



# Discoverer: Um aplicativo móvel para estímulo de atividades físicas com realidade aumentada

**Paulo Ricardo da Silva - a39708**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança para  
obtenção do Grau de Mestre em Sistemas de Informação.

Trabalho orientado por:  
Prof. Doutor Rui Pedro Lopes  
Prof. Mestre Rogério Ranthum

Bragança  
2019-2020





# Discoverer: Um aplicativo móvel para estímulo de atividades físicas com realidade aumentada

**Paulo Ricardo da Silva - a39708**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança para  
obtenção do Grau de Mestre em Sistemas de Informação.

Trabalho orientado por:  
Prof. Doutor Rui Pedro Lopes  
Prof. Mestre Rogério Ranthum

Bragança  
2019-2020



# Agradecimentos

Agradeço principalmente aos meus pais que nunca mediram esforços para me proporcionar as melhores oportunidades de enriquecimento acadêmico. Aos professores, amigos e colegas que participaram de alguma forma na minha vida acadêmica. Agradeço também a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Instituto Politécnico de Bragança pela parceria que proporcionou esse trabalho.

Agradeço a todos que me deram suporte para a conclusão deste trabalho, em especial aos orientadores. Aos que apoiaram e ofereceram suporte emocional em especial a minha namorada Giovana.

# Resumo

Devido a mudança de hábitos pertinente ao uso de tecnologias, verifica-se um aumento do número de pessoas sedentárias e conseqüentemente um declínio da qualidade de vida e na saúde, principalmente quando apontados os malefícios do sedentarismo. A proposta deste trabalho lida com uma maneira de amenizar os impactos da tecnologia, utilizando a mesma como modo de estimular a prática de atividades físicas.

Ao ponderar um meio tecnológico que pudesse cumprir com o objetivo determinou-se a utilização de smartphones, devido a sua grande popularidade e acessibilidade. Dessa maneira, foi desenvolvido um aplicativo para plataforma Android que, por meio dos princípios da gamificação, utilizou rotas mapeadas e realidade aumentada para oferecer um jogo para estimular os usuários a praticar exercícios físicos. Além do mais, a proposta do aplicativo poderia abranger outros proveitos, como o possível impulso ao turismo e exploração geográfica das regiões na qual forem utilizados.

Para fundamentar a capacidade do aplicativo em incentivar atividades físicas, foi desenvolvido e apresentado para que um grupo o utilizasse. Após a realização do teste o aplicativo foi avaliado, onde os usuários responderam um formulário online e os dados foram coletados e analisados, para então, chegar à conclusão que a proposta tem potencial de cumprir com o objetivo, isto é, estimular a prática de atividades físicas.

**Palavras-chave:** Realidade aumentada, Gamificação, Desenvolvimento móvel, Atividades físicas.

# Abstract

Due to the change in habits related to the use of technologies, there is an increase in the number of sedentary people and, consequently, a decline in the quality of life and health, especially when the harm of sedentary lifestyle is pointed out. The proposal of this work deals with a way to mitigate the impacts of technology, using it as a way to stimulate the practice of physical activities.

When considering a technological means that could fulfill the objective, the use of smartphones was determined, due to its great popularity and accessibility. Thus, an application for the Android platform was developed that, using the principles of gamification, used mapped routes and augmented reality to offer a game to encourage users to practice physical exercises. Furthermore, the application's proposal could cover other benefits, such as the possible boost to tourism and geographic exploration of the regions in which they are used.

To support the application's ability to encourage physical activity, it was developed and presented for a group to use. After performing the test, the application was evaluated, where users answered an online form and the data were collected and analyzed, to then reach the conclusion that the proposal has the potential to fulfill the objective, that is, stimulate the practice of activities physical.

**Keywords:** Augmented reality, Gamification, Mobile development, Physical activities.



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	2
1.3	Estrutura do documento . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Contexto e Tecnologias</b>	<b>5</b>
2.1	A prática de atividades esportivas . . . . .	5
2.1.1	Atividade e exercício físico: diferenças . . . . .	7
2.1.2	Benefícios das atividades físicas . . . . .	8
2.1.3	A prática de exercício físico . . . . .	8
2.2	Relação entre esporte e tecnologia . . . . .	10
2.2.1	A internet e o esporte . . . . .	11
2.2.2	Intervenção da tecnologia da informação no esporte . . . . .	12
2.3	Gamificação . . . . .	15
2.3.1	Os jogos . . . . .	15
2.3.2	Gamificar . . . . .	17
2.3.3	<i>Gamification toolkit</i> , artefatos e elementos . . . . .	18
2.4	Dispositivos Móveis . . . . .	19
2.4.1	Utilização dos dispositivos móveis . . . . .	22
2.4.2	Android . . . . .	24
2.4.3	O kit de Desenvolvimento Android . . . . .	34

