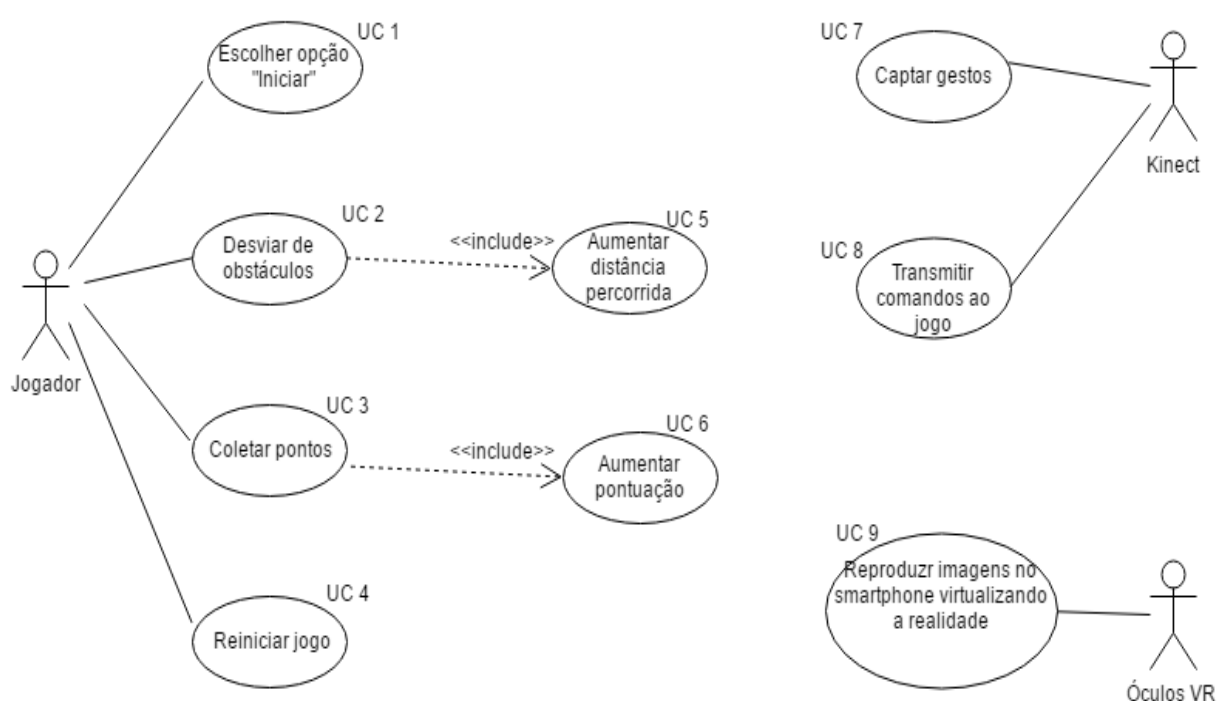
O sensor Kinect é um dispositivo periférico de entrada, que deverá captar os gestos e movimentos realizados pelo Jogador, transmitindo-os ao jogo.

Os óculos de realidade virtual são um dispositivo periférico, de saída, que deverão fazer uma virtualização da realidade, por meio das imagens que serão reproduzidas em um smartphone.

3.2.2.9.2 Diagrama de Casos de Uso

A figura 25 representa o diagrama de caso de uso do protótipo de jogos eletrônico TG Runner.

Figura 25 - Use case



3.2.2.9.3 Especificação dos Casos de Uso

Os quadros 14 a 22 trazem as especificações de cada um dos casos de uso existentes no diagrama representado pela figura 24.

Quadro 14 - Especificação UC 001

Caso de Uso – Escolher botão “iniciar”	
ID	UC 001
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo dar início ao jogo, ao selecionar o botão “iniciar” na primeira tela
Ator Primário	Jogador
Pré-condição	Não possui
Cenário Principal	1. Por meio de gestos captados pelo Kinect, o jogador deve selecionar o botão iniciar para que seja levado à tela de jogo 2. O jogo então iniciará a tela de jogo
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

Quadro 15 - Especificação UC 002

Caso de Uso – Desviar dos obstáculos	
ID	UC 002
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo desviar os obstáculos existentes na pista
Ator Primário	Jogador
Pré-condição	Iniciar o jogo
Cenário Principal	1. Movimentando-se para direita, esquerda, agachando ou pulando, o jogador deverá desviar dos obstáculos 2. O jogador continua se movimentando pela pista
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	1. O jogador não consegue desviar de um obstáculo, colidindo contra ele 2. O jogo encerra-se, abrindo a tela “game over”
Inclusão	UC 5 – aumentar metros percorridos
Extensão	Não possui

Quadro 16 - Especificação UC 003

Caso de Uso – Coletar pontos	
ID	UC 003
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo a coleta de pontos espalhados pela pista
Ator Primário	Jogador
Pré-condição	Iniciar o jogo
Cenário Principal	1. Ao movimentar-se pelo cenário e colidir contra objetos de pontos pela pista, o jogador aumenta sua pontuação 2. O jogador continua se movimentando pela pista
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	1. O jogador não consegue coletar pontos 2. Não aumenta sua pontuação 3. O jogador continua se movimentando pela pista
Inclusão	UC 6 – aumentar pontuação
Extensão	Não possui

Quadro 17 - Especificação UC 004

Caso de Uso – Reiniciar	
ID	UC 004
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo dar reiniciar ao jogo, ao selecionar o botão “reiniciar” na tela “game over”
Ator Primário	Jogador
Pré-condição	Ter sido direcionado à tela “game over” após colidir com um obstáculo
Cenário Principal	1. Após colidir com um obstáculo no jogo e ser mandado para a tela de “game over”, o jogador seleciona a opção “reiniciar” 2. Os marcadores de pontos e distância percorrida são zerados. 3. Abre-se a tela de jogo. 4. Jogo reinicia.
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	1. Jogador não seleciona a opção reiniciar. 2. Jogo permanece na tela de “game over” até ser reiniciado ou desligado.
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

Quadro 18 - Especificação UC 005

Caso de Uso – Aumentar metros percorridos	
ID	UC 005
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo aumentar a marcação de distância percorrida pelo jogador
Ator Primário	Jogador
Pré-condição	UC 2 – desviar dos obstáculos
Cenário Principal	1. Jogador percorre a pista, desviando dos obstáculos 2. Marcador de metros percorridos aumenta
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	1. Jogador colide contra obstáculos 2. Encerra o aumento de distância percorrida
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

Quadro 19 - Especificação UC 006

Caso de Uso – Aumentar pontuação	
ID	UC 006
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo aumentar a pontuação do jogo
Ator Primário	Jogador
Pré-condição	UC 3 – coletar pontos
Cenário Principal	1. Jogador percorre a pista, coletando pontos. 2. Marcador de pontos aumenta
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	1. Jogador não coleta pontos 2. Não há aumento no marcador de pontos
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

