

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

RAFAEL RAGOZONI CONRADO

**GAMIFICAÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS COM LOUSA
INTELIGENTE**

BAURU - SP
Janeiro/2023

RAFAEL RAGOZONI CONRADO

**GAMIFICAÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS COM LOUSA
INTELIGENTE**

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

Orientador: Profa. Ma. Juliana da Costa Feitosa

BAURU - SP
Janeiro/2023

C754g Conrado, Rafael Ragozoni
 Gamificação de exercícios físicos com lousa inteligente / Rafael
 Ragozoni Conrado. -- Bauru, 2023
 46 p. : il.

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

Orientadora: Profa. Me. Juliana da Costa Feitosa

1. Gamificação. 2. Lousa Inteligente. 3. Exercícios Físicos. I.
Título.

Rafael Ragozoni Conrado

Gamificação de exercícios físicos com lousa inteligente

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

Banca Examinadora

Profa. Ma. Juliana da Costa Feitosa

Orientador

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciência da Computação

Profa. Dra. Simone das Graças

Domingues Prado

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciência da Computação

Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciência da Computação

Bauru, _____ de _____ de _____.

Agradecimentos

Agradeço a todos que me apoiaram em todo meu caminho que pudesse chegar até aqui. Sobretudo agradeço aqueles que me motivaram e ajudaram no período de elaboração deste trabalho.

Primeiramente agradeço meus amigos que serviram como uma rede de apoio tanto em questões emocionais como em questões técnicas indispensáveis para esse trabalho.

Agradeço a minha família que me ajuda em todas as questões e me incentivam a seguir em frente.

Por fim, agradeço a minha orientadora, Profa. Me. Juliana da Costa Feitosa, que me tranquilizou, ajudou a estruturar o desenvolvimento do trabalho e me aconselhou durante todo o período de elaboração.

Resumo

Realizar atividades físicas são importantes para uma vida saudável e equilibrada. Existem muitos exercícios físicos elaborados de forma a estimular diferentes aspectos do corpo, como o sistema cardiovascular ou cada um dos tecidos musculares, a fim de buscar otimizar seus benefícios. Porém, é possível observar certa resistência a sua realização rotineira tendo em vista sua natureza monótona e repetitiva. Com o objetivo de superar essa barreira presente em diversas tarefas, pode-se recorrer a gamificação, que usa elementos típicos de jogos, sobretudo digitais, para tornar mais interessante quaisquer atividades. Foram utilizados conceitos de gamificação aplicados no contexto de exercício físico para buscar estimular a realização de atividade física entre adultos, e contribuir para a manutenção de uma vida ativa entre os usuários. Isso foi feito por meio de um *software* gamificado feito na plataforma *Unity* para ser usado na lousa inteligente *Huawei IdeaHub* que conta com um sistema operacional *Windows* e uma câmera. O software possui um menu com estatísticas, conquistas e exercícios com descrição da atividade. Com isso, o usuário realiza exercícios providenciados pelo *software*, visualizando informações sobre a atividade e com a câmera do *IdeaHub*, capturando os movimentos para contar os exercícios.

Palavras-chaves: Gamificação. Lousa Inteligente. Exercícios Físicos.

Abstract

Physical activities are important for a healthy and balanced life. There are many physical exercises designed to stimulate different aspects of the body, such as the cardiovascular system or each of the muscle tissues, in order to optimize their benefits. However, there is a certain resistance to their routine performance due to their monotonous and repetitive nature. In order to overcome this barrier present in various tasks, one can resort to gamification, which uses typical elements of games, especially digital ones, to make any activities more interesting. Concepts of gamification have been used in the context of physical exercise to try to stimulate the performance of physical activity among adults, and to contribute to the maintenance of an active life among users. This was done through a gamified software made on the Unity platform to be used on the Huawei IdeaHub smartboard that runs on Windows operating system and has a camera. The software has a menu with statistics, achievements and exercises with description of the activity. With this, the user performs exercises provided by the software, viewing information about the activity and with the camera of the IdeaHub, capturing the movements to count the exercises.

Keywords: Gamification. Smart Screen. Physical Activities.

Listas de figuras

Figura 1 – Resultado de sorteio de prêmios com <i>loot box</i> em <i>Genshin Impact</i>	16
Figura 2 – Marcos de pose reconhecidos pelo BlazePose GHUM 3D	20
Figura 3 – Tela de <i>login</i>	21
Figura 4 – Diagrama de classes do modelo usado para Banco de Dados	22
Figura 5 – Tela de Cadastro	26
Figura 6 – Avisos de cadastro	26
Figura 7 – Barra de <i>status</i> com informações	27
Figura 8 – Tela de Estatísticas	28
Figura 9 – Menu principal	29
Figura 10 – Tutorial da tela de treino	29
Figura 11 – Cartão do Exercício Polichinelo	30
Figura 12 – Dados da tabela Exercício	31
Figura 13 – Figura da animação de agachamento sendo realizada pelo modelo 3D .	32
Figura 14 – Miniatura do cartão agachamento	32
Figura 15 – Tela de Exercício	33
Figura 16 – Tela de Sorteio	34
Figura 17 – Tela de Preparo de Treino	35
Figura 18 – Tela de Preparo de Treino com dificuldade Avançada bloqueada	36
Figura 19 – Tela de Treino em execução	37
Figura 20 – Tela de Treino no <i>IdeaHub</i> sendo realizado polichinelo	38
Figura 21 – Fluxograma de configurações iniciais de treino	40
Figura 22 – Fluxograma de atualização de exercícios	42

Lista de códigos

1	Classe <i>SQLiteDataSource</i>	24
2	Código de verificação de login	25
3	Função <i>LateUpdate</i>	38

Lista de abreviaturas e siglas

2D	2 Dimensões
3D	3 Dimensões
RGB	Sistema de cores aditivas com base no Vermelho, Verde e Azul
SGBD	Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados
UI	Interface de usuário
DAO	<i>Data access object</i>
DCNT	Doenças não comunicáveis
FPS	<i>Frames</i> por segundo

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problema	12
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	13
1.3.1	Objetivos específicos	14
1.3.2	Organização do Trabalho	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Gamificação	15
2.1.1	<i>Gacha</i>	16
2.2	Banco de Dados	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1	Lousa Inteligente	18
3.2	Unity 3D	18
3.3	SQLite	18
3.4	BlazePoseBarracuda	19
4	DESENVOLVIMENTO	21
4.1	Módulo de Cadastro	21
4.1.1	Modelagem	22
4.1.2	Implementação	23
4.1.2.1	Modelo DAO	23
4.1.2.2	<i>Singleton</i>	24
4.1.3	Manipulação	25
4.1.4	Exibição de informações	27
4.1.4.1	Barra de <i>status</i>	27
4.1.4.2	Estatísticas	27
4.2	Módulo de Menu	28
4.2.1	Menu Principal	28
4.2.2	Tutoriais	29
4.3	Cartões de exercício	30
4.3.1	Tabela Exercicio	31
4.3.2	Animações	31
4.3.3	Miniatura de Cartões de Exercício	32
4.3.4	Tela de exercícios	33

4.4	Módulo Sorteio de Cartões de Exercício	33
4.5	Módulo de Execução de treinos	34
4.5.1	Preparo de Treino	35
4.5.2	Exibição de dados durante o treino	36
4.6	Módulo de reconhecimento de imagem	37
4.6.1	Implementação	38
4.6.2	Preparo	39
4.6.3	Contagem de exercícios	41
5	CONCLUSÃO	43
5.0.1	Trabalhos futuros	43
	REFERÊNCIAS	45

1 Introdução

A prática de atividade física apresenta benefícios na vida de seus praticantes, como sua ação preventiva a doenças cardiovasculares (STAMATAKIS et al., 2019). Além disso, também trazem benefícios para o humor e auto-estima, tendo em vista os efeitos positivos da sua prática para a saúde mental (REBAR; TAYLOR, 2017).

Apesar dos benefícios existem algumas barreiras que atrapalham na colheita de recompensas de uma vida ativa, dificultando tornar a prática de exercícios físicos um hábito. Dentre elas estão a falta de interesse e de motivação, e portanto para torná-la um hábito, é importante encontrar formas de superar essas barreiras e encontrar uma atividade que seja prazerosa e que se encaixe na rotina diária (ARZU; TUZUN; EKER, 2006). Tendo isso em vista, a proposta da gamificação como uso da tecnologia para incentivar a prática de exercícios consegue fornecer outras fontes de motivação por meio de estatísticas, prêmio e *rankings* (ZUCKERMAN; GAL-OZ, 2014).

A importância da imersão e da gamificação está relacionada em se aproveitar dos elementos que são usados no desenvolvimento de jogos, sobretudo digitais. Esses elementos são divertidos e interessantes, de forma que jogadores são constantemente atraídos e impelidos a continuar jogando sempre que possível. E se a forma de se "jogar" for realizar atividades físicas, o usuário do *software* poderá aproveitar todos os benefícios de uma vida ativa sem sentir que está fazendo exercícios, isso é, no sentido tedioso que se atribui a atividade.

Esse trabalho usa de técnicas de gamificação para aumentar o apelo para prática de exercícios físicos. Dessa forma, foi utilizada uma lousa inteligente, *Huawei IdeaHub*, para aumentar a imersão visto o tamanho de sua tela e a qualidade da sua câmera. Somado a isso, foram implementados elementos típicos de jogos, como níveis, moedas e também elementos típicos de jogos *gacha*. Além disso, buscando foco na realização de exercícios em detrimento de detalhes que poderiam atrapalhar a imersão, foi implementado contagem de exercícios por meio de reconhecimento de imagem durante o treino.