2.5	A Realidade Aumentada . . . . .	40
2.5.1	Classificação RA . . . . .	43
2.5.2	Composição de um sistema RA . . . . .	45
2.5.3	O GPS como tecnologia incremental em sistemas de realidade au- mentada . . . . .	47
<b>3</b>	<b>Análise e Modelação</b>	<b>49</b>
3.1	Descrição detalhada do problema . . . . .	49
3.2	Metodologia . . . . .	52
3.2.1	Caracterizando uma pesquisa . . . . .	52
3.2.2	Etapas da metodologia . . . . .	53
3.2.3	Delimitações do projeto . . . . .	56
3.3	Especificação dos Requisitos . . . . .	57
3.3.1	Descrição do sistema . . . . .	57
3.3.2	Requisitos funcionais . . . . .	59
3.3.3	Requisitos não funcionais . . . . .	59
3.3.4	Regras de negócio . . . . .	60
3.4	Modelagem . . . . .	61
3.4.1	UML . . . . .	61
3.4.2	Caso de uso . . . . .	62
3.4.3	Diagrama de Atividade . . . . .	62
3.4.4	Diagrama de classe . . . . .	63
3.4.5	Banco de dados . . . . .	65
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento e Implementação</b>	<b>69</b>
4.1	Arquitetura . . . . .	69
4.1.1	Arquitetura de Rede . . . . .	69
4.1.2	Arquitetura do Software . . . . .	70
4.2	Ferramentas . . . . .	71
4.2.1	Android Studio . . . . .	71

4.2.2	Firestore	72
4.2.3	Google Maps	72
4.2.4	ARCore	73
4.3	Dificuldades e limitações	75
4.3.1	Limitações da plataforma	75
4.3.2	As dificuldades como desafios	76
4.4	Implementação	77
4.4.1	Registrar, login e logout	77
4.4.2	Inserir desafio	80
4.4.3	Iniciar desafio	81
4.4.4	Visualizar Ranking	87
4.4.5	Ajustes finais	89
<b>5</b>	<b>Testes e Discussão</b>	<b>91</b>
5.1	Testes realizados	91
5.2	Validação dos objetivos	97
<b>6</b>	<b>Conclusões e trabalhos futuros</b>	<b>99</b>
6.1	Conclusões	99
6.2	Trabalhos futuros	100
	<b>Bibliografia</b>	<b>101</b>

# Lista de Tabelas

2.1	Prevalência de atividade física insuficiente em 2016 (Adaptado de [1]) . . . . .	6
2.2	Distribuição das pessoas de 15 anos ou mais de idade que não praticaram esporte, no período de referência de 365 dias, segundo o motivo de não terem praticado esporte - 2015 (Adaptado de [2]) . . . . .	10
2.3	Tabela de Evidências de <i>Gamification</i> (Adaptado de [3]) . . . . .	20
2.4	Vendas mundiais de smartphones a usuários finais por fornecedor no segundo trimestre de 2019 e 2018 (milhares de unidades) (Adaptado de [4]) . . . . .	22
2.5	Realidade/ Virtualidade contínua (Adaptado de [5]) . . . . .	42
3.1	Um mapeamento entre componentes do diagrama de classes Unified Modeling Language, ou Linguagem de Modelagem Unificada (UML) e Documento de Modelo de Dados (Adaptado de [6]) . . . . .	67

# Lista de Figuras

2.1	Percentual de pessoas que praticaram algum esporte ou atividade física, no período de referência de 365 dias, na população de 15 anos ou mais de idade, por sexo, segundo as Grandes Regiões - 2015 (Reproduzido de [2]) . . . . .	9
2.2	Movimentos em campo de 6 jogadores de futebol e os dados coletados (Reproduzido de [7]) . . . . .	13
2.3	Elementos do toolkit de gamification (Reproduzido de [3]) . . . . .	20
2.4	Diagrama com a posição do sistema operacional em uma arquitetura de computacional (Reproduzido de [8]) . . . . .	25
2.5	A pilha de software do Android (Adaptado de [9]) . . . . .	28
2.6	Ilustração de uma hierarquia de <i>Views</i> , que define um layout de interface do usuário (Reproduzido de [10]) . . . . .	29
2.7	Dois dispositivos diferentes, cada um usando recursos diferentes de layout (Reproduzido de [10]) . . . . .	29
2.8	Diagrama de visão geral de como os provedores de conteúdo gerenciam o acesso ao armazenamento (Reproduzido de [11]) . . . . .	31
2.9	Estrutura de projeto no modo de visualização padrão do Android Studio (Reproduzido de [12]) . . . . .	37
2.10	Janela principal do Android Studio (Reproduzido de [12]) . . . . .	38
2.11	Evolução da transição do real para o virtual, em função do tempo e da tecnologia (Reproduzido de [13]) . . . . .	43
2.12	Realidade aumentada segundo Kirner (Adaptado de [14]) . . . . .	45