Quadro 20 - Especificação UC 007

Caso de Uso – Captar gestos	
ID	UC 007
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo a captação dos gestos feitos pelo jogador
Ator Primário	Kinect
Pré-condição	Não possui
Cenário Principal	1. Assim que o jogo é ligado, o Kinect é acionado 2. Inicia captação de gestos do jogador
Pós-condição	Não possui

Cenário Alternativo	
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

Quadro 21 - Especificação UC 008

Caso de Uso – Transmitir ao jogo	
ID	UC 008
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo transmitir os gestos captados pelo Kinect ao jogo
Ator Primário	Kinect
Pré-condição	UC 07 – captar gestos do jogador
Cenário Principal	1. Os gestos do jogador captados pelo Kinect são transmitidos ao jogo 2. Interação entre jogador e jogo
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

Quadro 22 - Especificação UC 009

Caso de Uso – Reproduzir imagens no smartphone virtualizando a realidade	
ID	UC 009
Descrição	Este caso de uso tem por objetivo reproduzir as imagens do jogo em um smartphone, virtualizando a realidade.
Ator Primário	Óculo VR
Pré-condição	
Cenário Principal	1. As imagens do jogo são transmitidas para o smartphone 2. Os óculos VR virtualizam as imagens do jogo
Pós-condição	Não possui
Cenário Alternativo	
Inclusão	Não possui
Extensão	Não possui

3.2.2.10 Matriz de Rastreabilidade Requisitos Funcionais X Use Cases

A matriz de rastreabilidade que relaciona os requisitos funcionais com os casos de uso é representada pelo quadro 23.

Quadro 23 - Matriz de rastreabilidade RF x UC

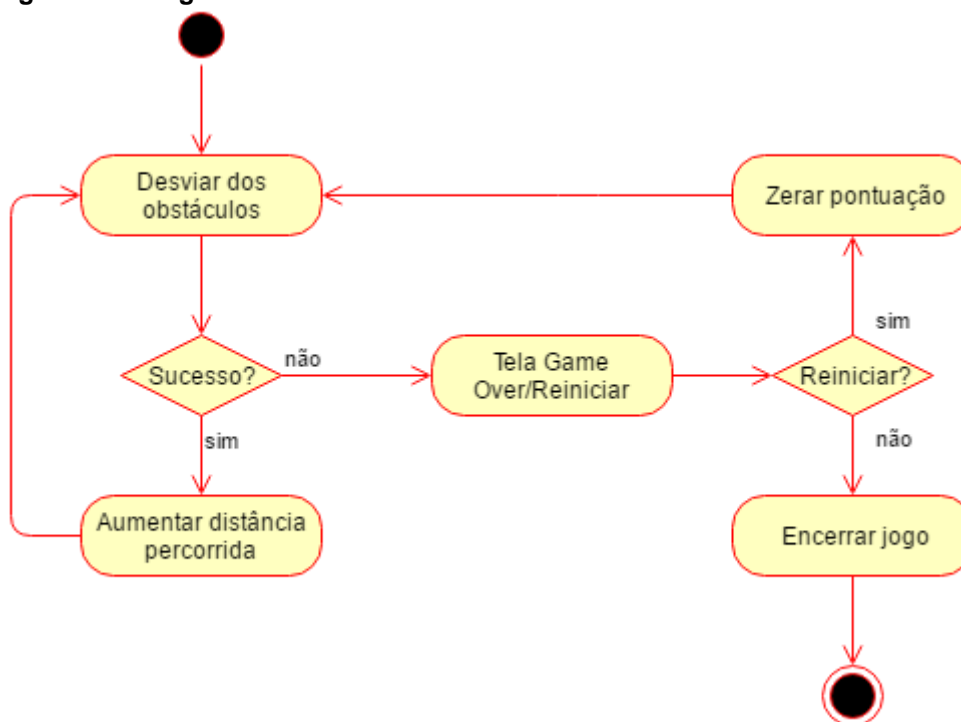
	RF01	RF02	RF03	RF04	RF05	RF06
UC01					X	
UC02	X	X		X		X
UC03	X	X	X			X
UC04					X	X
UC05			X			
UC06			X			
UC07	X	X	X	X	X	
UC08	X	X	X	X	X	
UC09			X	X	X	

3.2.2.11 Diagramas de Atividade

Para Pressman (2011, p.161), um diagrama de atividades “complementa o caso de uso através de uma representação gráfica do fluxo de interação em um cenário específico”.

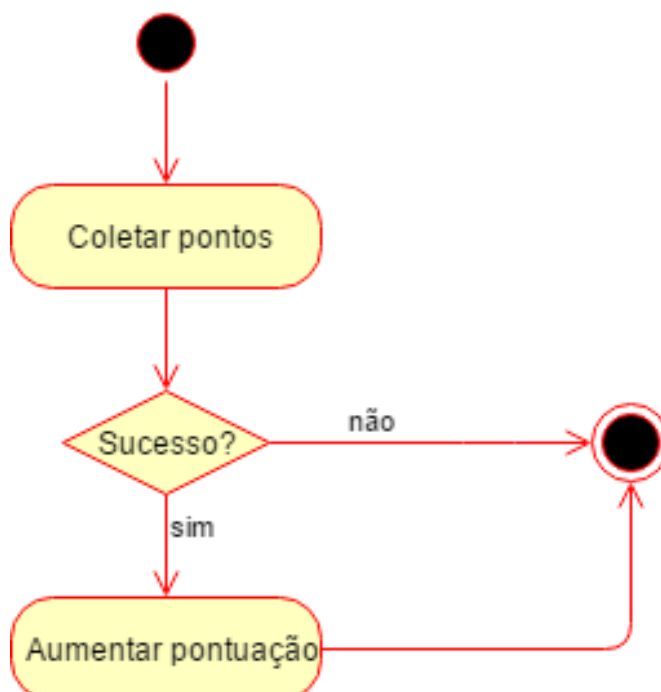
Assim, o diagrama representado pela figura 26, traz uma representação mais detalhada do fluxo das atividades representadas pelos UC's 02 e 05, que se relacionam à atividade do jogador de desviar dos obstáculos e o consequente aumento da marcação de distância percorrida.

Figura 26 - Diagrama de atividade UC's 2 e 5



O diagrama de atividade mostrado na figura 27, por sua vez, é uma representação detalhada do fluxo de atividade os UC's 3 e 6, se que relacionam à atividade do jogador de coletar pontos e o conseqüente aumento da marcação da pontuação.

Figura 27 - Diagrama de atividade UC's 3 e 6



3.3 CODIFICAÇÃO

Para o desenvolvimento do protótipo do jogo TG Runner e emulação da realidade virtual no Google Cardboard, foram utilizadas algumas ferramentas de terceiros, sendo elas: o motor de jogos Unity (e modelos encontrados na *asset store* do próprio Unity), bem como o Trinus VR para transmitir as imagens para um smartphone e reproduzi-las de tal forma que, com o dispositivo Google Cardboard, o jogador sintá-se em um ambiente tridimensional.