1.1 Problema

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 73,6% das mortes documentadas em 2019 foram causadas por doenças não comunicáveis (DCNTs), como doenças cardiovasculares e diabetes (ORGANIZATION, 2022). DCNTs são enfermidades caracterizadas por serem decorrentes de genética, do ambiente ou pelo estilo de vida. Não podem ser transmitidas, porém é possível diminuir o risco de contração por meio da atividade

física (SILVA et al., 2022). Com pequenas mudanças no estilo de vida, como realização regular de exercícios físicos, o risco de desenvolver alguma das doenças que mais matam no mundo, como obesidade, dislipidemia e cardiopatia, pode ser reduzido.

Em uma pesquisa feita sobre a aplicabilidade da gamificação em uma academia foi observado que cerca da metade dos participantes dentre os 110 entrevistados não treinavam a mais de seis meses (KAWASOKO et al., 2019). Com isso, é observado que há certa dificuldade a adesão da vida ativa a longo prazo.

1.2 Justificativa

Conforme a problemática apresentada, foi proposto a utilização de uma lousa inteligente para aplicação de técnicas de gamificação com objetivo de estimular e adequar os exercícios físicos para adultos de diferentes idades e necessidades. Devido a baixa adesão das pessoas em realizar atividades físicas, busca-se melhorar o desempenho e o interesse por meio de *software*.

Também foi proposto o uso de níveis, prêmios e elementos de *gacha* para a gamificação. Com isso, das 160 aplicações vinculadas a *National Health Service* (NHS) voltadas para a saúde em plataformas digitais em 2016, apenas 4% usavam de chamadas técnicas elaboradas de gamificação, como recompensas e níveis (BRAGA et al., 2022). Também não foi encontrada nenhuma aplicação de elementos de *gacha* no contexto de gamificação.

Gamificação pode ser entendida como uso de elementos típicos de jogos para estimular realização de diferentes tarefas não relacionadas a jogos (MARCZEWSKI, 2013). Desse forma, foram usados níveis, pontos de experiência e moedas, além de serem exibidas informações com estatísticas da realização de exercício para o usuário. Também foi utilizado um sorteio de exercícios baseado no conceito de *loot boxes* típico de jogos *gacha*.

É interessante a adequação de exercícios, por meio do sistema de sorteio, para motivar o usuário e também possibilitar a adequação gradativa do nível de exercício do praticante. Dessa forma, possibilitando retirar exercícios que não poderiam ser praticados aumentando a probabilidade de exercícios recomendados. Com isso, torna-se interessante a aplicação de diferentes técnicas de gamificação e de uma lousa inteligente com câmera ajudando a imersão e análise do exercício.

1.3 Objetivos

Busca do estímulo exercícios físicos por meio do desenvolvimento de um software gamificado usando lousa inteligente, fornecendo informações sobre exercícios físicos e análise pessoal da execução desses, para busca de incentivo a realização de tais atividades rotineiramente.

1.3.1 Objetivos específicos

Para o desenvolvimento das diversas funcionalidades diferentes da aplicação, o trabalho foi dividido em módulos desenvolvidos para atender os seguintes objetivos:

- Gerenciamento dos dados cadastrais na aplicação;
- gerenciamento do acesso das várias cenas utilizadas;
- representar os exercícios da aplicação e aplicar suas funcionalidades;
- gerenciar o sorteio de novos catões de exercício;
- contar de exercícios por meio da câmera; e
- exibir informações durante o treino.

1.3.2 Organização do Trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 2 são exploradas a fundamentação teórica das técnicas utilizadas.

O Capítulo 3 são descritas os materiais e os métodos que foram utilizados para o desenvolvimento do *software*.

O Capítulo 4 apresenta os módulos desenvolvidos do *software* e seu funcionamento.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho e as possibilidades de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão apresentados os conceitos que motivaram e possibilitaram esse trabalho, como gamificação e o estímulo de exercícios físicos com tecnologia. Por fim, será apresentado também sobre tecnologias aplicadas para obtenção dos objetivos desejados.

2.1 Gamificação

O primeiro uso do termo foi em 2002 por Nick Pilling com intuito de descrever aplicação de interfaces semelhantes a de jogos visando melhorar as interações eletrônicas para os clientes (BURKE, 2015). Sua popularidade se destaca no início da década de 2010 e perdura até o período atual, de acordo com *Google Trends*, inclusive sendo considerado uma ferramenta contra a falta de motivação durante os tempos de pandemia do COVID-19 (NIETO-ESCAmez; ROLDÁN-TAPIA, 2021).

Gamificação pode ser definida como emprego de mecânicas de jogos afim de deixar tarefas mais interessantes de forma simples (MARCZEWSKI, 2013). Porém, não existe um consenso aceito sobre sua definição, o que podem ser observadas são características comuns frequentemente empregadas, como interação com componentes eletrônicos e instruções do sistema. Portanto também é possível afirmar que sua aplicação caracteriza-se pelo uso de recompensas pela realização de uma tarefa desejada, seja na forma de títulos, troféus, pontuações ou apenas pela diversão de realizá-la (MARCZEWSKI, 2013).

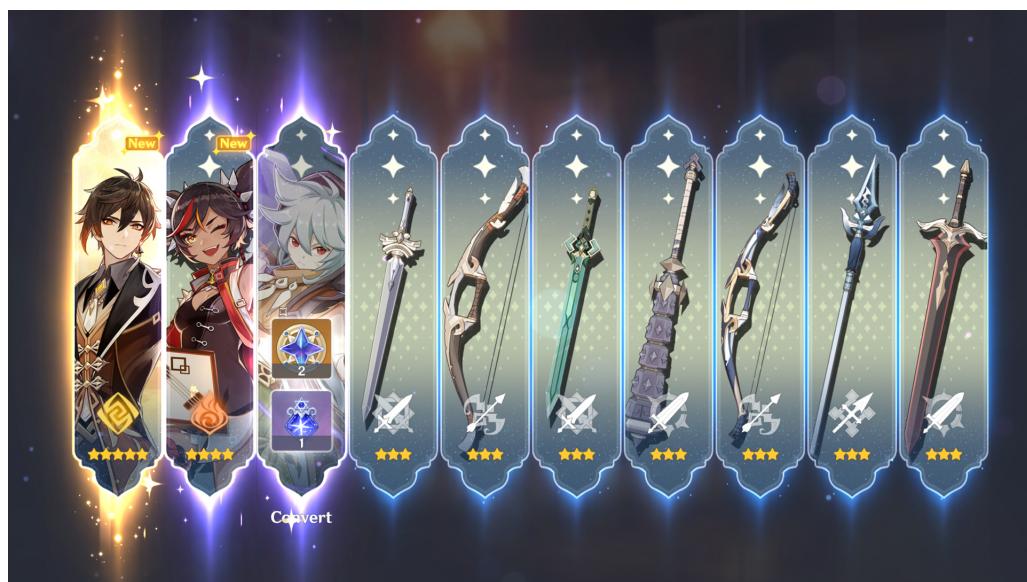
Dentre tais elementos recorrentes, é interessante citar o uso de experiência e níveis como forma de monitorar o progresso, troféus e moedas como recompensas a curto prazo, e elementos de interface semelhantes ao de jogos para atrair a atenção e aumentar o foco (MIRANDA; SILVA, 2021). Com o emprego desses elementos é possível proporcionar senso de realização para usuário, utilizando prêmios para suas conquistas e gerando reforços positivos. Além do mais, gera um direcionamento para uma maior diversão do usuário, aumentando a ativação do sistema límbico, conjunto de estruturas no cérebro responsável pelas respostas emocionais, o que proporciona memorizações mais intensas dos aprendizados (MIRANDA; SILVA, 2021).

De acordo com Koivisto e Hamari (2019), dentre todas possíveis aplicações de gamificação, aplicações em atividade física representam a parte mais significativa. Isso se deve a relação com natureza motivadora do emprego de elementos de jogos. As autoras também evidenciam e analisam o uso de diferentes elementos de gamificação para saúde no geral e atividade física.

2.1.1 Gacha

Jogos *gacha* tem sua origem ligadas ao Japão baseados em máquinas *gachapon*, que são máquinas onde um moeda é inserida e a pessoa recebe um prêmio aleatório. Além disso são conhecidos pela integração com a cultura de mangá e *anime* (WOODS, 2022a). Dessa forma, foram traduzidas para os meios digitais na forma de *loot boxes* que, assim como sua versão tradicional, usa da aleatoriedade do prêmio com estímulo, gerado pela combinação de elementos de aposta e também de seus aspectos culturais (WOODS, 2022a). Com isso, foi utilizado um modelo 3D com estética de *animes* e mangás para aproveitar tais efeitos culturais do gênero. Como um exemplo de jogo pode ser citado *Genshin Impact*¹ que usa *loot boxes* para obtenção de vários jogáveis, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Resultado de sorteio de prêmios com *loot box* em *Genshin Impact*



Fonte: HoYoverse (2020)

¹ <https://genshin.hoyoverse.com/pt/home>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

Woods (2022b) argumenta que a mecânica de jogos *gacha*, devido a natureza aleatória de suas recompensas, além de gerar interesse e envolvimento, ainda desenvolve disciplinas nos jogadores ao buscar maximizar suas chances de obter os prêmios desejados. Dessa forma, a utilização desse sistema como elemento de gamificação ajuda no incentivo a realização da atividade física.