3.1	Diagrama da Metodologia de Desenvolvimento . . . . .	54
3.2	Diagrama de Caso de Uso . . . . .	63
3.3	Diagrama de Atividade: Iniciar Desafio . . . . .	64
3.4	Diagrama de Atividade: Inserir Desafio . . . . .	65
3.5	Diagrama de Classe . . . . .	66
3.6	Diagrama do Documento de Modelo de Dados: Aplicativo . . . . .	68
4.1	Sistema distribuído: modelo cliente-servidor (Reproduzido de [15]) . . . . .	70
4.2	Diagrama MVC (Reproduzido de [16]) . . . . .	71
4.3	Exemplo de funcionamento dos recursos principais do ARCore (Reproduzido de [17]) . . . . .	74
4.4	Telas do Aplicativo: Login (A), Registro (B) e Início como usuário autenticado (D) ou não (C) . . . . .	78
4.5	Barra superior e menu expansível . . . . .	79
4.6	Tela do perfil do usuário . . . . .	80
4.7	Telas de Inserção de desafio . . . . .	82
4.8	Apresentação de um Desafio . . . . .	84
4.9	Contagem regressiva após iniciar Desafio . . . . .	85
4.10	Descoberta, e a inclusão da realidade aumentada no aplicativo . . . . .	87
4.11	Finalização de um Desafio . . . . .	88
4.12	Classificação de usuários . . . . .	89
4.13	Ícone inicializador do aplicativo . . . . .	90
5.1	Perfil dos Usuários . . . . .	93
5.2	Resultados sobre os impactos do aplicativo na prática de atividades físicas . . . . .	94
5.3	Resultados das avaliações da interface do aplicativo . . . . .	95

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Enquadramento

A popularização de dispositivos móveis está proporcionando uma revolução na sociedade, as pessoas estão se tornando cada vez mais dependentes da tecnologia. Estima-se que existam 5,6 mil milhões de assinaturas de *smartphones* até o fim de 2019, com previsão de crescimento para 7,4 mil milhões em 2025, ou 83 por cento de todas as assinaturas móveis [18]. A comodidade ao acesso às informações ou auxílio com tarefas do cotidiano são umas das vantagens da utilização desta tecnologia, sendo assim, as pessoas estão se tornando mais dependentes de dispositivos móveis. Com a introdução de novas tecnologias que proporcionam uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, estão inseridas também as quais estão envolvidos o esporte, o lazer, a cultura, proporcionando uma nova forma de entretenimento aliada às tecnologias promovidas pelos *smartphones*. Surge então nesse contexto, o desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis com o intuito de estimular a prática esportiva, oferecendo ao utilizador desafios que podem ser percorridos de diferentes formas e que possam mostrar toda a diversidade de uma cidade. Com uma interação diferenciada com a inclusão da realidade aumentada, e também uma forma de estimular o turismo, são disponibilizados em pontos estratégicos uma bonificação que são

contabilizadas em cada percurso concluído. Os dados são registrados e posteriormente exibidos para a comunidade de utilizadores, sendo possível visualizar o ranking dos usuários que a utilizam e assim criar um ambiente competitivo que podera estimulador usuarios a utilizar o aplicativo.

## **1.2 Objetivos**

Com objetivo de promover a prática de atividades físicas, a criação de uma aplicação móvel parece muito conveniente devido à popularidade dos dispositivos móveis, propondo então uma aplicação que seja capaz de atrair, com a tecnologia, as pessoas a praticar atividades físicas. Além do mais por meio de percursos, os usuários poderão ainda visitar e observar locais (monumentos, obras importantes, pontos turísticos) com determinada importância cultural, podendo até estimular o turismo de determinadas regiões.

Como meio de adicionar um diferencial atrativo para aplicação, foram incorporados um ranking onde é possível visualizar os usuários com melhores pontuações, sendo as pontos adquiridos ao completar percursos, o que poderia motivar o sentimento de competição e estimular o usuário a utilizá-la. Porém o ponto chave para atrair usuários é a utilização da tecnologia de realidade aumentada, onde usuários poderão interagir com objetos virtuais e assim receber bonificações que poderão ser atribuídas no perfil do utilizador ao concluir a atividade proposta no aplicativo.