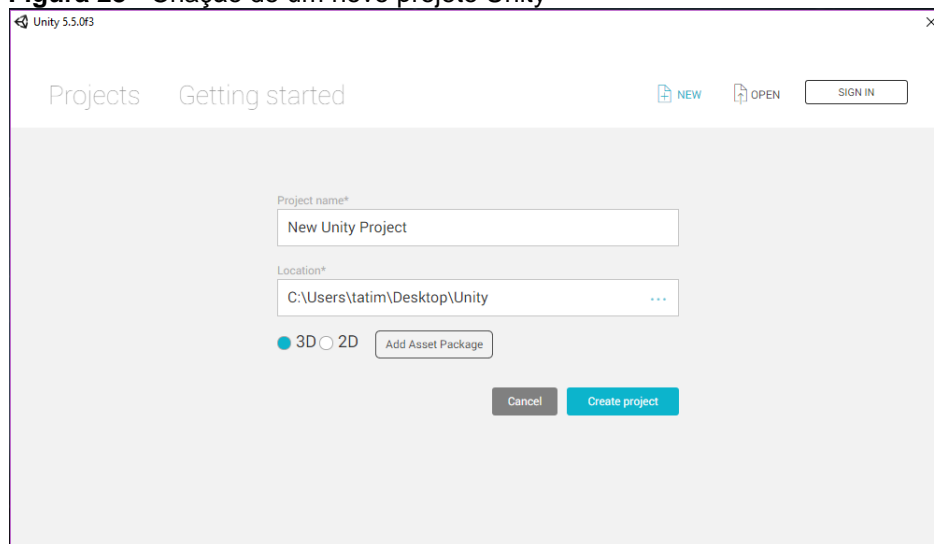
Ainda, para a eficaz comunicação entre o sensor Kinect e o notebook, foi necessário fazer a instalação de dois *Softwares Development Kits* (SDK) da própria Microsoft (fabricante do Kinect), sendo eles KinectDeveloperToolkit-v1.8.0 e Kinect for Windows SDK-v1.8, disponíveis para download no site da Microsoft⁸.

3.3.1 Unity

Quanto à instalação do Unity no notebook, há a opção de instalação do Visual Studio 2015, que foi utilizado no momento de criar os *scripts* do jogo.

Ao iniciar um novo projeto, o Unity oferece algumas opções, como nome do projeto, local onde será salvo, se será um jogo 2D ou 3D e pacotes de modelos que serão instalados no momento da criação do novo projeto, que são escolhidos na tela representada pela figura 28.

Figura 28 - Criação de um novo projeto Unity

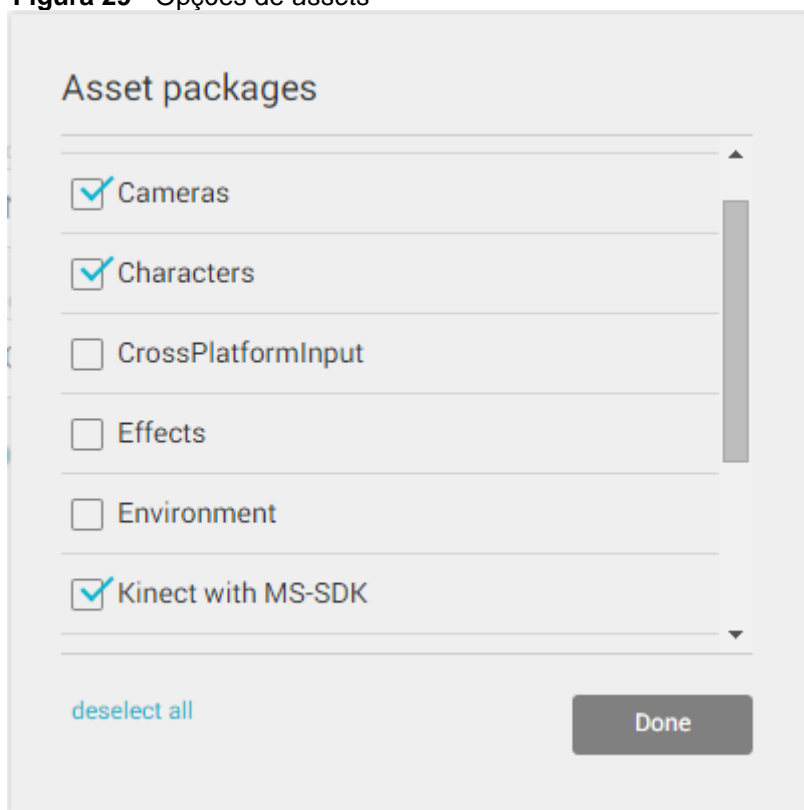


⁸ <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>.

3.3.1.1 Assets

Ainda durante a criação do projeto, são oferecidos alguns pacotes para serem adicionados, como mostrado na figura 29, bastando para isso clicar no botão “Add Asset Package” da tela representada pela figura 27, sendo que para este projeto foram selecionados os seguintes pacotes de modelos “Cameras”, “Characters”, “Kinect With MS-SDK”.

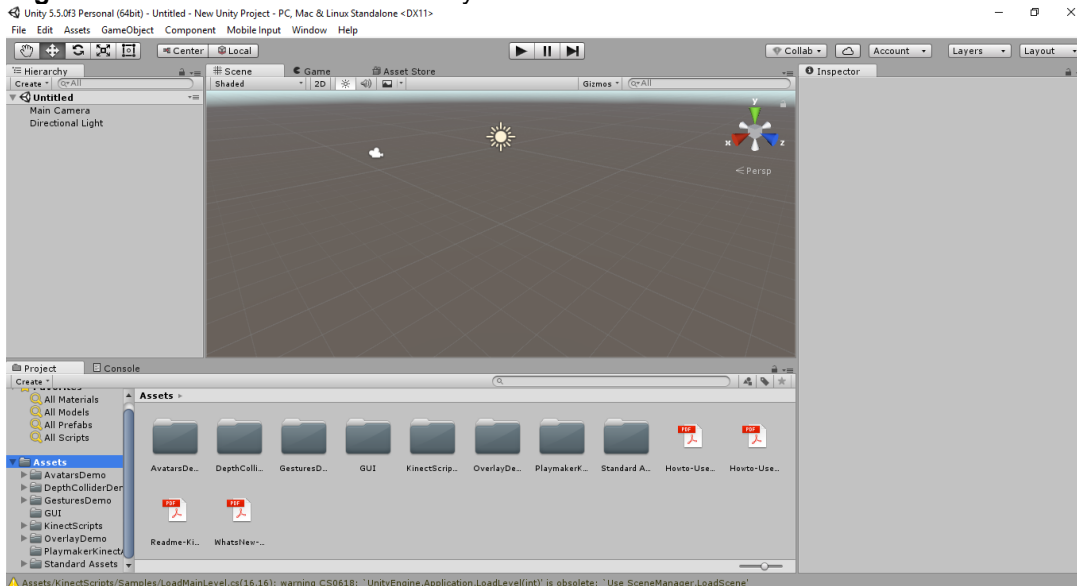
Figura 29 - Opções de assets



Depois de criado o projeto, é exibido o ambiente de trabalho do Unity, mostrado na figura 30, composto por *Hierarchy* (onde aparecem os objetos que são colocados em cada cena), *Inspector* (que traz especificações do objeto selecionado), *Scene* (onde aparece, de forma gráfica, a cena que está sendo criada), aba *Project* (podem ser encontrados os *assets* que foram adicionados ao projeto e podem ser utilizados nas cenas que estão sendo criadas), aba *Console* (aparecem mensagens de depuração, erro e outras programadas via *script*). Tal tela é customizável, de acordo com a preferência ou necessidade do programador.