2.2 Banco de Dados

Bancos de Dados são depósitos de dados, sendo dados os valores fisicamente registrados nos dispositivos de armazenamento, o *hardware* (DATE; VIEIRA; LIFSCHITZ, 2004). Bancos de Dados são organizados por *softwares* chamados de SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) que tem como objetivo gerenciar o armazenamento dos dados na memória e fornecer acesso de forma abstraída, isto é, sem necessidade de conhecimentos sobre o *hardware* (DATE; VIEIRA; LIFSCHITZ, 2004).

As vantagens do uso de um sistema de Banco de Dados provém do controle centralizado de seus dados (DATE; VIEIRA; LIFSCHITZ, 2004). Com a liberdade à estratégia de acesso e estrutura de armazenamento, elimina-se a necessidade de aplicações acessarem endereços da memória onde os dados estão contidos diretamente, criando uma abstração de seu acesso. Esse controle fornece a possibilidade de compartilhamento de dados, melhor uso de memória, reforçamento de padrões desejados e restrições de segurança para as informações contidas.

Para que seja possível fornecer ao usuário uma experiência personalizada, prêmios pelo seu progresso e armazenar informações recorrentes sobre os exercícios é interessante o uso de um Banco de Dados que administre o armazenamento e requisições dos dados persistentes. Portanto, a aplicação de Banco de Dados nesse trabalho se deve a necessidade de persistência de informações.

3 Materiais e Métodos

Para elaboração do *software* foram utilizadas os equipamentos e tecnologias que serão mostrados a seguir.

3.1 Lousa Inteligente

O dispositivo utilizado para execução do *software* foi a lousa inteligente *Huawei IdeaHub*. A lousa conta com sistema operacional Windows 10 x64 integrado, CPU com oito núcleos e 8 GB de memória RAM. A escolha do *IdeaHub* se deve principalmente a presença de uma câmera de 55 mm e com resolução de 4K, necessária para a exibição do usuário gamificada durante os treinos e para o reconhecimento de pose que contará a execução dos exercícios. Além disso sua tela de 65 polegadas e qualidade de imagem contribuem para imersão da experiência.

3.2 *Unity 3D*

Para realização deste trabalho o motor de jogos *Unity*¹ foi escolhido. Essa decisão deve-se a plataforma fornecer suporte a programação 3D, para proporcionar a sensação de jogar no usuário, além de ter uma extensa documentação e diversas extensões úteis. A plataforma também fornece integração com o *Visual Studio* e a linguagem C#, também usados nesse trabalho.

O ambiente de desenvolvimento do *Unity* é estruturado por meio cenas, que funcionam como um espaço virtual para manipulação de componentes e visualização prévia da aplicação funcionando. É possível trabalhar com várias cenas em uma única aplicação e a troca de cenas é feita por meio de *scripts* em C#.

3.3 *SQLite*

SQLite é um Banco de Dados relacional de fonte aberta e embutido. Fonte aberta refere-se à gratuidade do conhecimento que constitui o *software*, o programa em execução, de forma que o seu uso para fins lucrativos seja possível contanto que outros também possam usar (DIBONA; OCKMAN; STONE, 1999). Ser embutido significa que seu processamento é dado como parte do programa que o aplica, como cliente e servidor juntos, de forma que seja imperceptível as ações do SGBD relacional e seu uso não necessite de configuração de

¹ <https://unity.com/>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

rede ou administração (ALLEN; OWENS, 2010). Com isso SQLite se mostra um *software* altamente acessível e de fácil manuseio.

O sistema de Banco de Dados foi escolhido devido a simplicidade do modelo relacional escolhido para atender as necessidades da aplicação. Além de sua facilidade de implementação e manuseio, portabilidade para diferentes ambientes como a Lousa *Huawei IdeaHub* e pouco gasto de memória. A plataforma *Unity* também fornece suporte para seu uso, facilitando a implementação de um Banco de Dados na aplicação.

3.4 BlazePoseBarracuda

A contagem dos exercícios de forma correta foi possível graças ao uso do pacote *BlazePoseBarracuda*². O pacote é uma rede neural de monitoramento de pose 2D e 3D que funciona com câmera monocular. Dessa forma, usa-se a *pipeline* do *MediaPipe Pose*³ no *Unity* (IKEP, 2022).

*MediaPipe*⁴, o *framework* utilizado para prototipagem do *MediaPipe Pose*, aplica aprendizado de máquina para construir *pipelines* que inferem em dados sensitivos, como áudio e vídeo, possibilitando a percepção e estimativa dos tipos de dados desejados. A vantagem se encontra na simplicidade de sua prototipagem e na facilidade de seu reuso (LUGARESI et al., 2019).

Pipelines do *MediaPipe* são definidos como grafos de componentes onde esses se classificam como *Calculators*, que são conectados por *Streams* de dados, que são utilizados no formato de *Packets*. *Packets* são estruturas de dados que consistem no uso de um *TimeStamp* e ponteiros compartilhados para locais na memória imutáveis que podem armazenar quaisquer tipos de dados aceitos em C++. *Streams* por sua vez são utilizadas para transmissão de *Packets* entre os nós do grafo e sua entrada e saída. Por fim *Calculators* são os nós do grafo que compõe a *pipeline*, são os componentes que processam os dados e possibilitam o refinamento incremental da percepção por meio de ajustes com cada iteração (LUGARESI et al., 2019).

De acordo com a documentação da solução de estimativa de pose pelo *MediaPipe*, *MediaPipe Pose* é uma solução de rastreamento de corpo de alta fidelidade que aplica o método *BlazePose*⁵ para perceber 33 marcos 3D no corpo todo, como na Figura 2, em frames de vídeo RGB.

O uso do BlazePoseBarracuda para reconhecimento de pose é feito por uma função

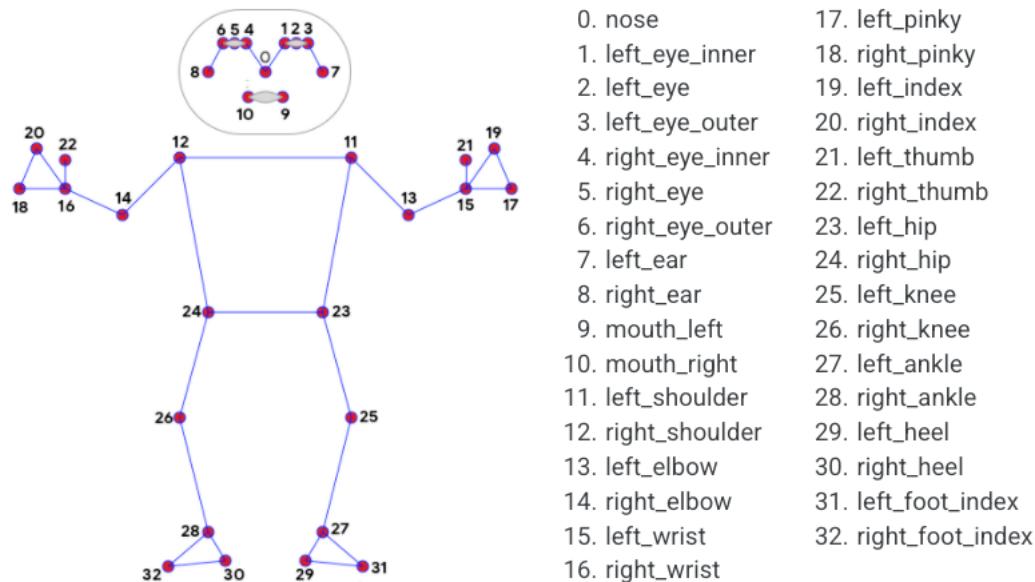
² <https://github.com/creativeIKEP/BlazePoseBarracuda>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

³ <https://google.github.io/mediapipe/solutions/pose.html>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

⁴ <https://mediapipe.dev/>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

⁵ <https://ai.googleblog.com/2020/08/on-device-real-time-body-pose-tracking.html>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

Figura 2 – Marcos de pose reconhecidos pelo BlazePose GHUM 3D



Fonte: Bazarevsky e Grishchenko (2020)

que recebe como parâmetro um número inteiro entre 0 e 32 para obter um tipo *Vector4*⁶ com informações do marco de pose correspondente de acordo com a Figura 2. O tipo *Vector4* no *Unity* corresponde a uma representação de vetor com valores decimais "x", "y", "z" e "w". Dessa forma, são obtidos os valores, todos descritos entre -1 e 1, que correspondem a posição no espaço de cada marco, sendo x o valor que descreve a posição vertical, y o valor que descreve a posição horizontal, z o valor que descreve a profundidade e w a precisão de reconhecimento do marco.

⁶ <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Vector4.html>. Acesso em: 22 de Dezembro de 2022

4 Desenvolvimento

O *software* foi desenvolvido por módulos definidos durante a fase de elaboração do projeto para que seu planejamento e execução ficassesem organizados. Cada um dos módulos engloba funcionalidades cruciais para o projeto e foram desenvolvidos em paralelo. Neste capítulo será discorrido sobre cada um dos seis módulos utilizados.

4.1 Módulo de Cadastro

O objetivo é entregar uma experiência de progresso gamificada e pessoal, para que cada usuário comece com apenas alguns exercícios e um tipo de treino. Além disso, é importante que o usuário sinta-se incentivado pelas suas próprias conquistas, que devem ser documentadas, sendo estimulado a continuar com a prática. Para tornar isso possível, foi utilizado um Banco de Dados simples administrado pelo SQLite embutido na aplicação.

