



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CAMPUS QUIXADÁ

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

JOÃO LENON FARIAS SANTOS

**ATAQUE DAS MOSCÁS: UM JOGO VOLTADO PARA A PRÁTICA DE
ATIVIDADES FÍSICAS UTILIZANDO PROJETORES**

QUIXADÁ

2018

JOÃO LENON FARIAS SANTOS

ATAQUE DAS MOSCAS: UM JOGO VOLTADO PARA A PRÁTICA DE ATIVIDADES
FÍSICAS UTILIZANDO PROJETORES

Monografia apresentada no curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Software. Área de concentração: Computação.

Orientadora: Prof.^a Dra. Paulyne Matthews Jucá.

QUIXADÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S235a Santos, João Lenon Farias.
Ataque das moscas: um jogo voltado para a prática de atividades físicas utilizando projetores / João Lenon Farias Santos. – 2018.
46 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Engenharia de Software, Quixadá, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá.
1. Realidade Aumentada. 2. Jogos. 3. Atividade motora. I. Título.

CDD 005.1

JOÃO LENON FARIAS SANTOS

ATAQUE DAS MOSCAS: UM JOGO VOLTADO PARA A PRÁTICA DE ATIVIDADES
FÍSICAS UTILIZANDO PROJETORES

Monografia apresentada no curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Software. Área de concentração: Computação.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Paulyne Matthews Jucá (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Arthur de Castro Callado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rubens Fernandes Nunes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico esse trabalho a minha família, que sempre contribuiu muito com a minha bagagem de conhecimentos. Eles foram responsáveis pela maior herança da minha vida: meus estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A meus pais, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis.

A minha orientadora Paulyne Matthews Jucá, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo.” (Winston Churchill)

RESUMO

Este é um trabalho tecnológico que apresenta o desenvolvimento de um jogo para a prática de atividade física com Realidade Aumentada utilizando projetor e câmera. O jogo foi implementado na *engine Unity 3D* com a biblioteca Vuforia para a Realidade Aumentada. Foram realizados vários testes e implementações para identificar o movimento do jogador no ambiente real e a interação com o ambiente virtual. Como resultado, foi desenvolvido um jogo com realidade aumentada que pode ser jogado por uma pessoa com interface tangível, que identifica a oclusão dos objetos presentes nela causada pelos movimentos realizados pelo jogador. O jogo foi testado com usuários que após jogarem responderam a um questionário para a validação do jogo.

Palavras-chave: Atividade física. Realidade aumentada. Unity 3D. Vuforia. Interface tangível.

ABSTRACT

This work presents the development of a game for the practice of physical activity with Augmented Reality using projector and camera. The game was implemented in the Unity 3D engine and the Vuforia library for Augmented Reality. Several tests and implementations were carried out to identify the player's movement in the real environment and the interaction with the virtual environment. As a result, a game has been developed with augmented reality. Can be played by a person with a tangible interface, which identifies the occlusion of the objects present in it caused by the movements performed by the player. The game was tested with users who after playing answered a questionnaire for validation of the game.

Keywords: Physical activity. Augmented Reality. Unity 3D. Vuforia. Tangible interface.

Lista de Figuras

Figura 1 - AR com marcador	15
Figura 2 - AR sem marcador	16
Figura 3 - Realidade aumentada com celular	17
Figura 4 - Realidade aumentada com capacete	17
Figura 5 - Realidade aumentada com projetor.....	18
Figura 6 - Mapa Pokémon GO	20
Figura 7 - Captura de Pokémon.....	20
Figura 8 - Pessoas jogando JUST DANCE	21
Figura 9 - Representação do ARHockey	23
Figura 10 - Representação do jogo de sinuca	24
Figura 11 - Representação AR-Bowling	25
Figura 12 - Ilustração do Jogo	26
Figura 13 - Diagrama de atividade	31
Figura 14 - Diagrama de sequência	31
Figura 15 – Inimigo vivo / inimigo morto.....	32
Figura 16 - Menu principal.....	33
Figura 17 - Partida em andamento.....	33

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre aplicações	25
Tabela 2 – Resultado das perguntas afirmativas do questionário.....	34
Tabela 3 - Sugestões de melhorias citadas nas respostas	37
Tabela 4 - Pontos fortes do jogo citados nas respostas.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Realidade Aumentada	15
2.2	Jogos Sérios	18
2.3	Jogos Para Prática De Atividade Física Com Realidade Aumentada	19
3	TRABALHOS RELACIONADOS	22
3.1	ARHockey	22
3.2	Jogo de sinuca com realidade aumentada	23
3.3	AR-Bowling	24
4	OBJETIVOS	26
4.1	Objetivo geral	26
4.2	Objetivos específicos	26
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
5.1	Pesquisa bibliográfica exploratória sobre realidade aumentada	27
5.2	Pesquisa bibliográfica exploratória sobre jogos sérios	27
5.3	Definir o escopo do jogo	28
5.4	Desenvolver o jogo	28
5.5	Testar e avaliar o jogo com usuários	28
6	DESENVOLVIMENTO	30
6.1	Requisitos	30
6.2	Projeto e Análise	30
6.3	Implementação	32
7	RESULTADOS	34
8	CONCLUSÕES	38
8.1	Lições Aprendidas	39
9	TRABALHOS FUTUROS	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – DOCUMENTO DE GAME DESIGN	43
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	45

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia ao longo das últimas décadas veio para promover um maior conforto para o ser humano. Porém, muitas dessas comodidades passaram a interferir diretamente no estilo de vida, exigindo menos a utilização do corpo e conseqüentemente aumentando o sedentarismo da população (GUALANO, 2011). A maioria da população simplesmente não possui o hábito de praticar alguma atividade física. Segundo Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 62,1% dos brasileiros com 15 anos ou mais tiveram uma vida sedentária em 2015 (IBGE, 2015).

Para o SENAC de Santa Catarina¹ uma vida sedentária “é caracterizada pela ausência de atividades físicas podendo provocar um processo de regressão funcional, além de ser a principal causa do aumento da ocorrência de várias doenças, como a hipertensão arterial, diabetes, obesidade, aumento do colesterol e infarto do miocárdio”.

O gosto pelos jogos digitais deixou de ser uma simples preferência infantil e se tornou assunto sério, responsável por uma indústria altamente lucrativa, que colocou o país na 11ª posição no ranking mundial de maior mercado de jogos. Segundo a Associação Brasileira de Desenvolvedores de Jogos, 61 milhões de brasileiros se divertem com jogos online e eletrônicos (E-COMMERCE BRASIL, 2016).

Este trabalho tem o foco nos jogos de realidade aumentada. A realidade aumentada é definida pela Agência de Realidade Aumentada² como “uma tecnologia utilizada para unir o mundo real com o virtual”. O jogo Pokemon Go é um exemplo de jogo de realidade aumentada muito popular e já teve 30 milhões de jogadores. Além de misturar realidade com ficção e mexer com a nostalgia daqueles que eram crianças nos anos 1990, o jogo tem outro diferencial, graças a ele muitas pessoas fizeram exercícios físicos. Este é um exemplo dos casos de sucesso dos jogos que utilizam a realidade aumentada para interagir com o jogador (ALBUQUERQUE e NUNES, 2016).

Para criar jogos de realidade aumentada existem algumas abordagens. Uma delas é a abordagem que utiliza óculos ou capacetes com lentes que permitem que o jogador veja elementos do mundo virtual em conjunto com o ambiente real. Outra abordagem utilizada para desenvolver jogos de realidade aumentada envolve o uso de um projetor, onde a aplicação é projetada em alguma superfície e uma câmera captura as interações com os

¹ www.sc.senac.br

² www.agenciadda.com.br

usuários. E outra abordagem bastante utilizada devido à acessibilidade é a com smartphone, onde as aplicações utilizam a câmera do próprio smartphone para capturar o ambiente real e unir ao mundo virtual. Para a interação com os usuários é necessário que exista um objeto real com alguma referência, que deve ser conhecida previamente pela aplicação. Essa referência pode ser feita com ou sem marcadores, que são símbolos que facilitam a detecção. Este trabalho tem seu foco na realidade aumentada com auxílio de um projetor, onde são projetados marcadores, que são detectados por uma câmera, e que a interação com o jogador é feita a partir da oclusão desses marcadores.