## **1.3 Estrutura do documento**

No primeiro capítulo são apresentadas os principais objetivos do trabalho o problema e a proposta de solução, no capítulo 2 são abordados e fundamentados os pontos positivos e negativos da tecnologia na qualidade de vida das pessoas focados na prática de atividades físicas e esportes, e também a relação entre atividades físicas, jogos e tecnologias. Por fim, as tecnologias utilizadas na elaboração da proposta de solução ao problema. No capítulo 3, são apresentadas a metodologia de desenvolvimento para o trabalho, enquanto no capítulo

4 descritos como foram implementadas cada uma das funcionalidades da aplicação. No capítulo 5 os testes realizados e apuração dos resultados e no ultimo capítulo (capítulo 6) a conclusão obtida com o trabalho.



# Capítulo 2

## Contexto e Tecnologias

No capítulo 2 serão apresentados os problemas e suas relações com a tecnologia, associando primeiramente a relação entre a tecnologia e o sedentarismo. Posteriormente, será abordado os impactos das tecnologias nos jogos. Por último, explicar as tecnologias utilizadas para elaboração da proposta de solução.

### 2.1 A prática de atividades esportivas

As atividades físicas estão presentes nas vidas humanas em todas as fases. Desde criança até quando nos tornarmos idosos, estamos envolvidos com algum tipo de atividade física como, por exemplo, andar, subir escadas, praticar esportes ou qualquer outra atividade do dia a dia que exija o movimento do corpo. As atividades físicas são grandes aliadas no combate a doenças crônicas não transmissíveis desde que praticadas regularmente. Além disso, a prática regular traz outros benefícios ligados às capacidades funcionais do corpo humano e promover uma melhor qualidade de vida com o envelhecimento [19].

Com o objetivo de estimar novas tendências mundiais, a Organização Mundial da Saúde (OMS) utilizando dados de 2001 a 2016 calculou que apesar dos reconhecidos benefícios das atividades físicas, 1,4 mil milhões de pessoas adultas não as praticam suficientemente e alertou sobre os riscos do sedentarismo relativamente a doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, demência e alguns tipos de câncer.

Segundo a OMS, para atingir o mínimo recomendado de atividades físicas, pessoas adultas precisam praticar por semana 150 minutos de atividades com intensidade moderada ou 75 minutos de atividades intensidade elevada [20].

Afirma a principal autora do estudo, Regina Guthold:

“Ao contrário de outros grandes riscos para a saúde global, os níveis de inatividade física não estão caindo e mais de um quarto de todos os adultos não estão atingindo os níveis recomendados de atividade física” [1]

Nessa pesquisa foram utilizados dados de 1.9 milhões de pessoas, de 168 países, com idade mínima de 18 anos de idade. Foram consideradas atividades físicas todo tipo de atividade física realizada no trabalho, em casa, deslocamentos e atividades de lazer e esportes. Analisando a da tabela de prevalência de pessoas com atividades físicas insuficientes de 2016 (tabela 2.1), observa-se que o número de mulheres que não praticam atividade físicas suficientes são ligeiramente maiores (32%) que os homens (23%). Nota-se também que em países desenvolvidos, com rendas maiores, tendem a ter uma população mais sedentária.

<b>Percentual de atividade física insuficiente</b>			
	<b>Geral</b>	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>
Todos Países	27,5	23,4	31,7
Ásia Central, Oriente Médio e norte da África	38,8	25,9	39,9
Leste e sudeste da Ásia	17,3	17,6	16,9
Ásia-Pacífico de alta renda	35,7	33,0	38,3
Países ocidentais de alta renda	36,8	31,2	42,3
América Latina e Caribe	39,1	34,3	43,7
Oceânia	16,3	12,3	20,3
Sul da Asia	33,0	23,5	43,0
África Subsaariana	21,4	17,9	24,8
Baixa renda	16,2	13,4	18,8
Renda média	26,0	21,9	30,1
Alta renda	36,8	32,0	41,6

Tabela 2.1: Prevalência de atividade física insuficiente em 2016 (Adaptado de [1])

O desenvolvimento e o uso de tecnologias são apontadas como motivo para aumento do sedentarismo, já que países mais desenvolvidos estão mais propensos a expansão de

modos de vida mais sedentários promovidos pelas facilidades tecnológicas, que vão desde transporte, novos ofícios e formas de recreação mais sedentárias, enquanto os países menos desenvolvidos o cálculo de sedentarismo é influenciado, e conseqüentemente menor, pois existe por parte das populações esforços maiores com o trabalho e deslocamentos nas atividades diárias. Como forma de combate ao sedentarismo, embora já exercidas por alguns países, sendo Portugal um desses, cabe aos governos implementar uma política de incentivo ao esporte e a práticas esportivas promovendo caminhadas, corridas, ciclismo ou outras recreações ativas.