Os valores dos elementos gamificados usados, como as moedas, níveis, experiência, exercícios obtidos e estatísticas de atividade também são armazenados no Banco de Dados para que a aplicação possa acessar seus valores e atualizá-los a qualquer momento. O mesmo vale para dados pessoais do usuário, como informações sobre condições relevantes para realização de exercícios, e também o nome e a senha para acessar o seu perfil na tela de *login* (Figura 3) .

Figura 3 – Tela de *login*

A interface de usuário da tela de login é apresentada em um formulário com o seguinte layout:

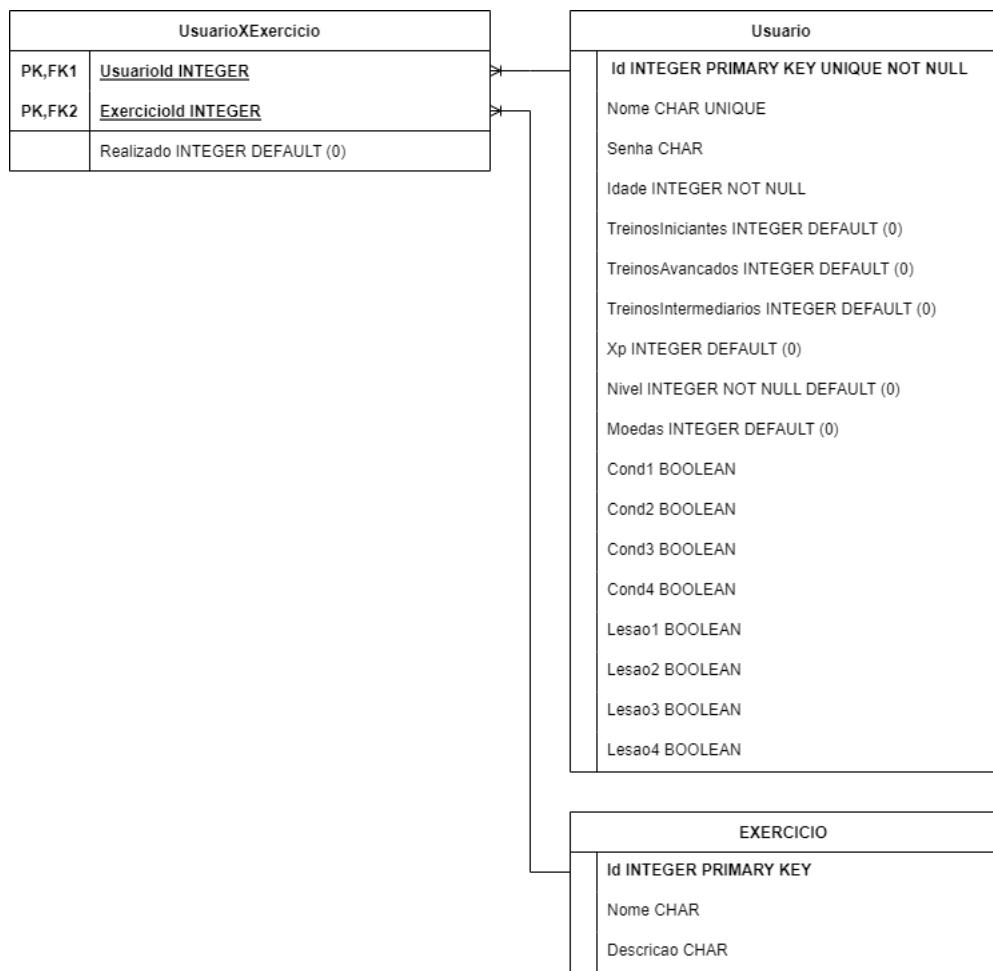
- Nome:** Campo de texto para inserção do nome.
- Senha:** Campo de texto para inserção da senha.
- Entrar:** Botão em destaque com fundo vermelho e texto branco.
- Cadastrar:** Botão com fundo cinza e texto branco.
- Sair:** Botão com fundo cinza e texto branco.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.1 Modelagem

Para a modelagem do banco foram criadas três tabelas: "Usuario" para armazenar informações pessoais do usuário e seu progresso; "Exercicio" para armazenar o nome e a descrição dos diferentes exercícios para visualização na aplicação; e a tabela "UsuarioXEsercicio" que é responsável por armazenar a quantidade de vezes que o usuário completou o exercício em um treino. A modelagem pode ser vista pelo diagrama de classes presente na Figura 4

Figura 4 – Diagrama de classes do modelo usado para Banco de Dados



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 4 é possível ver como os dados foram descritos na criação da tabela. Na imagem também é possível ver que algumas palavras chaves foram utilizadas para especificar efeitos desejados, como iniciar com o valor zero por padrão, e os tipos dos valores armazenados.

Em "Usuario", o campo "Id" é automaticamente preenchido e registrado no banco, como identificador único de usuário. "Nome", "Senha", "Idade" e todas as "Cond" e "Lesao" são informações pessoais sobre o usuário. Já os outros valores referem-se aos elementos gamificados que documentam o progresso, como os campos começados com "Treino", que estão relacionados as modalidades de treino que o usuário tem desbloqueado. Além disso, "Xp" é o valor de experiência que o usuário possui, "Nivel" é o nível do usuário que é usado para proporcionar novos treino de acordo com seu valor, e "Moedas" que são utilizadas para comprar novos exercícios. Os dados pessoais podem ser atualizados na tabela de dados e os dados gamificados são atualizados pela aplicação.

Em "Exercicio", também existem os campos "Id" e "Nome" semelhante a tabela "Usuario". Já o campo "Descricao" está descrito a forma de realizar o exercício.

Por fim a tabela "UsuarioXExercicio" armazena o numero de vezes que um usuário realizou determinado exercício no campo "Realizado". E também o nível que está o exercício do usuário para alterações cosméticas na cor dos cartões e miniaturas.

4.1.2 Implementação

Para implementar as operações do Banco de Dados foi utilizado *SQLite* e implementados *scripts* e modelos de arquitetura para facilitar o acesso e a manipulação dos dados. Na pasta "Scripts" nos Assets do projeto, os *scripts* foram organizados em três diferentes pastas dependendo da funcionalidade, sendo assim todos os *scripts* utilizados para persistência de dados foram armazenados na pasta "Persistence".

4.1.2.1 Modelo DAO

O padrão DAO (*Data Access Object*) é utilizado para separar a lógica de persistência de dados da lógica de aplicação, de forma que não apenas o código fique mais legível, mas também possibilite alterações nos códigos responsáveis pela manipulação dos dados do Banco sem que influencie na lógica de aplicação. Para isso, foram criados para cada tabela classes de especificação, de implementação e de modelos. Sendo especificação descrevendo os tipos de operação que são feitas em uma tabela, implementação responsáveis pela conexão e lógica para buscar, atualizar, criar e deletar nas tabelas do Banco de Dados. Por fim, as classes de modelo armazenam valores para cada campo da tabela no banco.

4.1.2.2 Singleton

Para gerenciar as requisições ao Banco de Dados foi utilizado o padrão *singleton*, que especifica um único objeto capaz de acessar os dados de forma a economizar recursos computacionais durante sua execução. Além de evitar possíveis conflitos no acesso ao eliminar a possibilidade de mais de um objeto acessar o banco. Também facilita a compreensão e implementação dos acessos, pois a classe que o implementa conta com todas as implementações do padrão *DAO*. Com isso toda requisição ao Banco de Dados é feita da mesma forma com um comando.

Para implementação do padrão, foi utilizado uma classe que garante um único objeto de conexão e realiza requisições ao banco. A classe também implementa o *script* "SQLiteDataSource" (Código 1) que permite alocação como componente a um objeto e conexão com o banco. Com isso todas as ferramentas necessárias para utilização do Banco de Dados no trabalho estão a disposição de uma única chamada da classe, atingindo o objetivo do uso do padrão *Singleton*.

Código 1 – Classe *SQLiteDataSource*

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System;
4 using System.Data;
5 using Mono.Data.Sqlite;
6 using System.IO;
7 using UnityEngine;
8 using Assets.Scripts.Persistence.DAO.Especificacao;
9
10 public class SQLiteDataSource : MonoBehaviour, IprovedorDeConexao
11 {
12     private string bdNome = "TCC.db";
13     protected string bdPath;
14     public SqliteConnection Conexao => new SqliteConnection($"Data Source = {this.bdPath}
15     ");
16     public void Awake()
17     {
18         Criab();
19     }
20     private void Criab()
21     {
22         this.bdPath = Application.persistentDataPath + "/" + this.bdNome;
23
24         if (File.Exists(this.bdPath)) return;
25
26         var originalBdPath = Application.streamingAssetsPath + "/" + this.bdNome;
27         File.Copy(originalBdPath, this.bdPath);
28     }
}
```

4.1.3 Manipulação

Visto a importância dos dados persistentes do usuário para registro do progresso e para proporcionar uma experiência personalizada, só é permitido acesso com um usuário e senha, manuseado pela cena de *login* como mostrado anteriormente. Assim, é possível ver os campos de entrada para verificação, feita de acordo com o *script* definido pelo Código 2. Já os botões "entrar", "cadastrar" e "sair", são para acesso a aplicação, acesso a tela de cadastro (Figura 5) e sair da aplicação, respectivamente. Caso o acesso seja negado, será mostrado um aviso na tela.

Código 2 – Código de verificação de login