Com isso, o objetivo deste trabalho tecnológico produzido na Universidade Federal do Ceará é o desenvolvimento de um jogo que incentive a interação dos usuários utilizando realidade aumentada, tornando a prática de atividades físicas bem interativa. O jogo tem seu foco na interação com o jogador, incentivando sua movimentação e prática de atividade física.

A Seção 2 contém a fundamentação teórica, onde os conceitos relevantes para este trabalho são apresentados. A Seção 3 apresenta três trabalhos relacionados, os quais apresentam aspectos relacionados ao trabalho proposto. A Seção 4 apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho. A Seção 5 mostra a descrição do procedimento metodológico que foi realizado no trabalho, contendo todos os passos necessários para atingir os objetivos propostos no trabalho. A Seção 6 apresenta o desenvolvimento do trabalho, com a apresentação do diagrama de casos de uso, do diagrama de classes, do diagrama de atividades e do diagrama de sequência. A Seção 7 apresenta o resultado do teste do jogo feito com usuários. A Seção 8 apresenta as conclusões deste trabalho. Por fim, a Seção 9 apresenta os trabalhos futuros que podem ser realizados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

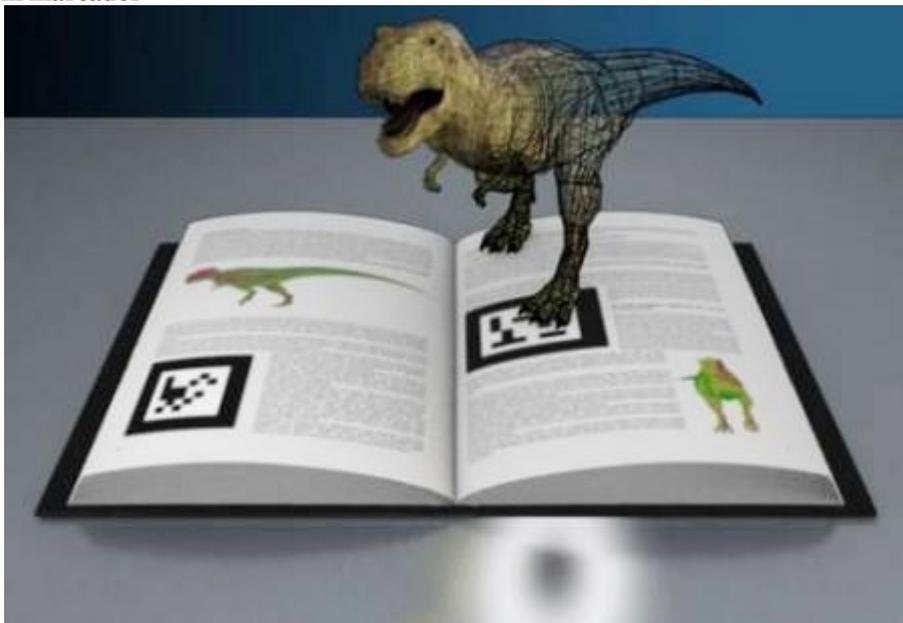
Nesta seção, são apresentados quatro conceitos relacionados ao trabalho proposto. O primeiro é o conceito de realidade aumentada e como ela será utilizada no trabalho. O segundo é o conceito de realidade aumentada com uso de projetores, que é como a realidade aumentada é utilizada neste trabalho. O terceiro é o conceito de jogo sério, o qual esse trabalho se propõe a desenvolver. E por fim, o quarto conceito é o de jogos para a prática de atividades físicas, que é o objetivo a ser desenvolvido por este trabalho.

2.1 Realidade Aumentada

A tecnologia de realidade aumentada tem revolucionado não apenas o mercado de jogos, mas todo o mercado de aplicações, pois estão sendo criados novos parâmetros para a forma de interação das aplicações com o ser humano, como a interação pela captura de movimento com câmeras. A realidade aumentada é uma tecnologia que permite que o mundo virtual seja misturado ao real, possibilitando maior interação e abrindo uma nova dimensão na maneira como nós executamos tarefas.

O que ocorre nessa tecnologia é a sobreposição dos objetos virtuais ao ambiente real, oferecendo ao usuário uma interação multissensorial. As aplicações com realidade aumentada devem ser implementadas de forma que o mundo virtual fique ajustado ao ambiente real, mesmo com o movimento do usuário. Isso deve ser seguido para passar ao usuário a sensação de que o mundo virtual faz parte de seu mundo real (FAUST, ROEPKE, *et al.*, 2011).

Figura 1 - AR com marcador



Fonte: Derek E. Baird (2017)

Para que aconteça a interação do mundo virtual com o real é necessário que exista um objeto real com algum tipo de referência, que deve ser conhecida previamente pela aplicação. Essa referência pode ser feita com ou sem marcador, que nada mais é do que um símbolo que facilita a detecção. Um marcador pode ser um *QR Code* (Figura 1 - AR com marcador), uma imagem, ou até uma textura (SCHMITT, 2017).

Figura 2 - AR sem marcador



Fonte: Vinícius Vieira (2012)

Já no contexto sem marcadores a aplicação reconhece informações de contrastes e padrões sem quaisquer códigos, gravações ou marcas especiais (Figura 2 - AR sem marcador). Neste trabalho, foi escolhida a implementação com marcadores, por ser algo mais simples para desenvolver e com um maior apoio de *frameworks*.

Com o crescimento de aplicações que utilizam realidade aumentada surgiram vários *frameworks* e bibliotecas que auxiliam na implementação. Algumas já são bem populares como o ARToolKit, que é uma biblioteca escrita em linguagem C baseada em *software* livre. Outro exemplo de biblioteca popular é a ARCore, que foi lançada pelo Google como um kit de realidade aumentada para desenvolvedores Android. E outra bastante utilizada por estar dentro do universo da *engine Unity 3D* é a Vuforia, que é um kit de desenvolvimento de *software* criado pela empresa americana Qualcomm. A Vuforia foi a escolhida para auxiliar na implementação deste trabalho, pois tem compatibilidade com a *engine Unity 3D*.

É possível implementar realidade aumentada com auxílio de equipamentos externos como um celular com câmera e um projetor com uma câmera acoplada.

A realidade aumentada com celulares utiliza a própria câmera do celular para capturar o mundo real, unir com o virtual e o próprio celular para transmitir a transformação. Nela, os

objetos virtuais são visualizados apenas na tela do celular (Figura 3 - Realidade aumentada com celular).

Figura 3 - Realidade aumentada com celular



Fonte: Wedologos (2018)

Já a realidade aumentada com capacete requer um capacete especial que é utilizado pelo usuário. Ele possui lentes que exibem objetos virtuais no mundo real. Aqui a visualização dos objetos virtuais fica restrita ao usuário que está utilizando o capacete (Figura 4 - Realidade aumentada com capacete).

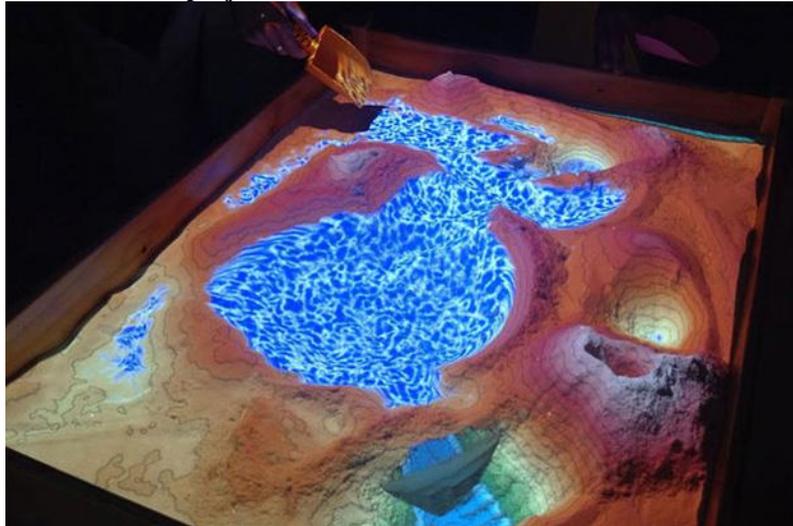
Figura 4 - Realidade aumentada com capacete



Fonte: Michael Nuñez (2017)

A realidade aumentada com projetores permite a participação de um número maior de usuários, pois dispensa o uso de equipamentos individuais de visualização e apresenta, aos desenvolvedores, possibilidades interessantes de alterações dinâmicas dos elementos virtuais que não são possíveis em um ambiente real (Figura 5).