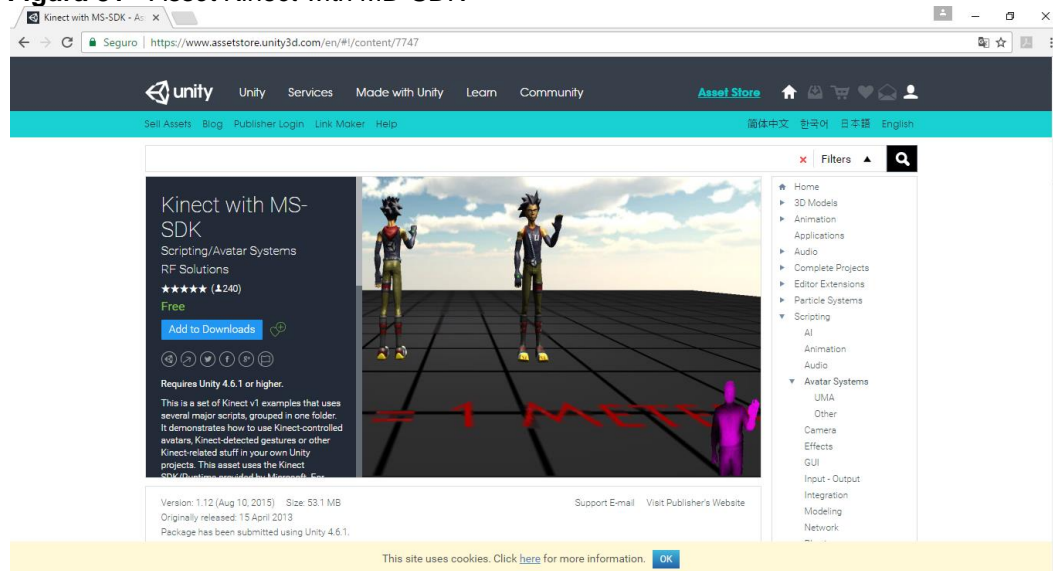
Ao clicar no símbolo de play existente na tela, abre-se a aba *Game* e inicia-se uma simulação do jogo que está sendo construído.

Figura 30 - Ambiente de trabalho Unity



Ao clicar na aba “Asset Store”, no ambiente de trabalho do Unity, é possível acessar a loja de *assets*, onde podem ser adquiridos diversos pacotes e, para este projeto, foi utilizado um modelo para Kinect, gratuito (também disponível na *asset store* do site do Unity⁹, conforme mostra a figura 31), o qual contém exemplos de como o Kinect pode ser utilizado em jogos do Unity, contendo ainda exemplo de avatar e diversos *scripts*, que foram apenas adaptados para as necessidades deste projeto.

Figura 31 - Asset Kinect with MD-SDK

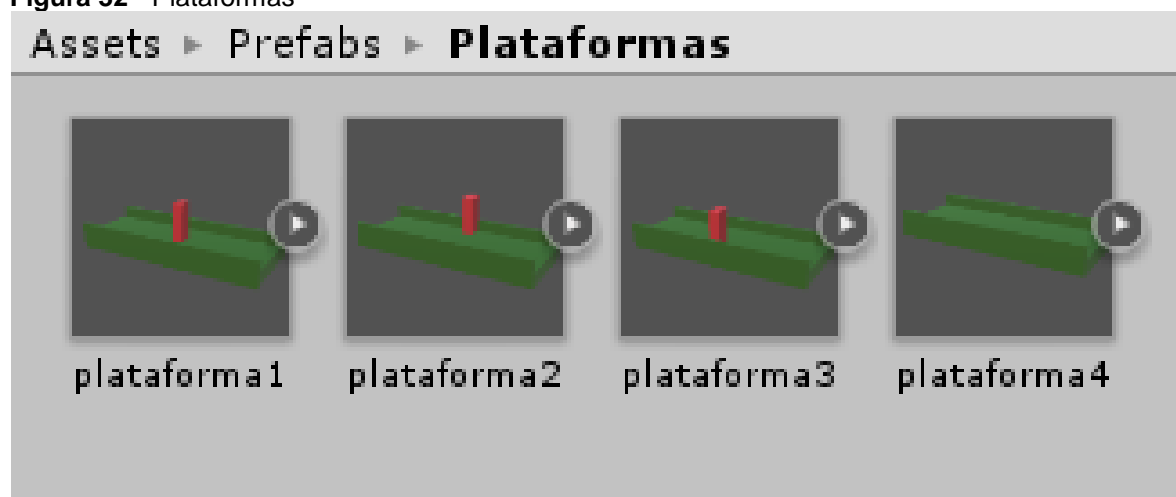


⁹ <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/7747>

3.3.1.2 Plataformas

Para que o avatar tenha uma superfície sobre a qual se movimentar, foram criadas 04 (quatro) plataformas diferentes, mostradas na figura 32, das quais 03 (três) são carregadas no jogo de forma aleatória e a plataforma denominada “plataforma4” aparece apenas no início do jogo.

Figura 32 - Plataformas



Para a geração aleatória das plataformas, foi criado um *script*, denominado “CreatPlatform”, utilizando-se a linguagem C# e o Visual Studio 2015, tendo tal *script* sido inserido no *Inspector* do avatar (denominado “Player”) utilizado no Unity.

Na figura 33 pode-se ver quais foram as variáveis utilizadas e o vetor criado para receber as plataformas que foram criadas no Unity. Logo em seguida vê-se o código para a criação da primeira plataforma e a posição que ela aparecerá no jogo, dentro do método “Start”.

Figura 33 - CreatePlatform parte 1

```

CreatePlatform.cs
C# Assembly-CSharp CreatePlatform
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class CreatePlatform : MonoBehaviour {
6
7      public GameObject[] platforms;
8      public GameObject currentPlatform;
9      public int qtdChildren;
10     public int i;
11     public Vector3 positionEnd;
12     public int indicePlatform;
13     public int indiceCurrentPlatform;
14
15     // Use this for initialization
16     void Start () {
17
18         //create first platform
19         currentPlatform = Instantiate(currentPlatform, transform.position+
20                                     transform.forward * -1, Quaternion.identity);
21         indiceCurrentPlatform = 0;
22         indicePlatform = 0;
23     }
24

```

Para a criação das demais plataformas, de forma aleatória (observe-se código constante nas linhas 29 a 39 da figura 34) e sem que haja a repetição da última plataforma utilizada (atente-se para o código existente nas linhas 42 a 48 da figura 34), foi criado, dentro do método “Update”, o código da figura 34.