```

1 public void EntrarClick()
2 {
3     Usuario usuario = SingleDataSource.Instancia.UsuarioDAO.GetUsuario(nome.text);
4     if (usuario == null)
5         Instantiate(aviso, pai).GetComponent<Aviso>().MudaTexto("Usuário não encontrado");
6     else if (usuario.Senha != senha.text)
7         Instantiate(aviso, pai).GetComponent<Aviso>().MudaTexto("Senha incorreta");
8     else
9     {
10        this.usuario.Usuario = usuario;
11        this.usuario.nome = usuario.Nome;
12        SceneManager.LoadScene(1, LoadSceneMode.Single);
13    }
14 }
```

Para realização de um novo cadastro, é usada a tela de cadastro, apresentada na Figura 5 com campos de entrada para nome, senha, confirmação de senha, idade, condições e lesões. Os valores de entrada são verificadas e inseridos no banco por um *script*. Além disso, caso os dados não estejam de acordo com o necessário, são mostrados avisos para indicar as ações a serem tomadas, como na Figura 6.

Figura 5 – Tela de Cadastro

A interface de usuário para o cadastro de um usuário. Ela contém campos para Nome, Senha, Confirmar senha e Idade. À direita, há seções para Condições (Hipertensão, Diabetes) e Lesões (Ombros, Joelhos). No centro, há dois botões: "Cadastrar" (destaque) e "Voltar".

Nome:		Condições
Senha:		<input type="checkbox"/> Hipertensão <input type="checkbox"/> Diabetes
Confirmar senha:		Lesões
Idade	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Ombros <input type="checkbox"/> Joelhos
Cadastrar		
Voltar		

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 – Avisos de cadastro

A tabela exibe cinco avisos de cadastro, cada um com uma caixa de texto e um ícone de fechamento (X).

AVISO	X	AVISO	X
Cadastro realizado		Já existe um usuário com esse nome	
AVISO	X	AVISO	X
As senhas devem coincidir		Insira uma senha	
AVISO		Insira um nome	

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.4 Exibição de informações

Para exibir as informações armazenadas no Banco de Dados são utilizados alguns elementos. São eles: a barra de *status*, a tela de estatísticas, os cartões de exercício (seção 4.3) e a tela de preparo de treino (subseção 4.5.1). A seguir, serão abordados informações sobre a barra de *status* e a tela de estatísticas.

4.1.4.1 Barra de *status*

A barra de *status*, Figura 7, recupera informação do usuário no Banco de Dados para exibir seu nome, nível, pontos de experiência e dinheiro. Para maior imersão na gamificação, foram utilizados elementos de UI (Interface de Usuário) típicos de jogos a fim de identificar cada valor. As informações são recuperadas por meio de um *script* que recupera as informações do usuário e as atribui aos campos de texto da barra de *status*.

Figura 7 – Barra de *status* com informações

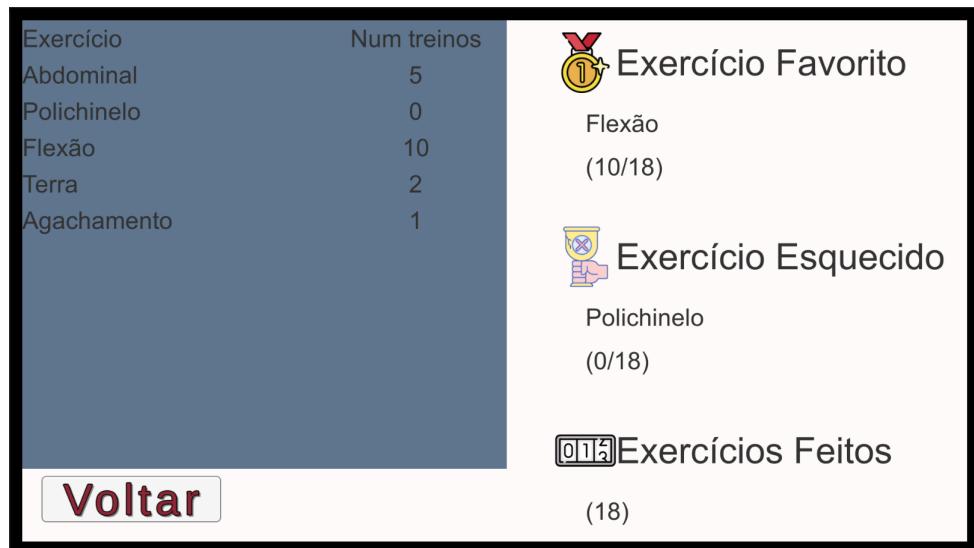


Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.4.2 Estatísticas

Para obter informações sobre os exercícios realizados pelo usuário, a fim de destacar o progresso, foi feita uma tela de estatísticas. Essa tela é responsável por mostrar o número de vezes que o usuário realizou cada exercício, o exercício mais realizado, o menos realizado e o número total de exercícios realizados (Figura 8).

Figura 8 – Tela de Estatísticas



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 Módulo de Menu

Para navegação pelas diferentes telas foi implementado um menu. Portanto a seguir será apresentado o menu principal do *software* e também sobre algumas implementações gerais da aplicação que ajudam o usuário a entende-la.

4.2.1 Menu Principal

Após realizado o *login*, o usuário depara-se com a tela de menu principal (Figura 9) que tem como objetivo organizar o acesso as diferentes telas da aplicação. Com isso, o Menu conta com uma barra de *status* que já mostra para o usuário que tudo correu bem no *login*, e que suas informações estão atualizadas.

Cada um dos botões do menu principal leva a outras telas. O botão "Atividade" leva à tela de preparo de treino para realização da atividade. O botão de "Exercício" leva à uma tela que mostra informações sobre os exercícios obtidos. O terceiro botão "Estatística" leva a tela de estatísticas, e por fim o botão de "Dados" fornece acesso a tela que possibilita revisão de dados pessoais.

Para voltar a tela de *login* e entrar com outro usuário, ou realizar um cadastro sem fechar a aplicação, utiliza-se o botão "Voltar".

Figura 9 – Menu principal

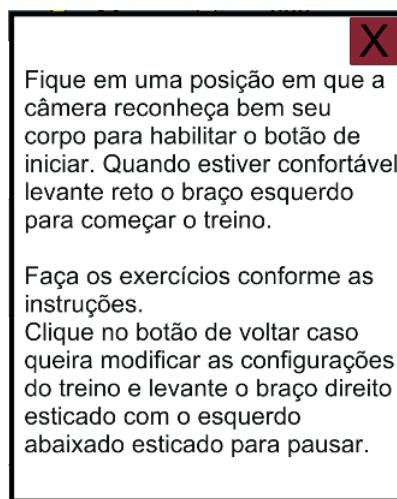


Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.2 Tutoriais

As informações sobre as ações que o usuário deve fazer para utilizar o *software* são exibidas por meio de tutoriais, que são janelas com texto indicando instruções e um botão para fechar a janela. As telas que as implementam são a de exercícios, de preparo de treino, de treino, revisão dos dados, *login* e cadastro. As janelas de tutorial são todas semelhantes a janela da Figura 10, apresentando apenas diferenças em seus textos.

Figura 10 – Tutorial da tela de treino

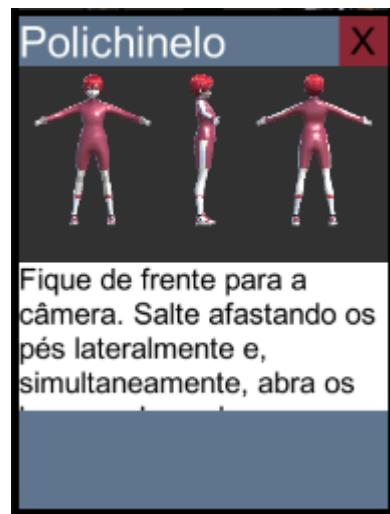


Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 Cartões de exercício

Cartões de exercício são usados para representar as atividades físicas implementadas no *software*. A escolha foi feita tendo em vista o tema da gamificação, sendo os cartões de exercício janelas retangulares com nome, descrição e animação 3D executando o movimento, como na Figura 11. As informações de nome, descrição e animação do modelo 3D são retiradas da tabela "Exercicio" do Banco de dados. Além disso, a cor de algumas de suas áreas podem ser alteradas de acordo com o campo "Nivel" da tabela "UsuarioXExercicio".

Figura 11 – Cartão do Exercício Polichinelo



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.1 Tabela Exercício

Para facilitar o acesso, organização e possibilitar o uso da tabela "UsuarioXExercicio", foi criada a tabela "Exercicio" no SQLite. A tabela não é alterada pelos *scripts* do programa, servindo apenas para consulta e, como pode ser observado a partir das informações da Figura 12, apenas os cinco exercícios implementados tem uma descrição própria.

Figura 12 – Dados da tabela Exercício

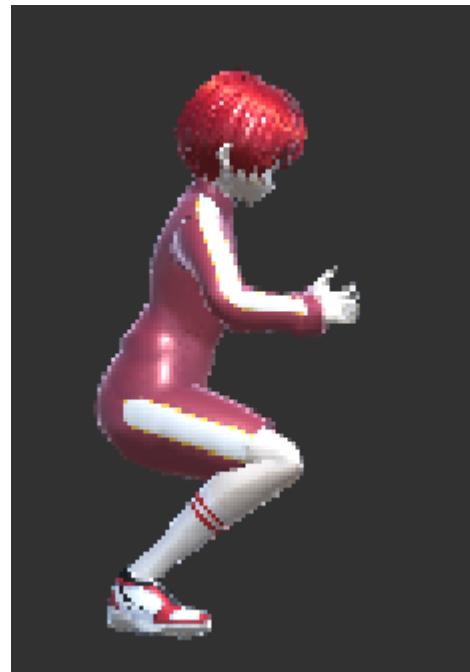
	Id	Nome	Descrição
1	0	Alogamento de costas	
2	1	Prancha com chute	
3	2	Abdominal	Fique de lado para a câmera. Deite com o quadril, costas e...
4	3	Bicicleta	
5	4	Bicycle Crunch	
6	5	Ponte	
7	6	Bug	
8	7	Crunch	
9	8	Dead Bug	
10	9	Half Slope	
11	10	Polichinelo	Fique de frente para a câmera. Salte afastando os pés lateralmente e, simultaneamente, abra os braços
12	11	Elevação de perna	
13	12	Abdominal Russo	
14	13	Montanha	
15	14	Prancha	
16	15	Plank com passo lateral	
17	16	Plank Alta	
18	17	Flexão	Vire com o lado esquerdo do corpo para a câmera e deite com o rosto voltado...
19	18	Corrida	Corrida
20	19	Tesoura	Tesoura
21	20	Terra	Fique com o lado esquerdo do corpo para a câmera. Com o corpo em pé e reto, abaixe a parte superior
22	21	Agachamento	Fique com o lado esquerdo do corpo para a câmera. Pés paralelos e afastados (largura...
23	22	Burpee	Burpee
24	23	Passada	Passada

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.2 Animações

O modelo 3D presente nos cartões de exercício e as animações utilizadas pelo mesmo foram obtidas a partir da *Unity Asset Store*, como na Figura 13. Animações são arquivos do tipo ".anim" que descrevem os movimentos realizados por um objeto ao longo de um determinado período de tempo, sendo possível sua repetição infinita, ou *loop*. Nesse caso, como foi utilizado um modelo 3D, as animações descreviam as posições dos eixos x, y e z em alguns momentos chave, sendo os demais *frames* da animação responsáveis por fazer a transição da posição. Para cada exercício e cartão existe uma animação diferente, sendo implementadas e administradas por meio de *Controllers* e *Animators*.