Figura 5 - Realidade aumentada com projetor



Fonte: Thiago Rocha (2017)

Neste trabalho, foi desenvolvida uma aplicação com realidade aumentada utilizando projetor com uma câmera acoplada ao mesmo. A aplicação utiliza marcadores que são renderizados pelo projetor e capturados pela câmera. A oclusão desses marcadores cria a interação com os movimentos do jogador.

2.2 Jogos Sérios

Para entender a expressão Jogos Sérios é necessário entender o que é um jogo e qual a diferença entre um jogo e um jogo sério. De forma simplificada, para Araujo (2012) a diferença entre jogos sérios e o restante dos jogos é o foco em um resultado de aprendizado específico e intencional para alcançar mudanças definidas e mensuráveis. De acordo com Buchinger (2013), os jogos sérios possuem o objetivo principal e inicial de servir a um propósito sério, em especial a educação, e conforme Nagarajan (2012), eles já estão sendo amplamente utilizados nas áreas de saúde, educação, exploração científica e engenharia.

Para entender melhor a diferença existente entre jogo e jogo sério é necessário compreender que um jogo pode ser complexo e trazer consigo formas de aprendizagem e conhecimentos, mas que seu principal objetivo é o divertimento do jogador. Já os jogos sérios têm como principal objetivo o aprendizado dos jogadores, de maneira que seja possível passar a informação que o jogo traz consigo, seja ela sobre educação, saúde ou outro determinado assunto.

Hoje existem vários exemplos de jogos sérios que são bastante utilizados. Um deles é o Duolingo, que é um site que traz jogos para o ensino de idiomas. Nele, é possível aprender novos idiomas de forma divertida, o que faz com que se estude o novo idioma sem a

percepção de que se está realmente estudando. Outro exemplo é o Labirinto da Tabuada que é um jogo que traz um contexto de futebol para ensinar matemática básica. Nele, para fazer gols é necessário saber a tabuada e conseguir responder corretamente às perguntas de matemática. Outro exemplo de sucesso é o *Crazy Dentist* que é um jogo que possui como principal objetivo ensinar saúde bucal para crianças.

Neste trabalho, será desenvolvido um jogo sério com o foco na execução e na aprendizagem de exercícios físicos, com o objetivo de melhorar a saúde dos jogadores.

2.3 Jogos Para Prática De Atividade Física Com Realidade Aumentada

A atividade física pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que requer gasto de energia acima dos níveis de repouso. Sua prática é fundamental em qualquer idade e tem sido considerado um meio de preservar e melhorar a saúde e a qualidade de vida do ser humano (FREIRE, LÉLIS, *et al.*, 2014).

Segundo Freire (2014) e Lélis (2014), “o crescimento da inatividade física está relacionado com as mudanças no estilo de vida das pessoas, associadas às facilidades advindas da revolução tecnológica, como a utilização de automóveis, escadas rolantes e elevadores, e ao lazer hipocinético, como assistir televisão, usar computadores e videogames”. Fatores como nível socioeconômico, sexo, escolaridade, idade e aspectos étnicos também vêm sendo relatados na literatura como determinantes da prática de atividades físicas em seus diferentes domínios.

Com o avanço da tecnologia de realidade aumentada surgiu a possibilidade de conciliar a diversão trazida pelos jogos com atividades físicas, devido às possibilidades de interação do jogador com o mundo virtual. Dentro desse contexto, existem inúmeras possibilidades de jogos que podem fazer com que o jogador pratique alguma atividade física durante sua interação com o jogo, fazendo com que até mesmo pessoas sedentárias possam se exercitar de alguma forma que melhore sua saúde e sua qualidade de vida.

Existem vários exemplos de jogos que utilizaram realidade aumentada para fazer com que os jogadores pratiquem atividades físicas. Por exemplo, um dos mais recentes sucessos mundiais, o jogo Pokémon GO (Figura 6) já cativou milhares de pessoas e graças a ele muitas pessoas passaram a fazer exercícios físicos (ALBUQUERQUE e NUNES, 2016).

Figura 6 - Mapa Pokémon GO

Fonte: Ramon De Souza (2017)

O jogo Pokémon GO funciona em celulares. Nele, o jogador deve sair em busca de pokémons, que são criaturas do jogo. Nessa caçada pelos pokémons (Figura 7), o jogador acaba caminhando bastante, mesmo sem perceber. Assim, o jogo incentiva a prática de atividade física que gera enormes benefícios para a saúde (RIBEIRO, SANTOS e RIBEIRO, 2012).

Figura 7 - Captura de Pokémon

Fonte: Ramon De Souza (2017)

Outro jogo que caiu nas graças do público foi o famoso Just Dance³ (Figura 8). O Just Dance cativou milhares de pessoas ao fazer de forma bastante interativa pessoas se exercitarem dançando inúmeras músicas. O jogo permite que o jogador escolha um avatar e a

³ <https://www.ubisoft.com/pt-br/game/just-dance-2018/>

música para dançar. Conforme as coreografias são mostradas na tela, os dançarinos devem imitar os movimentos, e são acumulados pontos com o acerto de cada passo.

Figura 8 - Pessoas jogando JUST DANCE



Fonte: Isabela Mercuri (2015)

Neste trabalho, será desenvolvido um jogo para praticar atividade física. Nele, o jogador irá realizar movimentos com o corpo, realizando exercícios físicos enquanto joga o mesmo para alcançar pontuações.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são apresentados três trabalhos com objetivos semelhantes aos do trabalho proposto. O primeiro é a implementação do jogo ARHockey (VIEIRA, THEODORO, *et al.*, 2006). O segundo é um jogo de sinuca virtual com realidade aumentada (SCHMITT, 2017). E por último um jogo de boliche, o AR-Bowling (MATYSCZOK, RADKOWSKI e BERSSENBRUEGGE, 2004).

3.1 ARHockey

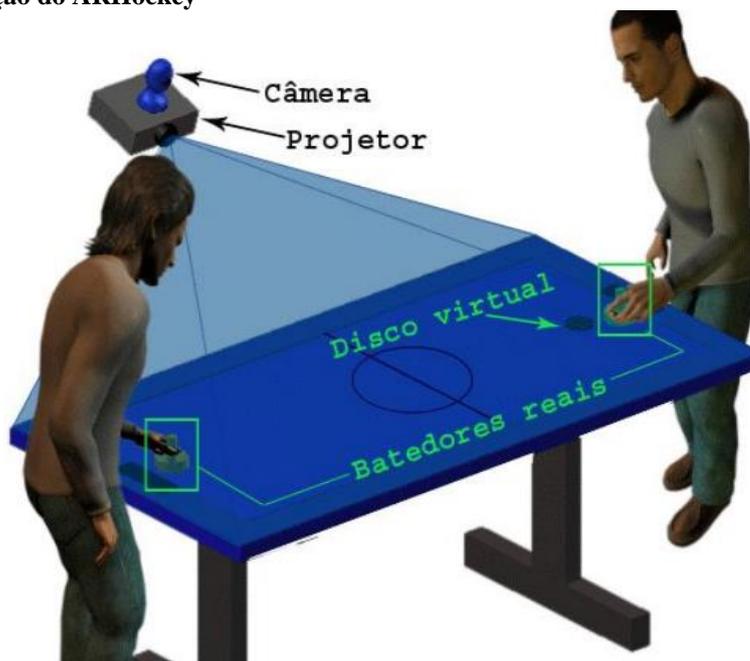
O trabalho ARHockey é a implementação do jogo *Airhockey*, que foi muito comum nos fliperamas, utilizando a tecnologia de realidade aumentada. Desenvolvido pelo Centro Universitário Senac de São Paulo, o jogo é constituído por duas caçapas, um disco e dois batedores, um para cada jogador. O objetivo é acertar o disco na caçapa do adversário (VIEIRA, THEODORO, *et al.*, 2006).