Observe-se ainda que uma nova plataforma é criada sempre que a distância entre a última plataforma e o avatar for menor do que 40, conforme código constante na linha 29 da figura 34.

Figura 34 - CreatePlatform parte 2

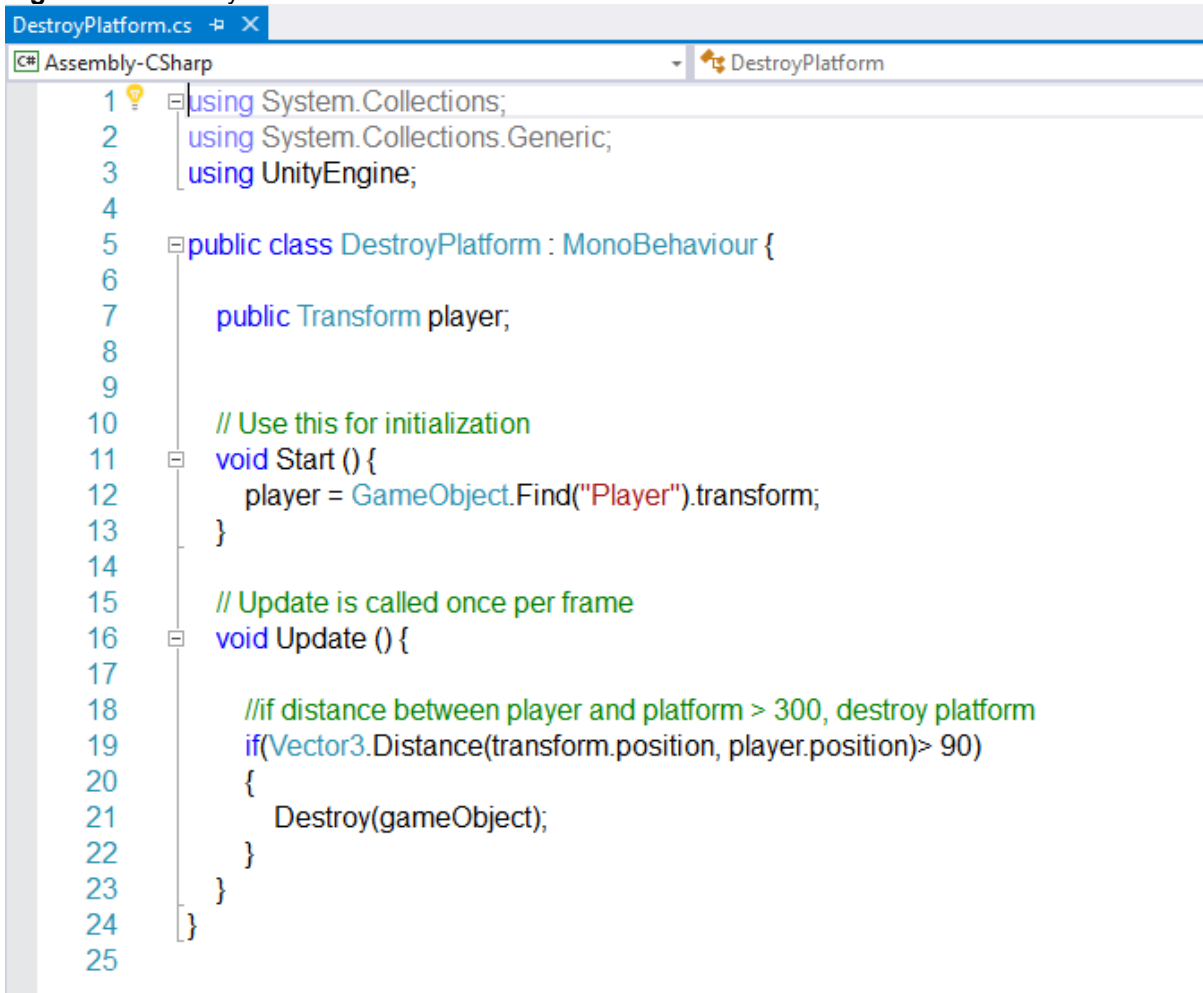
```

CreatePlatform.cs
Assembly-CSharp CreatePlatform
25 // Update is called once per frame
26 void Update () {
27
28 //create randon platforms
29 if (Vector3.Distance(currentPlatform.transform.position, transform.position) < 40)
30 {
31     qtdChildren = currentPlatform.transform.childCount;
32     for (i = 0; i < qtdChildren; i++)
33     {
34         if(currentPlatform.transform.GetChild(i).name == "Fim")
35         {
36             positionEnd = currentPlatform.transform.GetChild(i).position;
37             break;
38         }
39     }
40
41 //not repeat last platform
42 while (indiceCurrentPlatform == indicePlatform)
43 {
44     indicePlatform = Random.Range(0, platforms.Length);
45 }
46 indiceCurrentPlatform = indicePlatform;
47
48 currentPlatform = Instantiate(platforms[indicePlatform], positionEnd, Quaternion.identity);
49
50 }
51 }
52 }

```

Além da geração das plataformas a frente do avatar, também foi gerado um *script* denominado “DestroyPlatform”, representado na figura 35, para que aquelas plataformas que já foram percorridas e estejam a uma distância maior do que 90 do avatar, sejam destruídas, liberando memória do notebook, sendo que tal *script* foi inserido no *Inspector* de cada uma das plataformas.

Figura 35 - DestroyPlatform



```
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class DestroyPlatform : MonoBehaviour {
6
7      public Transform player;
8
9
10     // Use this for initialization
11     void Start () {
12         player = GameObject.Find("Player").transform;
13     }
14
15     // Update is called once per frame
16     void Update () {
17
18         //if distance between player and platform > 300, destroy platform
19         if(Vector3.Distance(transform.position, player.position)> 90)
20         {
21             Destroy(gameObject);
22         }
23     }
24 }
25
```

3.3.1.3 Avatar e sua movimentação

O avatar utilizado no projeto foi aquele que está disponibilizado no *asset* que foi baixado da Asset Store do Kinect, apresentado na figura 31.

Além do avatar, o mencionado *asset* também possui diversos *scripts* e cenas com exemplos de utilização do Kinect, sendo que para este protótipo foi usado o modelo “KinectGesturesDemo”, tendo sido feita apenas algumas pequenas adaptações no script denominado “AvatarController” para que, além de captar a movimentação lateral (eixo y) do jogador pelo sensor Kinect e transmitir os movimentos para o jogo, tal script também pudesse fazer com que o avatar se movimentasse continuamente para a frente (eixo z), conforme aparece na figura 36.