Figura 13 – Figura da animação de agachamento sendo realizada pelo modelo 3D



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.3 Miniatura de Cartões de Exercício

Por motivos de organização foi desenvolvido uma miniatura de cartão de exercício (Figura 14), que é exibida em algumas telas e contam com nome e uma imagem representando o exercício a que se refere. Também possui uma propriedade para que quando for clicada, abra no centro da tela o cartão de exercício correspondente.

Figura 14 – Miniatura do cartão agachamento



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.4 Tela de exercícios

A tela criada para visualização de detalhes dos exercícios obtidos por meio dos cartões e suas miniaturas foi a tela de exercício, Figura 15. A tela faz a instância de todos exercícios obtidos e conta com uma barra de rolagem para visualizar todos eles caso o usuário tenha mais que o possível de ser exibido.

Figura 15 – Tela de Exercício



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.4 Módulo Sorteio de Cartões de Exercício

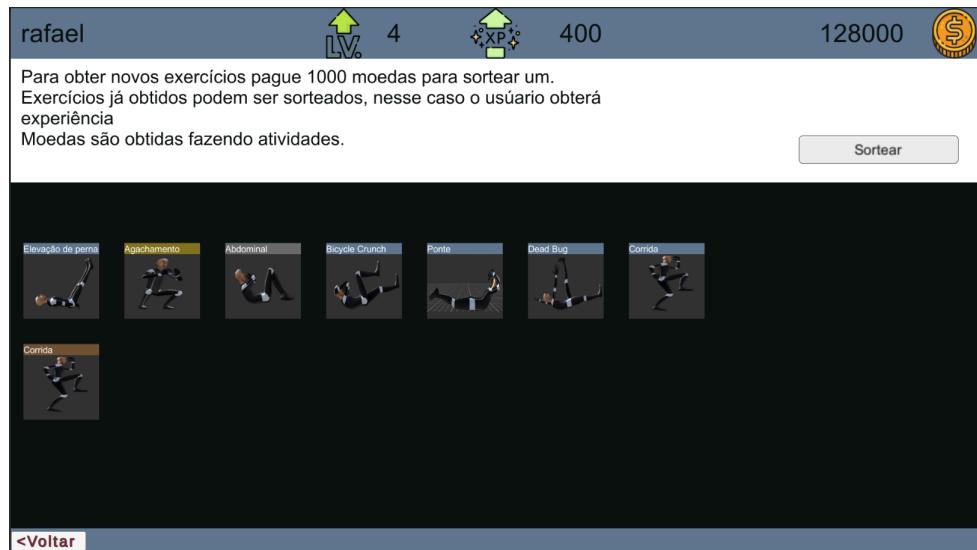
O Módulo de Sorteio de Cartões de Exercício foi desenvolvido com intuito de aplicar mais um elemento de jogos para motivação de exercícios físicos. Nesse caso foi aplicado o conceito de *loot boxes* de jogos *gacha*, nos quais o usuário compra conteúdos de jogo com moedas obtidas durante o jogo. Dessa forma, o usuário começa com alguns exercícios para que possa realizar treinos e obter moedas, que serão usadas para comprar mais exercícios obtendo mais opções para realizar seus treinos.

Os exercícios já obtidos podem ser sorteados novamente, porém será atualizado o nível daquele exercício para o usuário, para valor de no máximo três. Dessa forma, podem ser feitas alterações nas cores dos cartões de exercício de acordo com seu nível. Isso é para que o usuário receba um prêmio cosmético por sortear e também possa desejar sortear os seus exercícios favoritos, não limitando o apelo do sorteio apenas pelo conteúdo jogável.

O sorteio é realizado pela tela de sorteio (Figura 16), acessível pela tela de Exercícios. A tela conta com instruções sobre o sistema e um botão, que subtrai 1000 moedas da

barra de *status* e do usuário para adicionar um novo exercício. Nota-se que os exercícios já obtidos sobem de nível e tem suas cores atualizadas já nessa tela, gerando a sensação novidade.

Figura 16 – Tela de Sorteio



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.5 Módulo de Execução de treinos

O Módulo de execução de treino é responsável por todo o preparo do treino e também pela exibição e atualização de informações durante a atividade. Dessa forma, engloba a tela de preparo de treino (Figura 17) e a tela de treino.

Figura 17 – Tela de Preparo de Treino



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.5.1 Preparo de Treino

A tela de Preparo de Treino é responsável para que o usuário possa ajustar as configurações do treino que irá realizar. Dessa forma, as ações possíveis são a de selecionar exercícios (manualmente ou de forma automática), desmarcar exercícios selecionados e escolher a dificuldade do treino que será realizado. Assim, para iniciar um treino, deverão ser selecionados quatro, seis ou oito exercícios, dependendo da dificuldade selecionada, para representar a progressão em capacidade de realizar maiores volumes de treino. Por fim, basta clicar em iniciar.

A tela é dividida em duas partes principais, sendo a parte superior responsável pelas opções: botão de selecionar automaticamente, botões para navegar entre as dificuldades, espaços que mostram os exercícios selecionados. Existem três dificuldades, sendo elas: Iniciante, Intermediário e Avançado. Elas diferem no número de exercícios que podem ser realizados em um só treino que são quatro, seis ou oito, respectivamente. Todo usuário inicia somente com a dificuldade "Iniciante" liberada. Dessa forma, as outras são bloqueadas nessa tela, impedindo inserção de mais exercícios e mudando a imagem de cadeado para bloqueado, além de acinzentar a tela como na Figura 18. Porém, conforme treinos são realizados, os valores de experiência e de nível sobem possibilitando o usuário desbloquear novas dificuldades, dessa maneira implementando uma progressão natural no volume de treino do usuário.

Já a segunda e maior parte da tela, responsável pela exibição de exercícios é similar a da tela de exercícios. Neste caso, ao clicar em uma miniatura de exercício é colocada uma representação desse exercício nos espaços de disponíveis da dificuldade. Já essas

representações ao serem clicadas são excluídas, liberando o espaço para outro exercício. Assim, o usuário pode personalizar seu treino, escolhendo e editando a ordem de exercícios da forma que preferir.

Figura 18 – Tela de Preparo de Treino com dificuldade Avançada bloqueada

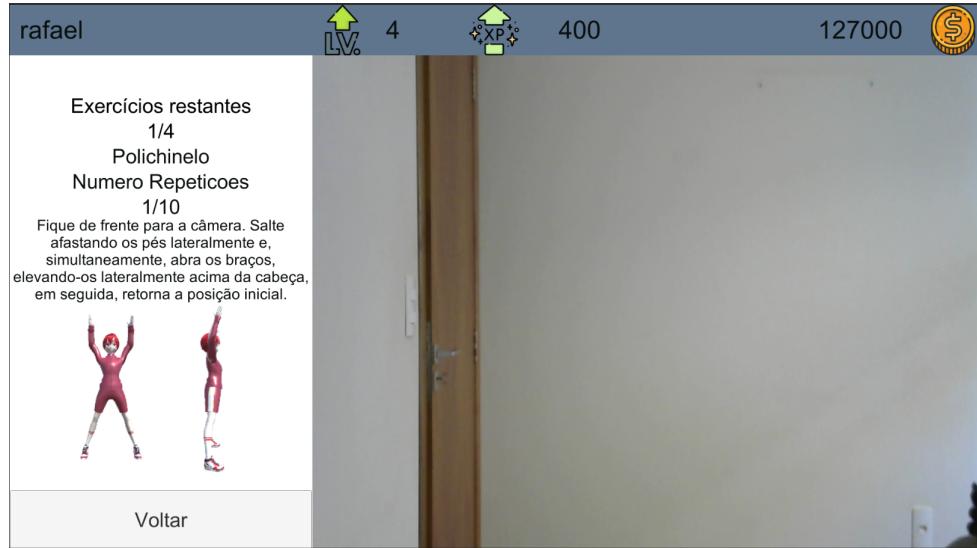


Fonte: Elaborada pelo autor.

4.5.2 Exibição de dados durante o treino

Os dados exibidos durante o treino são exibidos na tela de Treino (Figura 19) e mostram o número de exercícios feitos, número de exercícios restantes, o nome do exercício, o número de repetições executadas, a descrição de como realizar o exercício e uma animação 3D realizando o movimento.

Figura 19 – Tela de Treino em execução



Fonte: Elaborada pelo autor.

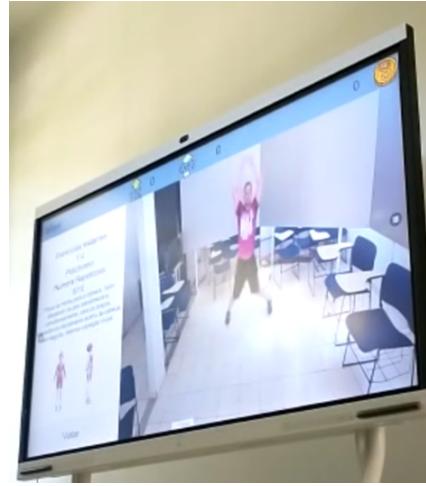
A direita do campo com informações está a imagem em tempo real do usuário que deverá realizar os exercícios conforme descrito para o Módulo de reconhecimento de imagem. Para isso, é utilizado um *script* que engloba a parte de reconhecimento e de atualização de informações, atualizando as informações conforme os exercícios são feitos.

4.6 Módulo de reconhecimento de imagem

O Módulo de reconhecimento de imagem foi implementado para que houvesse a estimativa do posicionamento do corpo humano possibilitando a contagem de exercícios a partir da imagem da câmera do usuário. Foi implementado na tela de Treino com base nas informações obtidas pela *pipeline BlazePose Barracuda*, sendo comparadas para garantir que o corpo está posicionado de acordo com o exercício.

Para possibilitar a obtenção de informação sobre a qualidade do processamento dos dados, foi implementado medidor de taxa *frames* por segundo (FPS), que representam quantas imagens a aplicação consegue mostrar por segundo realizando todas suas operações. Na Figura 20 é possível ver a imagem sendo capturada e foram obtidas taxas entre 30 e 40 FPS.

Figura 20 – Tela de Treino no *IdeaHub* sendo realizado polichinelo



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.6.1 Implementação

Para implementação de reconhecimento de imagens no *software* é necessário o uso da biblioteca *BlazePose*, que possibilita a implementação de um detector para processar imagens e devolver resultados de pose. Dessa forma, é atualizada a imagem processada pelo detector a cada *frame* com a imagem obtida pela câmera, assim como também é atualizada a imagem da direita na tela de treino.

É utilizada a função do *Unity* "*LateUpdate()*" para definir ações que serão realizadas a cada *frame* da aplicação. No Código 3 é possível ver as atualizações da imagem (*display*) e do detector (*detecter*) sendo atualizados com a imagem da *webcam* e também a repetição das funções "*funcao*" e "*Pause*". *Pause* verifica se o braço direito está levantado e o esquerdo abaixado para poder pausar o treino e também se o braço esquerdo está levantado para retomá-lo. Já "*funcao*" trata-se de uma *Action*, uma variável que armazena funções que retornam vazio, de forma que possa ser utilizada em repetição sem que seja necessário também verificar as condições a todo *frame*. Foi utilizada uma *Action* para que a verificação de execução de exercício pudesse ser trocada ao concluir o número de repetições necessárias.

Código 3 – Função *LateUpdate*