O ARHockey foi implementado de forma que o disco do jogo e as caçapas fossem virtuais e projetadas em uma mesa física por um projetor. Os batedores são reais e com algumas modificações funcionam como marcadores para a interação no jogo. Com a utilização de uma webcam são identificados os batedores e os movimentos e desta forma a ação é levada ao jogo virtual.

Sua implementação foi dividida em três subsistemas. A primeira parte é a apresentação, que cuida da ilustração do jogo. Ela foi implementada utilizando a *engine 3D Ogre*. A segunda é o subsistema de rastreamento que tem como objetivo identificar os batedores com a utilização de uma câmera. Nos batedores foram instalados LED infravermelhos para facilitar o processo de identificação. Eles funcionam como marcadores. E a terceira é o sistema de física do jogo, onde é controlada a mecânica apresentada no jogo.

O ARHockey implementa um jogo com realidade aumentada como o trabalho proposto, e também utiliza marcadores para interação com o jogo. A maior diferença entre os dois trabalhos é o objetivo do jogo, pois o objetivo do jogo do trabalho aqui proposto é a prática de atividade física, enquanto o da ARHockey foi a utilização de realidade aumentada para testes de tecnologia da época.

Figura 9 - Representação do ARHockey



Fonte: Vieira e Theodoro (2006)

3.2 Jogo de sinuca com realidade aumentada

O jogo de sinuca com realidade aumentada é a implementação de um jogo de sinuca, bastante popular no mundo inteiro. O jogo é implementado seguindo as regras de Mata-8, que é uma modalidade popular da sinuca regulamentada pela Confederação Brasileira de Bilhar e Sinuca (CBBS) e que tem como objetivo converter a bola de número oito. Em sua regulamentação, algumas regras foram definidas com o objetivo de padronizar o jogo (SCHMITT, 2017).

O jogo funciona da seguinte maneira. Existem dois tacos físicos que sofreram algumas adaptações para funcionarem como marcadores para a interação no jogo. A mesa, as caçapas e as bolas são virtuais e projetadas sobre uma mesa por um projetor, enquanto uma câmera captura os movimentos dos tacos e realiza as interações no jogo. Durante seu desenvolvimento foi utilizado o kit de desenvolvimento de *software* Vuforia para realizar a captura dos movimentos dos marcadores e a *engine Unity 3D* para a implementação da parte virtual do jogo junto com a simulação de física.

Este trabalho possui diversas semelhanças com o trabalho proposto, como as tecnologias utilizadas, a *engine Unity 3D*, e a biblioteca Vuforia. A diferença entre este trabalho e o trabalho proposto são os devidos fins do jogo, pois o trabalho proposto tem como objetivo a implementação de um jogo para prática de atividade física, enquanto este trabalho tenta simular um jogo de sinuca para entretenimento.

Figura 10 - Representação do jogo de sinuca



Fonte: Schmitt (2017)

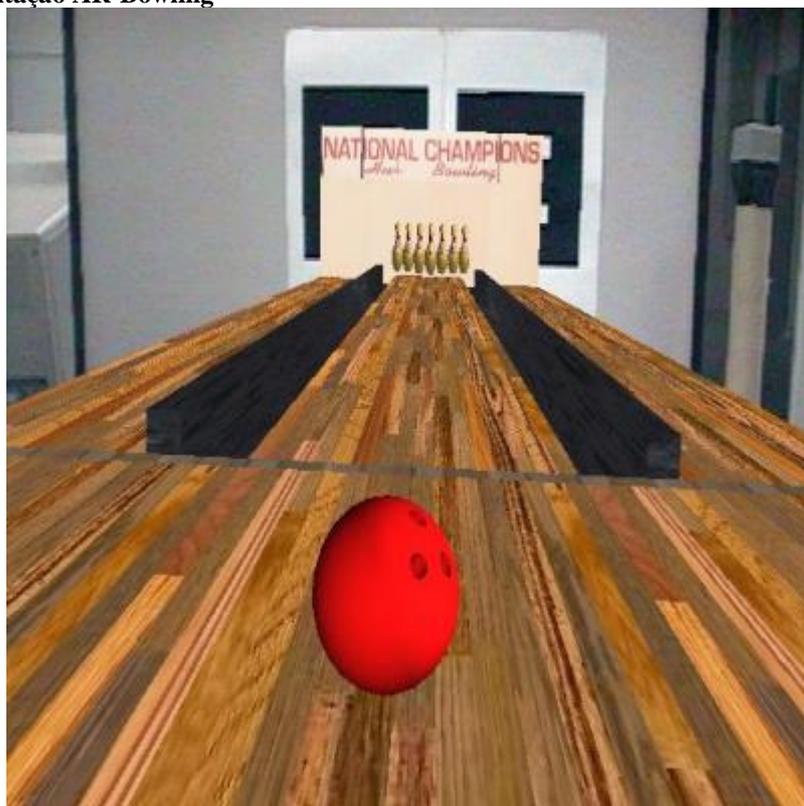
3.3 AR-Bowling

O AR-Bowling trata-se de um jogo de boliche com realidade aumentada. Os desenvolvedores utilizaram a biblioteca ARToolkit para identificação dos marcadores. Para o rastreamento da posição dos dedos para lançamento da bola foi usado o Fastrack da empresa Polhemus. Para simulação física foi utilizada a *engine Vortex* da CMLabs. Para a parte gráfica do jogo foi utilizado o *Alchemy* da Intrinsic (MATYSCZOK, RADKOWSKI e BERSSENBRUEGGE, 2004).

O jogo funciona da seguinte maneira. O jogador deve usar um dispositivo de vídeo na cabeça, que se chama *Head-Mounted Display (HMD)* e uma *Data Glove*, conhecida como luva virtual, para identificação da posição dos dedos. Deve posicionar dois marcadores no ambiente, um no chão e outro na parede. Toda a interação do jogo é realizada fazendo os movimentos do jogo de boliche. O jogo possui as regras do boliche implementadas, bem como também o placar, informando a quantidade de pontos conquistados.

Este jogo possui a mesma área de pesquisa que o trabalho proposto. A principal diferença é que nesse trabalho o jogador possui equipamentos especiais acoplados ao corpo para realizar as interações com o jogo, enquanto no trabalho proposto o jogador é livre de qualquer equipamento especial, dando maior sensação de que está no mundo real.

Figura 11 - Representação AR-Bowling



Fonte: Matyszczok, Radkowski e Berssenburegge (2004)

Tabela 1 - Comparativo entre aplicações

	Engine	Marcador	Objetos acoplados ao jogador	Rastreamento
ARHockey	Ogre	LED infravermelhos nos batedores	Não possui	Câmera rastreia LEDs infravermelhos
Sinuca com AR	Unity 3D	Tacos com QR Code	Não possui	Câmera rastreia taco especial com QR Code
AR-Bowling	Alchemy	Data Glove	Capacete e Data Glove	Luva especial que possui rastreamento próprio
Trabalho Proposto	Unity 3D	Inimigos no jogo	Não possui	Câmera rastreia marcadores projetados

Fonte: Próprio autor

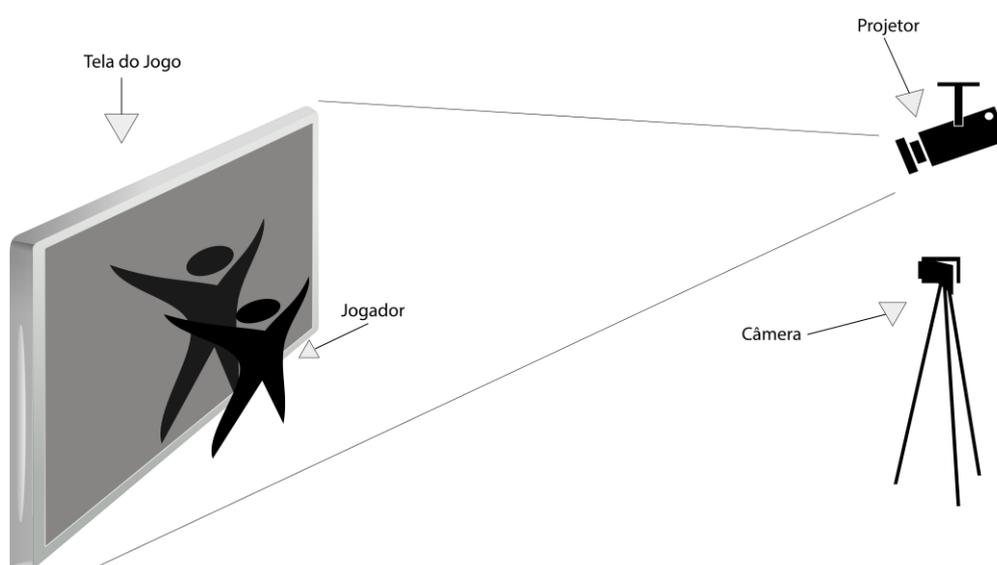
4 OBJETIVOS

Nesta seção, são apresentados os objetivos deste trabalho, tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos.