Figura 36 - AvatarController modificado

```

419 // Converts Kinect position to avatar skeleton position, depending on initial position, mirroring and move rate
420 protected Vector3 Kinect2AvatarPos(Vector3 jointPosition, bool bMoveVertically)
421 {
422     Debug.Log("Kinect2AvatarPos");
423
424     float xPos;
425     float yPos;
426     //float zPos;
427
428     // If movement is mirrored, reverse it.
429     if(!mirroredMovement)
430         xPos = jointPosition.x * moveRate - xOffset;
431     else
432         xPos = -jointPosition.x * moveRate - xOffset;
433
434     yPos = jointPosition.y * moveRate - yOffset;
435     //zPos = -jointPosition.z * moveRate - zOffset;
436
437     zHackPos = zHackPos + 0.2f;
438
439     // If we are tracking vertical movement, update the y. Otherwise leave it alone.
440     Vector3 avatarJointPos = new Vector3(xPos, bMoveVertically ? yPos : 0f, /*zPos*/ zHackPos);
441
442     return avatarJointPos;
443 }

```

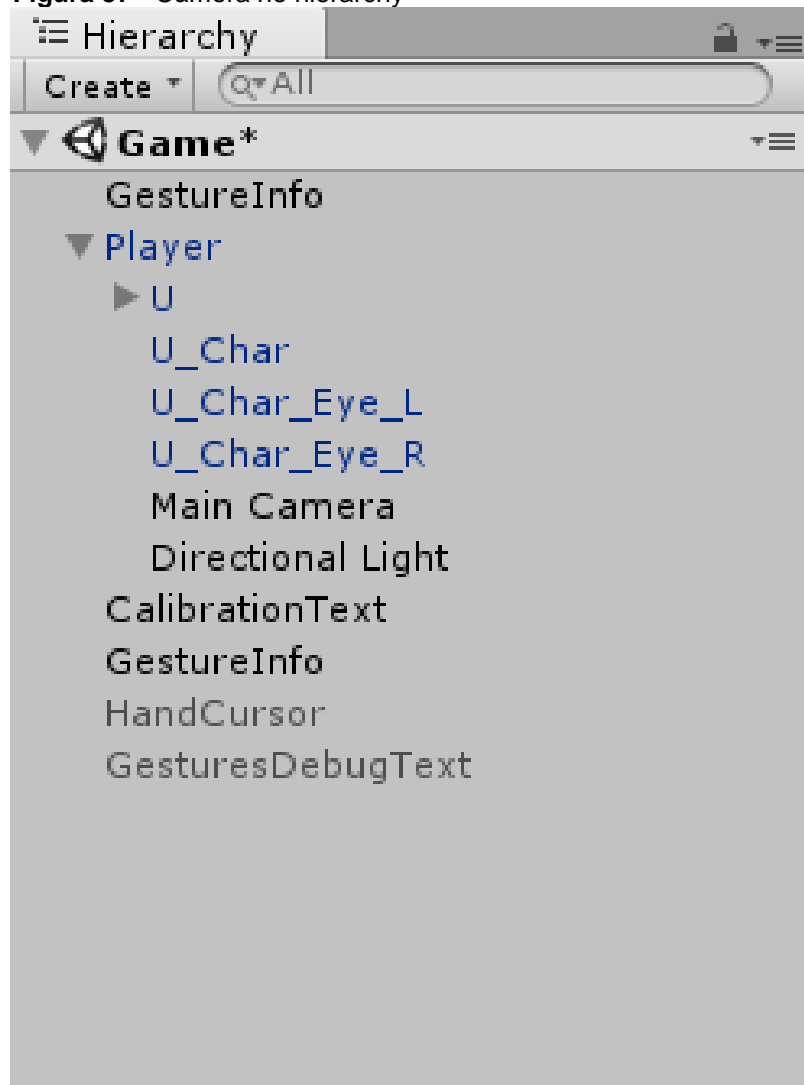
No código mostrado na figura 36, nas linhas 426, 435, 437 e 440, encontra-se as modificações mencionadas, segundo as quais, a posição do eixo z (movimentação do jogador para frente e para trás), captada pelo sensor Kinect, deve ser ignorada e em seu lugar entra a variável “zHackPos”, que a cada frame irá incrementar a posição do eixo z em 0,2, fazendo com que o avatar se movimente para a frente ininterruptamente.

A captação dos movimentos do jogador pelo Kinect é feita também por meio de um rastreamento das junções e articulações do corpo do jogador, que são passadas para variáveis e manipuladas pelo *script* “AvatarController”, que controla a movimentação do avatar.

3.3.1.4 Câmera

Para que a câmera esteja sempre seguindo o avatar, a posição dela está logo atrás e acima do avatar e com uma inclinação suficiente que permita a visualização completa do avatar e das plataformas que estão sendo geradas logo a frente. Ainda com o mesmo propósito, na seção *Hierarchy*, a câmera foi colocada dentro do objeto do avatar, denominado Player, conforme figura 37.

Figura 37 - Câmera no hierarchy

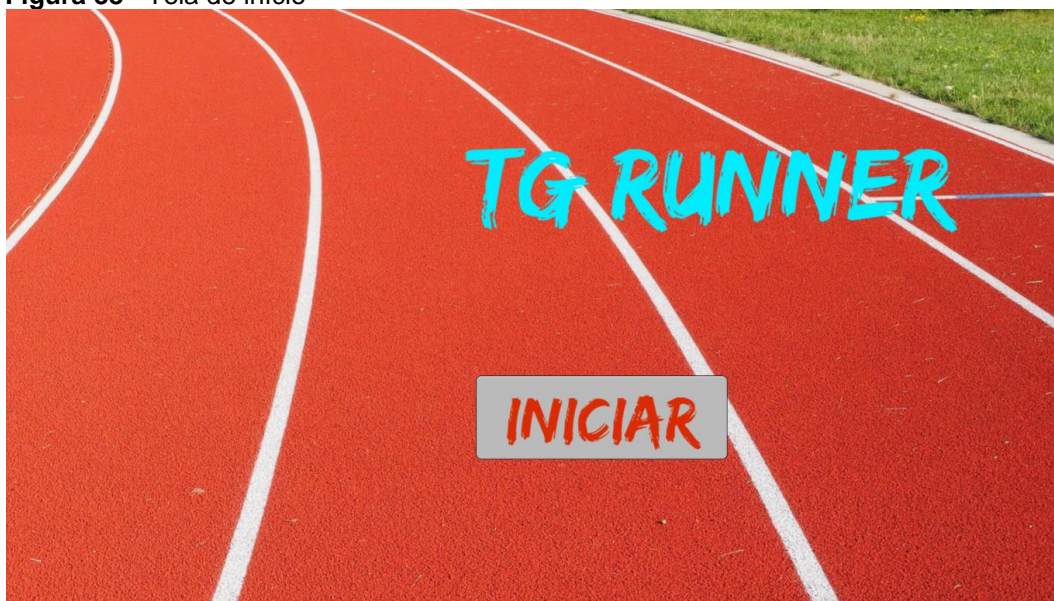


4 RESULTADOS

Ao final, obteve-se como resultado da aplicação de tudo o que foi exposto no capítulo 3, um protótipo constituído pelas três telas previstas, ou seja, tela de início, tela de jogo e tela de game over.