“Os países precisarão melhorar a implementação de políticas para aumentar as oportunidades para a prática de atividade física e incentivar mais pessoas a serem fisicamente ativas. Os governos reconheceram a necessidade de ação, endossando o plano de ação mundial sobre atividade física e saúde para 2018 a 2030” [1]

Entretanto na pesquisa acima não foram considerados a diferença entre atividade física, atividade esportiva ou exercício físico.

### **2.1.1 Atividade e exercício físico: diferenças**

Uma atividade física é qualquer movimento corporal produzidos por estímulos musculares que proporcionam aumento do gasto energético, isto é, a energia necessária para que ocorra o movimento. São consideradas atividade físicas as atividade cotidianas como caminhar até a escola, limpar casa ou outras atividades cotidianas com menores intensidades [21]. Um exercício físico é uma forma de atividade planejada, estruturada e ou repetitiva com intuito de melhorar a aptidão física, coordenação motora, ou reabilitação orgânico-funcional [22]. São atividades mais intensas como correr, jogar ou praticar algum esporte.

Considerando essas informações percebe-se que a não diferenciação dos grupos de pessoas praticantes de atividades físicas e praticantes de exercícios físicos na pesquisa

mesmo que seja de relevada importância, ainda nos mostra altos índices de sedentarismo e informações preocupantes devido aos malefícios do sedentarismo.

### **2.1.2 Benefícios das atividades físicas**

As atividades físicas regulares deveriam estar presentes na vida das pessoas em todas as fases de desde crianças, adultos e idosos. Grandes benefícios são proporcionados em relação a composição corporal, coordenação motora, força muscular, flexibilidade e efeitos metabólicos quando praticados regularmente toda a vida [19].

Outros benefícios ligados a saúde são considerados como principais efeitos positivos dos exercícios regulares, como aumento da resistência física, melhor eficiência do sistema imunológico, redução dos níveis de ansiedade, controle do estresse, preservação da massa óssea, dos músculos e das articulações, diminuição do colesterol total e aumento da lipoproteína de alta densidade, no inglês High Density Lipoprotein (HDL) [23], reconhecido como o colesterol bom [24].

Além disso, a prática esportiva é uma aliada na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como a depressão que atualmente é considerada como uma das maiores causas de problemas de saúde e invalidez no mundo, atingindo 11% da população ao longo da vida, com 322 milhões de pessoas diagnosticadas em 2017 pela OMS.

Segundo [25], a atividade física torna-se um grande aliado no combate a depressão, de baixo custo e preventiva para doenças que são consequências de situações de estresse. Praticantes de atividades físicas regularmente tem reduzidos sintomas de depressão. Sendo assim, estão evidenciados os benefícios das atividades físicas no tratamento e prevenção de doenças.

### **2.1.3 A prática de exercício físico**

Existe uma grande variedade de atividades que podem ser consideradas exercícios físicos. Estes podem ser aeróbios, anaeróbios com intensidade leve, moderada ou alta [26]. Um esporte pode-se manifestar de forma educacional, participativa ou rendimento tal qual

não deve se limitar as faixas etárias ou práticas em grupo [27].

Mesmo com o aumento das práticas esportivas, o número ainda está longe do ideal [2]. No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em uma pesquisa realizada em 2015 com 38.8 milhões de pessoas com idade acima de 15 anos foram entrevistadas com intuito de obter dados sobre a prática de exercícios físico naquele ano, novamente sem levar em consideração a diferença entre atividade física e exercícios físicos, e considerando apenas a resposta do indivíduo se havia praticado exercício físico naquele ano. Com o resultado da pesquisa realizada, o gráfico representado na figura 2.1, com 2% dos investigados foram indicados como positivo a prática de exercício físico sendo destes 46,1% eram mulheres e 53,9% homens.