4.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é incentivar a prática de exercícios físicos de forma divertida através do desenvolvimento de um jogo de realidade aumentada com um projetor e uma câmera (Figura 12).

Figura 12 - Ilustração do Jogo



Fonte: Próprio autor

4.2 Objetivos específicos

- Desenvolvimento de um jogo fácil de ser jogado, que seja amigável ao jogador e que incentive a prática de atividades físicas.
- Validar o jogo com usuários como uma opção de jogo para distração e prática de atividades físicas.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento da aplicação se deu com as seguintes etapas:

- a) Pesquisa bibliográfica exploratória sobre realidade aumentada;
- b) Pesquisa bibliográfica exploratória sobre jogo sério;
- c) Definir o escopo do jogo;
- d) Desenvolver o jogo;
- e) Testar e avaliar o jogo com usuários;

Detalhes sobre cada uma dessas etapas são apresentados ao longo deste capítulo.

5.1 Pesquisa bibliográfica exploratória sobre realidade aumentada

Nesta etapa, foi feita uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre realidade aumentada. Foi utilizada a técnica de análise de documentos, onde foram analisados sites, *softwares*, revistas, jornais, livros, relatórios e artigos. A pesquisa foi voltada a entender como a tecnologia de realidade aumentada está sendo implementada e quais possibilidades temos hoje para a implementação da mesma com projetores.

Durante a pesquisa foram selecionados trabalhos relacionados que serviram para fundamentação teórica e auxiliaram durante a definição do escopo deste trabalho. O objetivo da pesquisa foi analisar trabalhos que implementem realidade aumentada, *frameworks* mais utilizados atualmente, e conseguir montar um embasamento científico para este trabalho.

5.2 Pesquisa bibliográfica exploratória sobre jogos sérios

Nesta etapa, foi feita uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre jogos sérios. Foi utilizada a técnica de análise de documentos, onde foram analisados sites, *softwares*, revistas, jornais, livros, relatórios e artigos. Foram selecionados trabalhos sobre jogos sérios; para analisar os padrões adotados por esses trabalhos e como estão sendo avaliados pelos seus usuários.

O objetivo dessa pesquisa foi analisar trabalhos voltados para a área de atividades físicas, e assim conseguir definir melhor o escopo deste projeto, a fim de que este trabalho tenha relevância dentro da área de jogos sérios voltados para a prática de atividades físicas.

5.3 Definir o escopo do jogo

Nesta etapa, foi definido e documentado o escopo do jogo, tendo em vista estipular um cronograma para o desenvolvimento do jogo, além de definir como o jogo irá abordar o problema que trate de envolver os jogadores em atividades físicas e definir seus limites.

Foi elaborado um documento de *game design* do jogo, onde o jogo e seu escopo são definidos. Este documento consta anexo a este trabalho (APÊNDICE A).

O principal objetivo desta etapa é fechar o escopo do jogo, de tal forma que fique clara a ideia passada pelo jogo e consiga definir um cronograma.

5.4 Desenvolver o jogo

Nesta etapa, foi feito o desenvolvimento do jogo. Foi escolhido o modelo Scrum⁴ a ser adotado durante o desenvolvimento por possuir uma maior flexibilidade com relação a possíveis mudanças e também foi usada a ferramenta GitHub⁵ que auxiliou a utilização do Scrum e do gerenciamento de versões. Foram adotadas também algumas boas práticas de engenharia de *software* como testes e a criação de digramas para compor a documentação do projeto.

O principal objetivo desta etapa foi o desenvolvimento do jogo seguindo boas práticas da engenharia de *software*, como definição inicial de escopo e a realização de estudos de viabilidade em marcos específicos para garantir que o projeto fosse realizado de forma viável, para que fosse implementado um jogo com determinada qualidade.

5.5 Testar e avaliar o jogo com usuários

Nesta etapa, foram aplicados métodos de avaliação e testes aos usuários. Baseando-se no método GameFlow para avaliação de jogos sérios definido por Neves (2013), foi desenvolvido um questionário com perguntas objetivas e abertas para ser aplicado aos jogadores, a fim de avaliarem o jogo (APÊNDICE B). Os critérios utilizados no método de Neves (2013) foram concentração, desafio, controle, objetivos claros, habilidades do jogador, *feedback*, imersão e interação social. O jogo foi testado em ambiente real por diversos usuários para que dessem um *feedback* em relação ao jogo. Todos os dados desse *feedback* foram coletados segundo a técnica utilizada e analisados.

⁴ <https://www.desenvolvimentoagil.com.br/scrum/>

⁵ <https://github.com/>

Os principais objetivos dessa etapa foram coletar o *feedback* dos usuários, apresentar o resultado da análise e realizar conclusões em cima dos dados da análise.

6 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção, são apresentados os detalhes importantes do desenvolvimento do jogo. Tais como: requisitos, o projeto, a análise, e detalhes da implementação das interfaces e *sprites*.

6.1 Requisitos

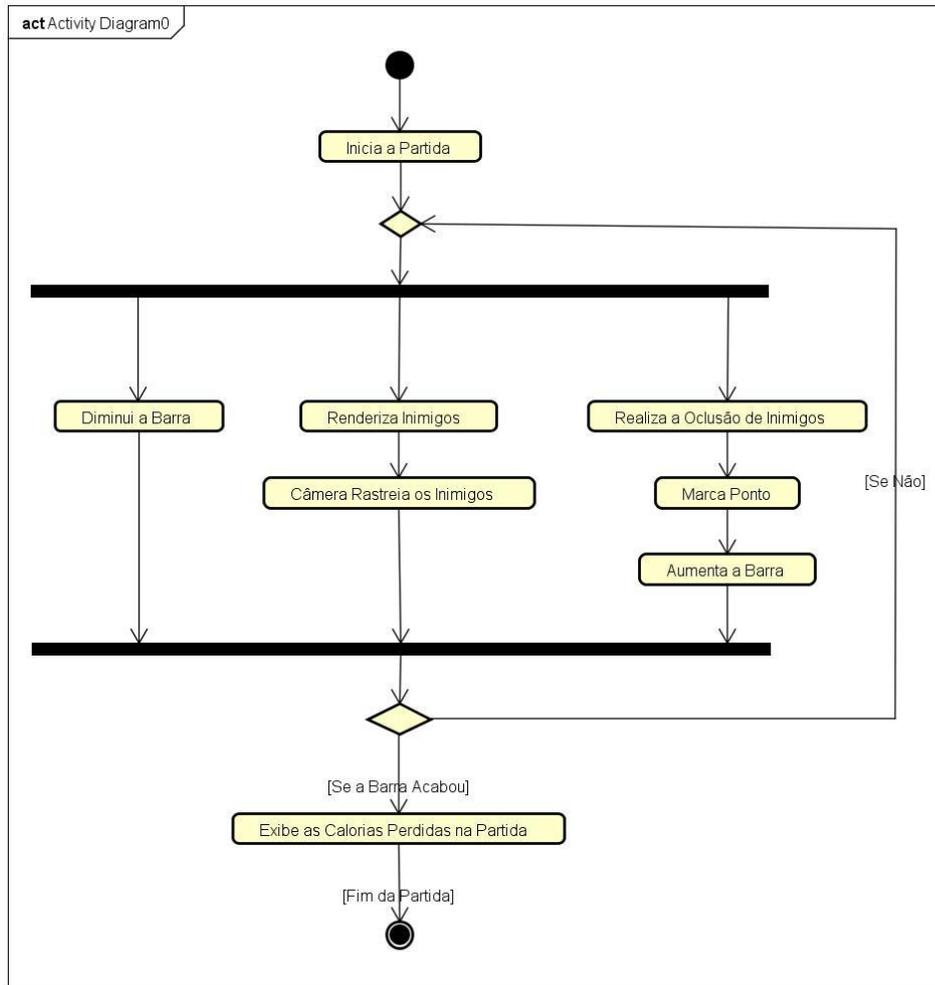
Após fechamento do escopo do jogo com o documento de *game design*, foram definidas as principais funcionalidades do jogo. As principais funcionalidades definidas foram: a de iniciar partida, que é a interação do jogador com o menu principal; a funcionalidade de matar inimigo, que é a morte do inimigo quando o jogador realiza sua oclusão com o corpo durante a partida; a funcionalidade de marcar ponto, que é o que acontece após a morte de algum inimigo; e, por fim, a funcionalidade de visualizar calorias perdidas, que consiste na visualização de calorias perdidas aproximadamente no final da partida. Esse número vem de um cálculo que utiliza os índices de gasto energético definidos em pesquisa por Camila Melo (2008), chegando à conclusão de que em média podemos perder 5 calorias por minuto em atividade física de leve a moderada. Esse número foi utilizado para calcular as calorias perdidas aproximadamente durante a partida.