A tela de início, conforme previsto, apresenta o nome do jogo e um botão para iniciar o jogo, como mostrado na figura 38.

Figura 38 - Tela de início



Já a tela de jogo, apresenta o avatar, percorrendo as plataformas geradas, conforme aparece na figura 39.

Figura 39 - Tela de jogo



A tela de game over, por sua vez, apresenta um botão que permite reiniciar o jogo, conforme mostra a figura 40.

Figura 40 - Tela de game over



Assim, depois de concluído o protótipo do jogo, foi gerada uma versão executável e foram realizados alguns testes.

Inicialmente foi feito teste apenas da comunicação entre o jogo e o Kinect, que teve funcionamento satisfatório, uma vez que o avatar movimentou-se continuamente para a frente e para os lados, seguindo os movimentos do jogador em tempo real (ou com atraso imperceptível), bem como foi possível fazer o acionamento dos botões nas telas de início e game over, sem problemas.

Em seguida, foi feito o teste em conjunto com o Trinus VR, quando então alguns pequenos problemas surgiram, pois o Trinus VR também faz o controle do mouse, criando um conflito entre os comandos do sensor Kinect e do Trinus, causando atraso de resposta e às vezes até sendo perdida a captação do jogador pelo Kinect. Tais problemas foram observados nas telas de início e game over, porém o funcionamento é mais uma vez satisfatório durante a execução da tela de jogo.

Com o propósito de tentar demonstrar que os jogos de realidade virtual podem contribuir para a prevenção e tratamento da obesidade, foi feito um teste simples, sem os rigores científicos necessários à comprovação cabal da tese, com a utilização de um aparelho monitor de frequência cardíaca, mostrado na figura 41. Trata-se de um monitor marca Polar, modelo FT7.

Figura 41 - Monitor cardíaco Polar



Inicialmente, um jogador (a autora), utilizando o monitor cardíaco, permaneceu cerca de dez minutos jogando, no console Xbox One, o jogo Battlefield 4, que é comandado de forma convencional, ou seja, apenas pelo acionamento de botões em um controle, permanecendo o jogador sentado em um sofá. Ao final do tempo, o consumo calórico apontado pelo monitor cardíaco foi de 21 calorias, conforme mostra a figura 42, e os batimentos cardíacos tiveram uma média de 79 e máxima de 92, de acordo com o apontado na figura 43.

Figura 42 - Gasto calorias jogo Battlefield 4



Figura 43 - Batimentos cardíacos jogo Battlefield 4



Em seguida, o mesmo jogador, ainda utilizando o monitor cardíaco, permaneceu jogando o protótipo de jogo de realidade virtual ora desenvolvido (TG Runner), também por aproximadamente dez minutos e, ao final, o consumo calórico apontado pelo monitor cardíaco foi de 56 calorias, indicado na figura 44, enquanto os batimentos cardíacos tiveram uma média de 102 e máxima de 111, conforme figura 45.

Figura 44 - Gasto de calorias jogo TG Runner



Figura 45 - Batimentos cardíacos jogo TG Runner



Este teste simplificado é um indicativo de que os jogos de realidade virtual têm potencial de auxiliar na prevenção e tratamento da obesidade e diversas outras doenças a ela associadas, uma vez que ficou evidenciado, ainda que sem a utilização de métodos científicos adequados, que o consumo calórico foi maior quando da utilização dos dispositivos de realidade virtual (Kinect e óculos), ajudando no equilíbrio da relação consumo/gasto calórico e conseqüente controle do sobrepeso e obesidade.

Ainda observou-se que, mesmo sendo apenas um protótipo, o jogo TG Runner proporciona uma sensação de imersão no jogo, já que tem como dispositivos de entrada e saída os equipamentos Kinect e Google Cardboard, o que torna a atividade bastante interativa e prazerosa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estatísticas relacionadas ao mercado de jogos eletrônicos mostram que esta é uma indústria que tem crescido e interessado cada vez mais pessoas em todo o mundo, sendo atualmente a indústria com maior lucratividade, dentro do ramo de entretenimento.

Assim como os números dos jogos eletrônicos são expressivos, as estatísticas indicam também cifras preocupantes em relação à doença obesidade, que pode ser causa de diversas outras doenças letais.

Isto posto, este trabalho apresenta uma possibilidade real de utilização da maior indústria no ramo do entretenimento para fins de prevenção e tratamento da obesidade. E, para tanto, foi desenvolvido um protótipo de jogo eletrônico, do tipo corrida infinita, com a utilização de tecnologias de realidade virtual, que oferecem não apenas entretenimento, mas também uma forma de atividade física com resultado de queima calórica e auxílio no controle do avanço do sobrepeso e obesidade.

Além disso, é preciso destacar a complexidade do processo de desenvolvimento do protótipo de jogo que foi apresentado, passando por etapas de engenharia, levantamento dos requisitos, especificação por meio de diagramas, até o desenvolvimento do protótipo funcional do projeto.

Como está evidenciado no trabalho, a utilização de motores de jogos como o Unity em muito auxiliam na tarefa de criar jogos, pois possuem diversas funcionalidades e pacotes que podem ser agregados, como o *asset* para Kinect utilizado no jogo, o que poupou muito tempo e estudos de como fazer essa comunicação do jogo com o Kinect. Por outro lado, é necessário dedicar algum tempo para aprender a utilizar tal ferramenta, pois seu uso não é tão intuitivo e a curva de aprendizado de todas as funcionalidades disponíveis é muito grande, o que ficou bastante claro quando surgiu o problema de incompatibilidade com o Trinus VR, utilizado para a virtualização das imagens do jogo em um smartphone para ser usado com o Google Cardboard.

Em trabalhos futuros, pode-se desenvolver mais funcionalidades, cenários mais elaborados no protótipo de jogo, bem como corrigir a interferência de comunicação quando utilizado o Trinus VR.

Ainda, visando a um embasamento mais científico da proposta de utilização de jogos eletrônicos de realidade virtual para a prevenção e combate à obesidade,

futuramente poderão ser realizados experimentos utilizando metodologias científicas adequadas que possam comprovar tal conceito. Além é claro de avaliar estatísticas sobre o consumo calórico utilizando o jogo, através de experimentos com uma população que seja suficiente para comprovar a eficiência do jogo com Kinect no tratamento e prevenção da obesidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE DISCOS – **Mercado fonográfico mundial e brasileiro em 2015**, 2016. Disponível em: <<http://www.abpd.org.br/2016/04/18/mercado-fonografico-mundial-e-brasileiro-em-2015/>>. Acesso em 02.out.2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA – ABESO. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br>>. Acesso em 15.set.2016.