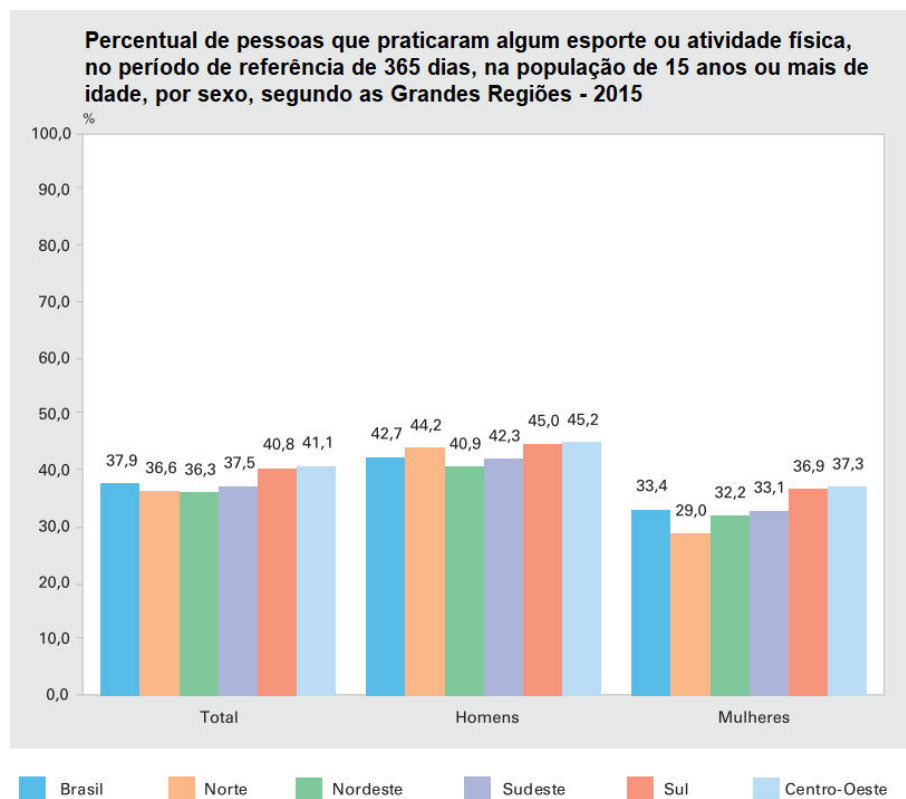


Figura 2.1: Percentual de pessoas que praticaram algum esporte ou atividade física, no período de referência de 365 dias, na população de 15 anos ou mais de idade, por sexo, segundo as Grandes Regiões - 2015 (Reproduzido de [2])

Um dos maiores obstáculos e objetivos para profissionais da área está em compreender

os pontos motivacionais das pessoas para praticar esporte. Preocupantemente, o número de praticantes tem diminuído (aumento do sedentarismo) mesmo com consciência das pessoas sobre os malefícios e benefícios da prática de atividade física em sua saúde [28].

Na mesma pesquisa, do IBGE são levantados os motivos pelos quais foram justificados pelas pessoas para não praticarem atividades físicas. Como na tabela 2.2, podemos verificar que o motivo mais comum é a falta de tempo, seguido por não gostarem ou não quererem praticar esportes.

<b>Distribuição das pessoas não praticaram esporte, em 2015 no Brasil</b>	
<b>Motivo</b>	<b>Percentual</b>
Falta de tempo	38.2
Problema de saúde ou idade	19.0
Problema financeiro	1.9
Falta de instalação esportiva acessível ou nas proximidades	2.7
Não terem companhia para praticar o esporte	1.7
Não gostarem ou não querereme	35.0
Outro motivo	1.5

Tabela 2.2: Distribuição das pessoas de 15 anos ou mais de idade que não praticaram esporte, no período de referência de 365 dias, segundo o motivo de não terem praticado esporte - 2015 (Adaptado de [2])

Tendo em vista esses dados, nota-se a necessidade de inclusão de atividades físicas na vida das pessoas, visto que esta pode ser realizada estimulando os indivíduos por meio da tecnologia, que graças a popularização dos smartphones, dos avanços tecnológicos e da comunicação, torna viável o desenvolvimento de soluções que possam ajudar, estimular e motivar a prática esportiva.

## 2.2 Relação entre esporte e tecnologia

Nessa sessão serão abordados os impactos da tecnologia no esporte e suas consequências, tanto positivas como negativas.

### 2.2.1 A internet e o esporte

Um dos primeiros grandes impactos da difusão da internet no meio esportivo foi possível de ser analisado em 2000 nas Olimpíadas de Sidney, Austrália pois uma grande quantidade de dados, informações, estatísticas sobre atletas, equipe dentre outros detalhes foram divulgados em tempo real por *websites* e poderiam ser visualizados por quem tivesse acesso a internet [29]. Segundo o CNPQ:

“O crescente interesse em quantificar informações úteis para o treinamento e a avaliação de resultados no esporte incentiva o desenvolvimento de diferentes sistemas informatizados para coleta e análise de dados técnicos. São sistemas desenvolvidos por treinadores, clubes, federações, empresas privadas e universidades, com diferentes graus de sofisticação e eficácia, para diversos esportes. As diferenças entre eles estão associadas, principalmente, à natureza dos dados que cada um permite coletar e às formas de análise disponíveis” [7].