6.2 Projeto e Análise

Após os requisitos definidos, foi feito o projeto conceitual do jogo para a análise. Nesse projeto conceitual foi criado um digrama de atividades para exemplificar as atividades que ocorrem durante a partida. E também foi criado um diagrama de sequência para uma melhor compreensão dos componentes do jogo e de como acontece a interação com o jogador.

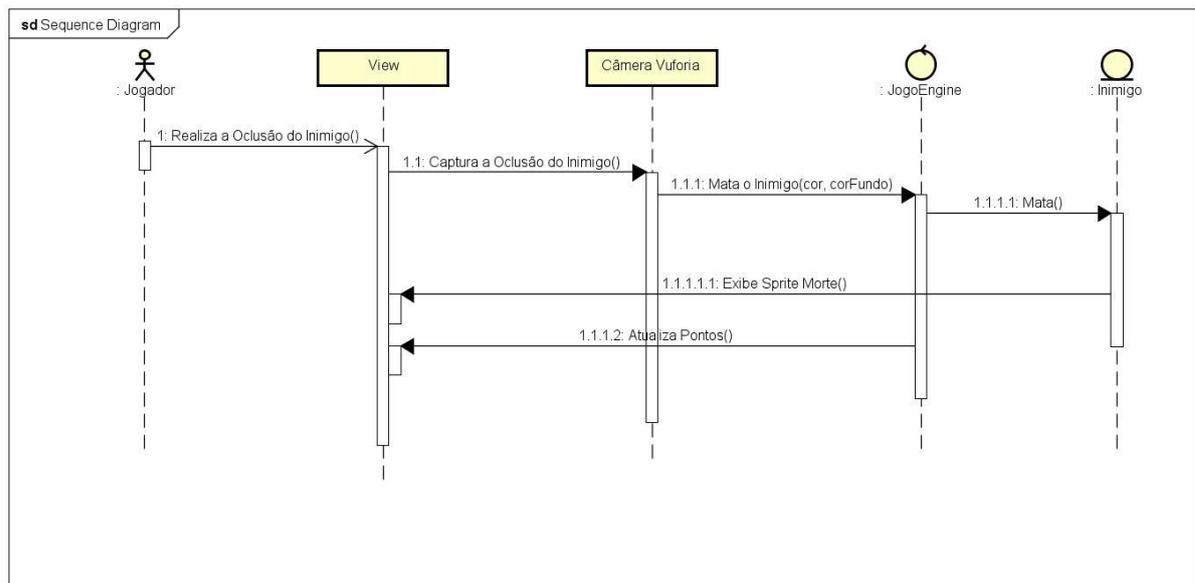
Na análise foi escolhido o *framework* Vuforia como ferramenta para detectar os marcadores, pois possui boa documentação, uma comunidade bem ativa e está sendo bastante utilizada na área de aplicações com realidade aumentada. Para trabalhar com a mecânica do jogo foi escolhida a *engine Unity 3d*, por ter uma comunidade ativa e total interação com o *framework* Vuforia.

Figura 13 - Diagrama de atividade



Fonte: Próprio autor

Figura 14 - Diagrama de sequência

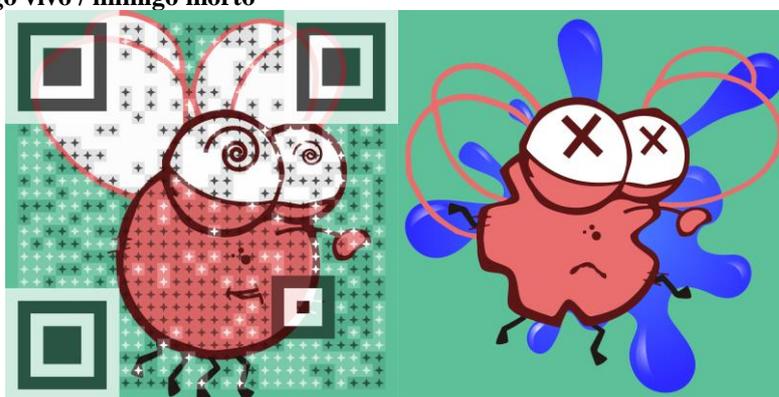


Fonte: Próprio autor

6.3 Implementação

Após o projeto conceitual definido iniciou-se a implementação do jogo. A primeira etapa da implementação foi a criação dos *sprites* dos inimigos e suas transformações em marcadores de fácil detecção pela Vuforia. Durante a criação dos *sprites* identificou-se que, para que os inimigos possuíssem fácil detecção deviam possuir cores chamativas, tanto o personagem quanto o fundo. As cores escolhidas foram Amarelo, Azul, Roxo, Vermelho e Verde.

Figura 15 – Inimigo vivo / inimigo morto



Fonte: Próprio autor

Mesmo o inimigo possuindo cores chamativas, quando projetado, os inimigos possuíam dificuldades de serem detectados a longa distância devido às limitações de resolução dos projetores utilizados nos testes. Para contornar o problema foi preciso colocar sobre o inimigo vivo um *QR Code* (Figura 15), para que a imagem possuísse mais elementos, e projetá-la com um tamanho grande de aproximadamente 2500cm², além de colocar um fundo preto e branco em todo o jogo e projetá-lo em uma distância de no mínimo 6 metros entre o projetor e a superfície projetada.

Foi implementado um menu principal, onde a aplicação é inicializada e onde o jogador pode iniciar uma nova partida. Nesse menu, foram colocados inimigos que ao serem tocados iniciam uma partida.

Figura 16 - Menu principal

Fonte: Próprio autor

Após o menu, foi implementada a tela da partida. Durante a partida, uma barra diminui constantemente (representando a passagem de tempo e o tempo restante para o fim do jogo) e inimigos são distribuídos de forma aleatória pela tela. O jogador deve ficar se movimentando de frente para a tela e realizar oclusões nos inimigos encostando-se neles com seu corpo. Cada inimigo que o jogador encostar morre. Para cada inimigo morto, é contabilizada na pontuação e a barra de tempo é incrementada para representar um bônus de tempo.

Figura 17 - Partida em andamento

Fonte: Próprio autor

7 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados dos testes do jogo feitos com usuários. Os testes foram aplicados em dois locais. Um com 12 participantes realizado no campus da Universidade Federal do Ceará, localizado na cidade de Quixadá – CE e o outro, com 6 participantes realizado na academia Upgrade, localizada no município de Apuiarés - CE.

Cada participante jogou três partidas do jogo e respondeu ao questionário previamente definido (APÊNDICE B). O questionário está dividido em perguntas fechadas e abertas. As perguntas fechadas são afirmações e o participante respondeu em escala de 1 a 5 seu nível de concordância com a afirmação, onde 5 significa concordar fortemente e 1 significa discordar fortemente. Segue a tabela dos resultados das perguntas fechadas. O questionário foi adaptado do questionário proposto em Neves (2013). Na adaptação foram reutilizados os critérios de avaliação para a elaboração das afirmações, são eles: concentração, desafio, habilidades do jogador, imersão e interação.