```

1 void LateUpdate(){
2     display.texture = webCamInput.inputImageTexture;
3     detecter.ProcessImage(webCamInput.inputImageTexture);
4     funcao(detecter);
5     Pause();
6 }
```

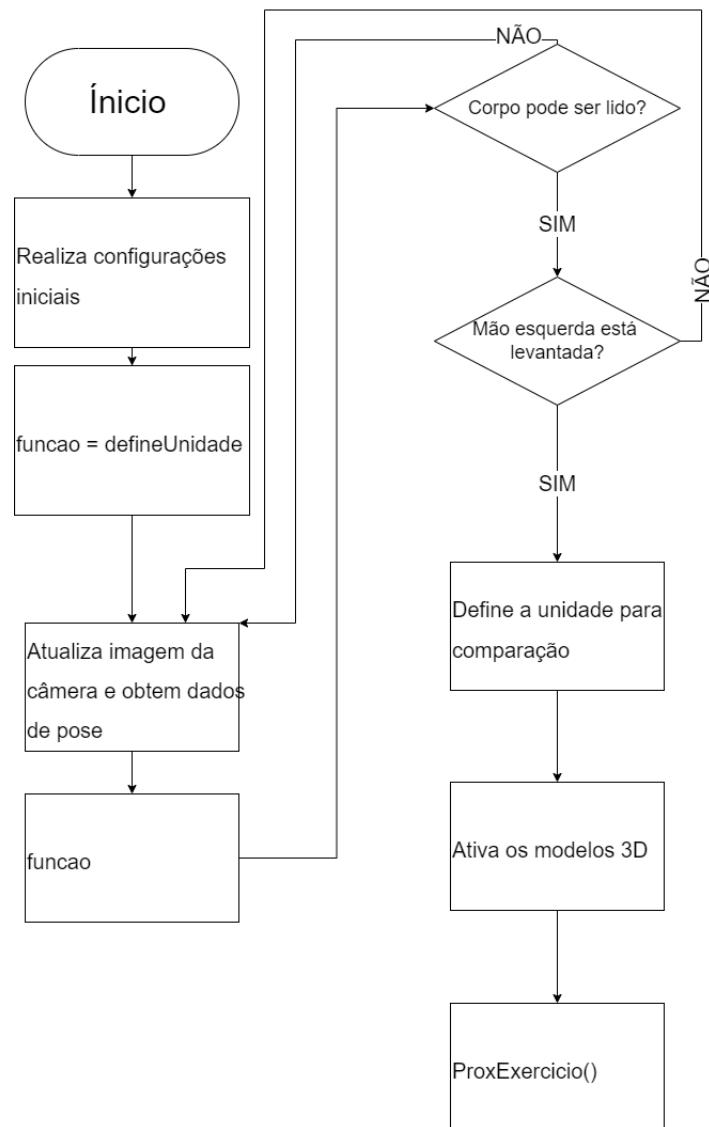
4.6.2 Preparo

É necessária algumas configurações no inicio de cada treino para garantir sua boa funcionalidade. Primeiramente são armazenados o número e o código dos exercícios selecionados para que se possa trocar e verificar as informações ao longo do treino. Por fim, para variável "*funcão*", que será utilizada a cada *frame*, será atribuída a função "*defineUnidade*". Essa função usa as informações obtidas pelo *detector* para disponibilizar o botão "Inicio", e então, nesse caso, verificar se o braço direito do usuário está "levantado" para então iniciar o treino.

No momento que os marcos do corpo do usuário podem ser bem lidos pelo *detector* e esse levanta o braço esquerdo, é definido o valor da unidade que será utilizada para comparar a posição de suas partes do corpo, sendo baseada na distância entre seu nariz e seu pé. Isso é feito para que o usuário possa realizar o exercício independente da distância que esteja da câmera. Por fim, são ativados os modelos 3D e chamada a função "*ProxExercicio*" que será utilizada durante todo o treino e é responsável por passar para o próximo exercício, além de atualizar as informações exibidas para o exercício atual.

Esse processo foi aplicado no *script* da tela de treino e está representado no fluxograma da Figura 21.

Figura 21 – Fluxograma de configurações iniciais de treino



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.6.3 Contagem de exercícios

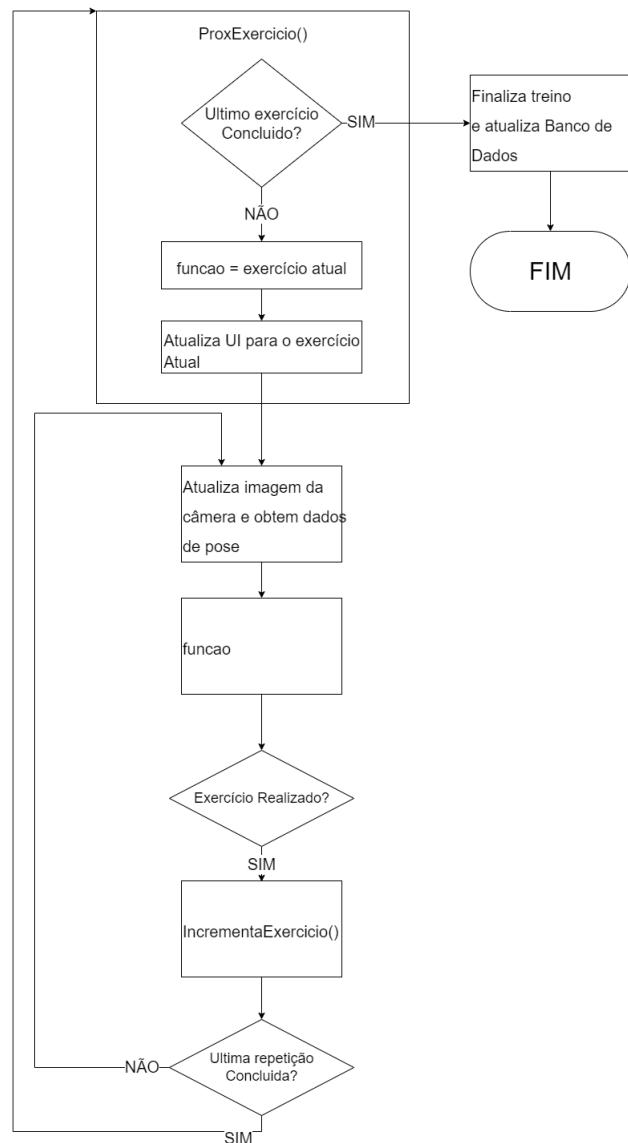
Após realizadas as configurações iniciais, o *script* se responsabiliza por contar repetições dos exercícios e atualizar as informações conforme vão sendo feitos. Dessa forma, a etapa tem início com a função "*ProxExercício*" que primeiro verifica se o exercício é o último a ser concluído. Caso não seja, será atualizada a variável "*funcao*" para reconhecer a realização do exercício atual e também a interface para mostrar suas informações. Dessa forma, o *software* poderá verificar a cada *frame* se o exercício foi realizado.

Para poder verificar a realização dos exercícios, foram criadas funções para cada movimento. Dessa forma, elas compararam as coordenadas dos marcos do corpo para incrementar uma repetição do exercício quando o usuário faz em sequência a pose final e inicial do mesmo. Assim, será atualizado o número de repetições e então verificado se foi realizada a última repetição do exercício, caso não, será reiniciado o processo de contagem. Já no caso de ter sido concluída a última repetição, o programa passa para o próximo movimento utilizando a função "*ProxExercicio*".

Caso a função de "*ProxExercicio*" seja chamada após realizado o último exercício o *software* atualizará o Banco de Dados fornecendo as recompensas ao usuário e abrindo uma janela de aviso para avisar que o treino foi concluído. Dessa forma, quando a janela for fechada, o usuário voltará para tela de preparo.

Esse processo é mostrado pelo fluxograma da Figura 22.

Figura 22 – Fluxograma de atualização de exercícios



Fonte: Elaborada pelo autor.

5 Conclusão

Com o emprego da gamificação, a motivação para várias atividades, sobretudo atividade física, tende a aumentar devido ao uso de elementos de jogos. Além disso, elementos de jogos *gacha* conseguem gerar incentivos poderosos para seus jogadores e até podem contribuir para disciplina dos usuários, assim tornando seu uso interessante para gamificação.

O *software* desenvolvido emprega elementos tradicionais da gamificação para fornecer estatísticas, prêmios e informações ao seu usuário. Assim podendo alcançar diversos públicos com diferentes motivadores para prática de exercícios físicos. Além disso ainda aplica um módulo de sorteio baseado em jogos *gacha*, e ainda um modelo 3D estaticamente de acordo, a fim de replicar seus efeitos no contexto de gamificação propriamente dita.

O uso da lousa inteligente *IdeaHub* ajuda no envolvimento com sua câmera e tela grande. Já o uso de reconhecimento de imagem para atualização automática dos componentes gráficos durante o treino contribui com a gamificação. Além disso, ajuda na conscientização do movimento tendo em vista que sua contagem se dá apenas com a realização correta do exercício.

Por fim, com este trabalho foram utilizadas técnicas de gamificação para busca do estímulo da prática de atividade física e obtenção dos seus benefícios. Além disso, também observa-se a forma com que podem ser aplicados diferentes elementos típicos de jogos buscando benefícios. E também contribuiu para obtenção de novos conhecimentos sobre as tecnologias e métodos aplicados.

5.0.1 Trabalhos futuros