Atualmente a disponibilização de dados de competições esportivas por meio da internet está difundida de uma forma que para espectadores é como se ela sempre fosse presente. Por meio de *streaming*, jogos e competições são disponibilizados por meio da internet e podem ser visualizadas pelos espectadores por diversos meios tecnológicos como computadores portáteis ou não, smartphones e *smart* televisores.

Além do mais, a quantidade de dados capturados por meio de novas tecnologias nos esportes aumentaram consideravelmente e essas informações podem então ser utilizadas com infinitas possibilidades dentre elas, auxiliar a performance, ou analisar os resultados de atletas ou equipes com intuito de buscar uma melhoria ou reparar uma falha e assim aprimorar o rendimento do esporte.

“pelo uso de técnicas incorporando a tecnologia é possível ampliar a imaginação e as habilidades do atleta. A habilidade natural de um atleta está sendo aprimorada além do que foi uma vez pensado ser possível - os limites só terminam com a imaginação.” [29]

Como destaque de tecnologia e exemplo que melhor pode identificar as melhorias no esporte com a tecnologia tem-se o sistema de posicionamento global, Global Positioning System (GPS). Através do mapeamento das localizações geográficas do atleta, é possível analisar informações como distâncias percorridas, tempo, velocidade-média e outras aferições que podem ser utilizadas como método indicativo de performance ou qualidade.

## **2.2.2 Intervenção da tecnologia da informação no esporte**

A tecnologia da informação tem exercido grande influência no treinamento de atividades físicas, em diferentes setores, por exemplo podem ser utilizadas por pessoas em busca de uma atividade física para lazer e descontração, como também podem ser empregadas por atletas profissionais para ganho em performance e até para treinamento de astronautas com a criação de ambientes simulados virtualmente para treinamento.

Modificações detalhadas na performance, conferência audiovisual, monitoramento de performance por meio da análise de dados, e utilização destas informações como meio de promover alguma melhoria na aptidão física, dieta e nutrição, são exemplos claros de como a tecnologia pode ser utilizada para auxiliar a tomadas de decisões no meio esportivo [29].

Em uma cartilha realizado pela Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para divulgação do XXVI prêmio jovem cientista em 2012, foi possível identificar 3 tipos de sistemas de informações e como eles agiam em relação a atividades esportivas, o sistema de anotação e coleta de dados, o sistema de rastreamento automático e análise de movimento e, por último, movimento em ambiente virtual e simulação [7].

Esses sistemas podem ser capazes de capturar, registrar e processar dados de forma muito eficiente e assim fornecer informações a treinadores sobre atletas específicos ou toda a equipe, auxiliando na tomada de decisão e assim melhorando a performance, o rendimento e as táticas, quando analisado em esportes em grupo [7].

Para exemplificar melhor a utilização de um sistema de rastreamento é apresentado no gráfico 2.2, publicado pelo mesmo estudo da CNPq, as movimentações em campos dos jogadores, registrados por câmeras em uma partida de futebol entre Brasil e Holanda

em 2010 durante a copa do mundo. A partir dos dados é possível analisar a distância percorrida pelos jogadores, o tempo que jogaram e seu local de maior atuação em campo e assim esses dados podem ser utilizados para tomada de decisões.

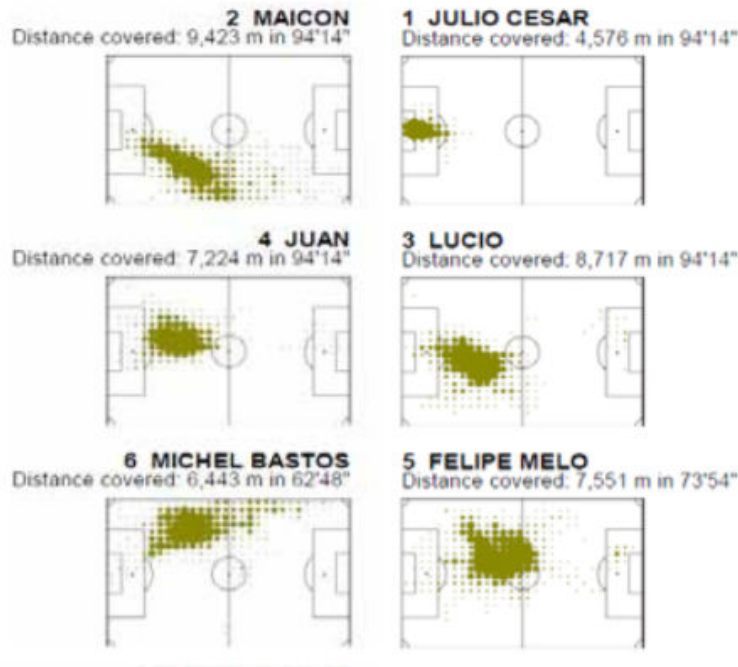


Figura 2.2: Movimentos em campo de 6 jogadores de futebol e os dados coletados (Reproduzido de [7])