Tabela 2 – Resultado das perguntas afirmativas do questionário

Afirmação	1	2	3	4	5
O design do jogo é atraente (interface ou objetos).	0%	0%	11,1%	44,4%	44,4%
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	0%	0%	0%	33,3%	66,7%
A variação (de forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.	0%	0%	0%	27,8%	72,2%
Tenho interesse em praticar atividade física jogando.	11,1%	22,2%	33,3%	11,1%	22,2%
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	0%	0%	0%	16,7%	83,3%
Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo.	0%	0%	0%	16,7%	83,3%

(continuação)

Afirmção	1	2	3	4	5
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	0%	0%	16,7%	55,6%	27,8%
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	0%	0%	0%	11,1%	88,9%
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado (gostaria de jogar mais).	0%	0%	11,1%	44,4%	44,4%
Me diverti durante o jogo.	0%	0%	0%	22,2%	77,8%
Já praticava atividades físicas regularmente.	33,3%	11,1%	11,1%	22,2%	22,2%
Cansei durante o jogo.	0%	33,3%	33,3%	22,2%	11,1%
Senti-me realizando atividade física durante o jogo.	0%	0%	0%	44,4%	55,6%
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	0%	0%	0%	11,1%	88,9%
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	0%	0%	0%	11,1%	88,9%
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	0%	0%	0%	11,1%	88,9%
Considero o jogo uma ótima ferramenta para a prática de atividade física.	0%	0%	0%	0%	100%

Fonte: Próprio autor

Foram considerados 4 e 5 como concordar com a afirmação e os resultados das perguntas fechadas foram extremamente positivos para este trabalho. Podemos visualizar que

88,8% dos participantes concordaram ou concordaram fortemente que o *design* do jogo é atraente e que o jogo conseguiu capturar a atenção de todos os participantes logo no início e a variação de conteúdo ajudou-lhes a manter a atenção no decorrer da partida. Todos os participantes também concordaram que o jogo está adequado a sua maneira de aprender e que é fácil de ser utilizado. Outros dados importantes foram os referentes à imersão do participante no jogo. 83,3% dos participantes concordaram que esqueceram suas preocupações do dia-a-dia e ficaram totalmente concentrados no jogo, 72,2% dos participantes concordaram que não perceberam o tempo passar enquanto estavam jogando e 83,3% dos participantes concordaram que se sentiram mais inseridos no ambiente do jogo ao invés do mundo real. Com esses dados, podemos concluir que o objetivo de construir uma interface intuitiva, amigável e fácil de ser utilizada foi alcançado.

Já os resultados referentes às perguntas ligadas à prática de atividade física foram mais variados, pois temos alguns pontos subjetivos de cada participante. A afirmação sobre o interesse em praticar atividade física jogando ficou bem distribuída tendo o maior número de respostas com 33,3% a opção 3. A afirmação sobre já praticar atividades físicas regularmente também ficou bem distribuída com a maioria das respostas no item 1, cerca de 33,3%. Outro ponto subjetivo e que também variou foi a afirmação sobre o cansaço ao decorrer da partida, onde a maioria das respostas ficaram entre a opção 2 a 3, com 33,3% das respostas cada. Todos os participantes concordaram que se sentiram realizando atividade física durante o jogo e tiveram sentimentos positivos de eficiência ao decorrer da partida.

E por fim, as perguntas relacionadas aos sentimentos ao final das jogadas. Todos os participantes concordaram que se divertiram jogando, que jogariam novamente e que indicariam para seus colegas. Todos os participantes concordaram fortemente que o jogo é uma ótima ferramenta para a prática de atividade física. Logo, o objetivo geral deste trabalho foi alcançado.

Aos participantes também foram feitas duas perguntas abertas no questionário. Uma pergunta solicita ao participante para citar dois pontos fortes do jogo e a outra solicita que o participante cite duas sugestões de melhoria. Todas as respostas das questões abertas foram analisadas. Seguem as tabelas com todas as respostas.

Tabela 3 - Sugestões de melhorias citadas nas respostas

Sugestões de melhoria citadas nas respostas	Quantidade de vezes em que apareceu nas respostas
Adicionar novos níveis	6
Diminuir o tamanho das moscas	4
Melhorar resposta ao toque	4
Aumentar tamanho da tela	3
Aumentar a dificuldade do jogo	3
Aumentar a duração da partida	3

Fonte: próprio autor

Tabela 4 - Pontos fortes do jogo citados nas respostas

Pontos fortes do jogo citados nas respostas	Quantidade de vezes em que apareceu nas respostas
Divertido	8
Fácil de jogar	7
Inovador	6
Jogo é bonito	3
Bom passa tempo	3
Bom para realizar atividade física	2
Ótima ferramenta para academias	1
Ótimo para a saúde	1

Fonte: Próprio autor

Ao final da análise, pode se observar que as características de qualidade que mais se repetiram foram “DIVERTIDO”, “INOVADOR” e “FÁCIL DE JOGAR”. Já nas sugestões de melhorias as que mais se repetiram foram “NOVOS NÍVEIS”, “DIMINUIR O TAMANHO DAS MOSCAS” e “MELHORAR A RESPOSTA AO TOQUE”. As respostas deixam evidente que os participantes gostaram do jogo, o consideram divertido e como uma inovação na área de atividades físicas, eles também consideraram simples de jogar. Já as respostas sobre melhoria e sugestões mostram que um *hardware* melhor impactaria em melhores resultados, pois seria possível diminuir o tamanho dos inimigos, projetar uma tela ainda maior e melhorar a interação com os usuários.

8 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um jogo com realidade aumentada que utiliza um projetor e uma câmera como principais ferramentas para a sua utilização. O jogo foi desenvolvido com as ferramentas Vuforia e Unity, que depois de vários testes e simulações para verificar se os movimentos do jogador eram detectados pela câmera, foi concluído que é possível utilizar essas tecnologias para o desenvolvimento do jogo, mas que a qualidade da resolução em que o projetor consegue projetar e a qualidade da câmera representam limitações para o desenvolvimento do jogo.

Foram utilizados os equipamentos levantados no início do projeto, o qual possuía o objetivo de utilizar equipamentos de baixo custo. Os equipamentos utilizados foram uma câmera para identificação dos inimigos (marcadores), um projetor para projeção dos inimigos em uma superfície e um notebook para o processamento do jogo.

A câmera utilizada neste trabalho foi uma câmera Logitech HD⁶ de 15 *megapixe* que filma em Full HD (até 1920 x 1080 pixels). Já como projetor foi utilizado o Epson PowerLite S27⁷ que possui 2700 lumens e uma resolução de 800 x 600.

Analisando os resultados, é possível concluir que apesar do tamanho dos inimigos, o *design* do jogo foi considerado atraente, gostaram da interação com o jogo e que ele prendeu a atenção dos jogadores na maior parte do tempo. Também podemos concluir que tanto os jogadores que praticam atividade física quanto os que não praticam se divertiram jogando e gostariam de jogá-lo novamente.

Por fim, apesar das limitações de *hardware*, o trabalho se mostrou de grande valia, pois pode ser considerado como uma ferramenta inovadora e divertida, capaz de ser utilizada na prática de atividade física. Este trabalho também se mostra importante para futuras extensões e para trabalhos semelhantes que pretenderem identificarem movimentos, pois utiliza tecnologias atualizadas e que não foram utilizadas por outros trabalhos, nesse mesmo contexto. Por isso, esse trabalho possui um legado para jogos com realidade aumentada para identificação de movimentos.

⁶ <https://www.logitech.com/pt-br/product/c922-pro-stream-webcam>

⁷ <https://epson.com.br/Para-empresas/Projetores/Projetores-para-Salas-de-Reunião/Projetor-Epson-PowerLite-S27>

8.1 Lições Aprendidas

Durante o desenvolvimento apresentaram-se alguns empecilhos que dificultaram a implementação. O mais notável deles foi a dificuldade de capturar os marcadores com a câmera. Foi possível perceber que a resolução da projeção limita consideravelmente o tamanho mínimo em que os marcadores precisam estar projetados para que sejam capturados pela câmera.