Apesar da realização dos objetivos propostos levando em conta o tempo estipulado e o conhecimento usado, ainda existem aprimoramentos que podem ser integrados no projeto como trabalhos futuros. Dentre esses podem ser implementados modelos de reconhecimento de realização de exercício para todos os outros cartões e animações utilizados. Além disso, novas formas de treino, modelos 3D diferentes e alterações cosméticas para os elementos gráficos do *software* poderiam ser obtidos como recompensas de progresso de nível ou compradas no módulo de sorteio.

Também podem ser implementadas mais técnicas de gamificação, como uso de *ranking* de usuários que mais realizam atividades físicas. Assim, utilizando um servidor para armazenar os dados dos usuários ainda seria possível a utilização da técnica entre diferentes localidades.

Por fim, podem ser consultados profissionais da área de educação física para especificação de metodologias de combinação de exercícios para compor treinos e suas frequência de realização, levando em conta os diferentes agrupamentos musculares e os tempos de descanso para evitar lesões. Assim como para definir quais condições devem ser levados em consideração para prática de exercícios físicos e como afetariam a obtenção dos mesmos no software. Além disso, podem auxiliar no desenvolvimento de novos cartões e animações.

Referências

- ALLEN, G.; OWENS, M. *The definitive guide to SQLite : [take control of this compact and powerful tool to embed sophisticated SQL databases within your applications]*/ Grant Allen; Michael Owens. [S.l.]: New York, Ny Apress, 2010.
- ARZU, D.; TUZUN, E. H.; EKER, L. Perceived barriers to physical activity in university students. *Journal of sports science & medicine*, Dept. of Sports Medicine, Medical Faculty of Uludag University, v. 5, n. 4, p. 615, 2006.
- BAZAREVSKY, V.; GRISHCHENKO, I. *On-device, Real-time Body Pose Tracking with MediaPipe BlazePose*. 2020. Disponível em: <<https://ai.googleblog.com/2020/08/on-device-real-time-body-pose-tracking.html>>. Acesso em: 23 de Dezembro de 2022.
- BRAGA, R. A. et al. A gamificação da saúde. *Revista Brasileira em Tecnologia da Informação*, v. 4, p. 17–28, 03 2022. Disponível em: <<https://www.fateccampinas.com.br/rbt/index.php/fatec/article/view/69/31>>. Acesso em: 21 de Dezembro de 2022.
- BURKE, B. *Gamificar*. [S.l.]: DVS Editora, 2015.
- DATE, C. J.; VIEIRA, A.; LIFSCHITZ, S. *Introdução a sistemas de bancos de dados*. [S.l.]: Campus, 2004.
- DIBONA, C.; OCKMAN, S.; STONE, M. *Open sources : voices from the open source revolution*. [S.l.]: O'reilly, 1999.
- HOYOVERSE. *Genshin Impact*. 2020. Android, iOS, Windows, PlayStation 4.
- IKEP. *BlazePoseBarracuda*. 2022. Disponível em: <<https://github.com/creativeIKEP/BlazePoseBarracuda>>. Acesso em: 6 de Janeiro de 2023.
- KAWASOKO, Á. N. et al. Gamificação em academias de ginástica: uma análise de sua aceitação e aplicabilidade. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*, v. 3, n. 1, 2019.
- KOIVISTO, J.; HAMARI, J. Gamification of physical activity: A systematic literature review of comparison studies. In: CEUR-WS. *3rd International GamiFIN Conference, GamiFIN 2019*. [S.l.], 2019.
- LUGARESI, C. et al. *MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines*. 2019.
- MARCZEWSKI, A. *Gamification : a simple introduction a bit more*. [S.l.]: Andrzej Marczewski, 2013.
- MIRANDA, E. N. M. d.; SILVA, P. V. T. d. Implicações do sistema límbico na aprendizagem em uma perspectiva neuropsicomotora. *Criar Educação*, v. 10, p. 161, 06 2021.
- NIETO-ESCAmez, F. A.; ROLDÁN-TAPIA, M. D. Gamification as online teaching strategy during covid-19: A mini-review. *Frontiers in Psychology*, v. 12, 05 2021.

- ORGANIZATION, W. H. *World health statistics 2022: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals.* 2022. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/item/9789240051157>>. Acesso em: 6 de Janeiro de 2023.
- REBAR, A. L.; TAYLOR, A. Physical activity and mental health; it is more than just a prescription. *Mental Health and Physical Activity*, Elsevier, v. 13, p. 77–82, 2017.
- SILVA, F. J. A. d. et al. Doenças crônicas não transmissíveis como um problema de saúde pública: uma revisão sistemática. *Conjecturas*, v. 22, p. 864–873, 11 2022.
- STAMATAKIS, E. et al. Sitting time, physical activity, and risk of mortality in adults. *Journal of the American College of Cardiology*, American College of Cardiology Foundation Washington, DC, v. 73, n. 16, p. 2062–2072, 2019.
- WOODS, O. The affective embeddings of gacha games: Aesthetic assemblages and the mediated expression of the self. *New Media Society*, v. 0, p. 146144482110677, 01 2022a.
- WOODS, O. The economy of time, the rationalisation of resources: Discipline, desire and deferred value in the playing of *< i>gacha</i>* games. *Games and Culture*, v. 17, p. 931–1092, 03 2022b.
- ZUCKERMAN, O.; GAL-OZ, A. Deconstructing gamification: evaluating the effectiveness of continuous measurement, virtual rewards, and social comparison for promoting physical activity. *Personal and ubiquitous computing*, Springer, v. 18, n. 7, p. 1705–1719, 2014.