BLOW, Jonathan. **Game development: harder than you think**. Queue, ACM, New York, NY, USA, v.1, n.10, p.28-37, fev. 2004. Disponível em: <http://delivery.acm.org/10.1145/980000/971590/blow.pdf?ip=177.35.193.225&id=971590&acc=OPEN&key=4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35%2E6D218144511F3437&CFID=757481344&CFTOKEN=83531376&__acm__=1493679122_14f55b2800415a714912478b107ff810>. Acesso em 01.maio.2017.

BRAGA, Mariluci. **Realidade virtual e educação**. 2001. Revista de biologia e ciências da terra. Disponível em <<http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/realidadevirtual-5155c805d3801.pdf>>. Acesso em 01.maio.2017.

CARBONIERI, Fernando. **Games para a saúde: como jogos podem levar a uma saúde melhor**. 2013. Academia Médica. Disponível em: <<https://academiamedica.com.br/games-para-saude-como-jogos-podem-levar-uma-saude-melhor/>>. Acesso em 02.out.2016.

CARDBOARD. **Google cardboard**. sd. Disponível em <<https://vr.google.com/cardboard/>>. Acesso em 30.nov.2016.

CARDOSO, Gabriel Schade. **Microsoft Kinect: criando aplicações interativas com o Microsoft Kinect**. Casa do Código. São Paulo: 2013.

DE MELLO, Elza D.; LUFT, Vivian C.; MEYER, Flavia. **Obesidade infantil: como podemos ser eficazes**. Jornal da Pediatria, Rio de Janeiro, 2004, ed.80 v.3. p.173-82. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572004000400004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 02.out.2016.

DEVINO, José Carlos; SANTOS, João Fernando Brinkmann dos; D'VILLA, Carolina Machado; HATZIDAKIS, Georgios Stylianos; TRESCA, Edson. **Educação física: seu manual de saúde**. São Paulo: DCL. 2012.

FRANCA, Everaldo de; ALVES, João Guilherme Bezerra. **Dislipidemia entre crianças e adolescentes de Pernambuco**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2006, ed.87 v.6 p.722-727. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/abc/v87n6/07.pdf>>. Acesso em 03.maio.2017.

FURTADO, André W B; SANTOS, André L M. **Using domain-specific modeling towards computer games development industrialization**. 6th Workshop on Domain-Specific Modeling. 2006. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30836059/OOPSLA-DSM-06-Proceedings.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1497712886&Signature=JLltkPil7xnC2WH2Ly7ZcPPbtIE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDomain_Model_Driven_Development_of_Web_A.pdf#page=8>. Acesso em 01.mai.2017.

GOMES, Fernando; TELO, Daniela F.; SOUZA, Heraldo P.; NICOLAU, José Carlos; HALPERN, Alfredo; SERRANO JR, Carlos V. **Obesidade e doença arterial coronariana: papel da inflamação vascular**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2010, v.94. n.2. p.273-279. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2010000200021>. Acesso em 02.out.2016.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC, 2007. Disponível em: <http://www.marcelohsantos.com.br/aulas/downloads/2Semestre_2014/novasmidias/Jogos_PE_Novas_Midias_e_Tecnologias_para_Jogos_Aula4_01.pdf>. Acesso em 11.abr.2017.

MACHADO, Liliane S.; MORAES, Ronei M.; NUNES, Fátima. **Serious games para saúde e treinamento imersivo**. Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada, 2009, p.31-60. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Liliane_Machado/publication/266334970_Capitulo_2_Serious_Games_para_Saude_e_Treinamento_Imersivo/links/54d266d20cf28e069724100f.pdf>. Acesso em 02.out.2016.

MENDONÇA, Cristina Pinheiro; DOS ANJOS, Luiz Antonio. **Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil**. Cadernos saúde pública, 2004, v.20. n3. p.698-709. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000300006>. Acesso em 12.out.2016.

NOVAK, Jeannie. **Desenvolvimento de games**, 2010. São Paulo: Cengage Learning.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Obesity and overweight**, 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>>. Acesso em 25.out.2016.

PINHEIRO, Anelise Rizzolo de Oliveira; FREITAS, Sérgio Fernando Torres de; CORSO, Arlete Catarina Tittoni. **Uma abordagem epidemiológica da obesidade**. Revista de Nutrição, Campinas, 2004, v.17. n.4. p.523-533. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732004000400012&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 16.out.2016.

PRADO, Ely Fernando do. **Um estudo sobre o desenvolvimento de jogos orientado a modelos com codificação manual**. São Carlos: UFSCar, 2015.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Tradução: Ariovaldo Griesi, Mario Moro Fecchio. Porto Alegre: AMGH, 2011. PS3. **Vive el movimiento**. sd. Disponível em <<http://latam.playstation.com/ps3/playstation-move/>>. Acesso em 30.nov.2016.

RIBEIRO, Edineia Aparecida Gomes; GARCIA, Leandro Martin Totaro. **Atividade física e obesidade**. In: Giovâni Firpo Del Duca; Markus Vinícius Nahas (Org.). *Atividade física e doenças crônicas: evidências e recomendações para um estilo de vida ativo*. 1ed. Londrina: Midiograf, 2011, p.81-94. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:UcuVeDbXVqcJ:scholar.google.com/+atividade+f%C3%ADsica+e+obesidade&hl=pt-PT&as_sdt=0,5>. Acesso em 24.out.2016.

RODRIGUES, Herbet F.; MACHADO, Liliane dos S.; VALENÇA, Ana Maria G. **Definição e aplicação de um modelo de processo para o desenvolvimento de serious games na área de saúde**. Proc. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação-Workshop de Informática Médica. João Pessoa, 2010. p.1532-1541. Disponível em: <http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2010_wim2.pdf>. Acesso em 11.fev.2017.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 8. ed. Tradução: Selma Shin Shimizu Melnikoff, Reginaldo Araraki, Edílson de Andrade Barbosa. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

STANTON, Richard. **A brief history of video games: From Atari to Xbox One**, 2015. E-book. ISBN 978-1-47211-881-3, Kindle Edition.

STATISTA The Statistics Portal. **Statistics and facts about the film industry**. Disponível em: <https://www.statista.com/topics/964/film/>>. Acesso em 21.abr.2017.

SUPERDATA Games & Interactive Media Intelligence. **Market Brief: year in review 2016**. 2017. Disponível em: <<https://www.superdataresearch.com/market-data/market-brief-year-in-review/>>. Acesso em 21.abr.2017.

UNITY. **Crie jogos, conecte-se com seu público e triunfe**. sd. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Acesso em 10.mar.2017.

VILAR, Bruno. **Review Move**. 2010. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/review/ps-move.html>>. Acesso em 10.mar.2017.

VR BOX. **Experience the 3D World**. sd. Disponível em <<http://vrbox.in/>>. Acesso em 03.maio.2017.