Outro detalhe importante é em relação a distância da câmera e a do projetor, eles precisam ficar alinhados de tal forma que a câmera consiga capturar toda a tela projetada, mas posicionada o mais próximo possível da superfície projetada para que seja possível capturar os marcadores com o menor tamanho possível.

No desenvolvimento foram feitos testes com um projetor de resolução 800 x 600 pixels, foi possível perceber que devido a resolução do projetor quando um marcador era projetado em um tamanho pequeno sua imagem ficava distorcida e não era possível realizar a captura do objeto com a câmera. Em um projetor com resolução maior seria possível projetar imagens menores sem perder qualidade e conseqüentemente diminuir o tamanho dos objetos do jogo aproveitando melhor o espaço da tela.

Analisando os testes feitos no desenvolvimento é possível concluir que com um projetor com pelo menos uma resolução Full HD (até 1920 x 1080 pixels) seria possível executar o jogo de forma ideal com marcadores menores e uma tela maior.

9 TRABALHOS FUTUROS

Foram utilizados neste trabalho equipamentos simples para os testes. Esse *hardware* limitado impôs limitações também para o projeto, como a dos marcadores que tiveram que ser projetados com o tamanho de aproximadamente 2500cm² ou não seriam detectáveis. Utilizar melhores equipamentos melhoraria a qualidade do desenvolvimento da solução final, possibilitando utilizar marcadores menores e aumentando a eficiência, tornando o jogo ainda mais divertido.

Este trabalho foi testado em uma tela limitada pelo *hardware* do projetor. É possível que testando a solução com um projetor de maior qualidade e aumentando o tamanho da projeção, o jogo se torne ainda mais divertido.

Outra melhoria seria implementar um algoritmo que reconheça com precisão a posição do jogador em relação à tela e que renderize os objetos somente em áreas não ocupadas pelo jogador.

Utilizar multicâmeras para capturar melhor os movimentos do jogador e melhorar a interação dentro do jogo.

O código fonte deste trabalho pode ser reutilizado em futuros trabalhos e se encontra no repositório <https://github.com/JoaoFariasLS/AtaqueDasMoscas> disponível no GitHub.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L.; NUNES, P. **Jogos de realidade aumentada conciliam diversão e exercícios físicos**. Beta Redação. São Paulo. 2016.
- ARAUJO, M. H. D. Jogo e serious games: conceito e bons princípios para análise do jogo SpaceCross. **SBC - Proceedings of SBGames**. DF - Brasil. 2012.
- BUCHINGER, D.; HOUNSELL, D. S. Jogos sérios competitivo-colaborativos: um mapeamento sistemático da literatura. **II Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Joinville - SC. 2013.
- E-COMMERCE BRASIL. A indústria de jogos eletrônicos, um setor em ascensão no Brasil. **Redação E-Commerce**. Barueri. 2016.
- FAUST, F. G. et al. Aplicações da realidade no processo de desenvolvimento de produtos. **Congresso brasileiro de gestão de desenvolvimento de produto**. Porto Alegre, RS. 2011.
- FREIRE, R. S. et al. **Prática regular de atividade física**: estudo de base populacional no norte de Minas Gerais, Brasil. Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros; Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros - MG. 2014.
- GUALANO, B. **Sedentarismo, exercício físico e doenças crônicas**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011, p. 7.
- IBGE. Práticas de Esporte e Atividade Física. In: CAVARARO, R. **Biblioteca IBGE**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2015.
- KAPP, K. **The gamification of learning and instruction**: game-based methods and strategies for training and education. [S.l.]: John Wiley and Sons, 2012.
- MATYSCZOK, ; RADKOWSKI, ; BERSSENBRUEGGE,. AR-Bowling: immersive and realistic game play in real. **Conference: Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in**. Singapore. 2004.
- MELO, C. M. D. **Gasto energético corporal**: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.
- NAGARAJAN, ; ALLBECK, J. M.; SOOD,. **Exploring game design for cyber security training**. Bangkok: [s.n], 2012.
- NEVES, D. E. Avaliação de jogos sérios casuais usando o método GameFlow. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, Belo Horizonte - Brasil, 2013.
- RIBEIRO, M. C.; SANTOS, C. F.; RIBEIRO, V. **A caminhada e seus benefícios para a saúde**. Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Educação Física) - Universidade Vale do Rio Verde. Três Corações. 2012.
- SCHMITT, P. H. **Jogo de sinuca virtual com realidade aumentada**. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - FURB. BLUMENAU, 2017, p. 71.

VIDA, E. R. G. et al. **Virtual Snooker**. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Centro Universitário de FEI. São Bernardo do Campo, 2010, p. 77.

VIEIRA, B. N. S. et al. **Arhockey**: um jogo em realidade aumentada projetiva. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Centro Universitário Senac. São Paulo - SP, 2006, p. 69.

APÊNDICE A – DOCUMENTO DE GAME DESIGN

INTRODUÇÃO

O jogo consiste em matar a maior quantidade de moscas coloridas na parede antes que o tempo acabe. O jogador terá até mesmo que pular e se agachar para matá-las, realizando diversos movimentos com seu corpo, o exercitando enquanto se diverte.

HISTÓRIA

As moscas começaram uma grande invasão na cidade e elas ameaçaram a todos. Você foi desafiado a provar o seu valor demonstrando todas as suas habilidades no ATAQUE DAS MOSCAS. Faça a melhor pontuação e demonstre a todos as suas incríveis habilidades, expulsando de vez todas as moscas e acabando com a invasão.

CONTROLES

CONTROLE	DESCRIÇÃO
Tocar com o corpo	Matar mosca

ELEMENTOS DO JOGO

Obstáculos

Os obstáculos do jogo são as distâncias em que as moscas aparecerão, o jogador terá que pular, agachar e até realizar movimentos inusitados para conseguir matá-las no melhor tempo e conquistando a melhor pontuação.

Barra

Marca a quantidade de tempo que resta para o jogador terminar a partida. Assim, a barra irá possuir um tamanho inicial e irá diminuir durante a partida e o jogador tentará fazer a sua melhor pontuação dentro desse tempo. Ao matar as moscas o jogador consegue aumentar um pouco a barra, ganhando alguns segundos a mais na partida.

SISTEMA DE PONTUAÇÃO

O jogador possui uma barra que será diminuída ao longo da partida e durante esse tempo ele precisa se esforçar para matar a maior quantidade de moscas possível. Cada mosca é contabilizada. Além disso, as moscas com a mesma coloração quando mortas juntas, serão contabilizadas três vezes mais e incrementam um pouco mais na barra.

AÇÕES DO JOGO

Matar

O jogador pode matar as moscas encostando - se nelas com seu corpo.

DIFICULDADE

A dificuldade do jogo é marcada pela quantidade de pontos que o jogador realizou. Conforme o jogador marca pontos, mais difícil se torna o jogo. Quando a dificuldade é aumentada, a barra irá diminuir cada vez mais rápido.

CONSIDERAÇÕES

A área onde as moscas poderão aparecer serão calibradas no início do jogo para permitir que o jogo se adapte às características do tamanho da tela que está sendo exibido.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

Questionário de avaliação do jogo Ataque das Moscas

Gostaríamos que você respondesse às questões abaixo para nos ajudar a validar este jogo. Todos os dados coletados somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

João Lenon Farias Santos – joaofarias@ufc.br
UFC, Campus de Quixadá.

Identificação

Nome: _____

E-mail: _____

Por favor, circule **um número** de acordo com o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo.

Afirmações	Sua avaliação			Comentários sobre a questão
O design do jogo é atraente (interface ou objetos).	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
A variação (de forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Temporariamente, esqueci das minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado (gostaria de jogar mais).	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	

Me diverti com o jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Já praticava atividades físicas regularmente.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Cansei durante o jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Me sentir realizando atividade física durante o jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	
Considero o jogo uma ótima ferramenta para a prática de atividade física.	Discordo Fortemente	1 2 3 4 5	Concordo Fortemente	

– Cite 2 pontos fortes do jogo: _____

– Por favor, dê 2 sugestões para a melhoria do jogo: _____