O exemplo acima nos dá uma base sobre a importância da tecnologia nas práticas esportivas e exercício físicos, demonstrando como a tecnologia está proporcionando uma mudança não só nos hábitos das pessoas, mas também em todo tipo de atividade que produza algum dado que possa ser transformado em informações que poderão ser analisados e utilizados para tomada de decisões.

O avanço na tecnologia da informação tem proporcionado grandes mudanças positivas para atletas e esportes profissionais em geral, mas essas tecnologias também podem ser utilizadas para alcançar pessoas comuns, de modo a utilizar a tecnologia como uma maneira de atrair pessoas para uma vida saudável proporcionada pela prática de exercícios.

Mesmo que as tecnologias sejam utilizadas para beneficiar a população em relação a

prática de atividade física, ainda existe o lado controverso da situação. O uso indiscriminado da tecnologia, tem atingido justamente o lado contrário aos benefícios proporcionados pela utilização de tecnologia em práticas esportivas, os índices de sedentarismo tem aumentado drasticamente uma vez que os hábitos das pessoas tem se alterado devido às facilidades tecnológicas ou as novas formas de entretenimento utilizadas para diversão e lazer [30].

O sedentarismo é a ausência de atividade física regular, causador de danos às pessoas que têm funções do organismo prejudicadas quanto ao nível de eficiência o que torna as pessoas propensas a demonstrar sintomas de doenças que possivelmente são evitadas com a prática de exercícios regulares [26].

Publicada pelo Plano de ação global para a atividade física, em 2018, segundo a OMS:

“Globalmente, 23% dos adultos e 81% dos adolescentes (11 à 17 anos) não atendem as recomendações da OMS sobre atividade física.” [20]

Esses são números muito altos quando comparados a população mundial, pois 25% de todas as pessoas do mundo são consideradas sedentárias. A informação mais chocante está relacionado com a quantidade de crianças e adolescentes sedentários, visto que o número é ainda maior, onde 3 a cada 4 deles são considerados sedentários.

As consequências do sedentarismo trazidos pela tecnologia já vem mostrando danos em crianças e adolescentes, dentre os prejuízos o aumento de peso corporal é o mais perceptível [31].

A tecnologia tem-se apresentado como grande vilã e causadora de sedentarismo em crianças e adolescentes, visto que as brincadeiras tradicionais que geralmente envolviam atividade físicas de intensidade alta estão sendo substituídos por jogos eletrônicos proporcionados pelas tecnologias de computadores, vídeo games, tablets e smartphones. Tal fato que também é responsável pelo afastamento social devido a mudanças de hábitos nas brincadeiras das crianças e adolescentes [32], segundo Paiva:

“A utilização da tecnologia de forma indiscriminada pela crianças, provocam o desequilíbrio físico e psicológico, com isso, potencializa o isolamento

social através do sedentarismo, característica essa que é predominante na adesão a plataforma virtual, nesse sentido, esse fenômeno causa o embotamento afetivo, despersonalização, ansiedade e depressão, impedindo o pleno desenvolvimento e amadurecimento afetivo, físico, cognitivo e social das crianças.” [32]

## 2.3 Gamificação

Com a atual imersão do homem a um ambiente digital proporcionado pelo avanço da tecnologia e comunicação, é notório também o surgimento e criação de novas áreas de estudo e pesquisa nas quais acompanham as novas tecnologias. Junto a popularização e expansão dos videogames, cresceram pesquisas e estudos na área com diferentes propósitos que vão desde o emprego de terminologias que poderiam definir áreas de pesquisa e seus limites, análise dos possíveis impactos de suas implicações na vida cotidiana das pessoas, e da utilização, aprimoramento e inclusão de novas tecnologias. O termo *gamification* criado a partir da palavra *game* que significa jogo na língua Inglesa, se popularizou no período em que novas tecnologias começaram a ser implicadas nas vidas das pessoas e um de seus significados mais populares e abrangentes foi dada por [3] em 2012 como:

“o uso de elementos de jogos e técnicas de *game design* em contextos não relacionados a jogos” [3]

Contudo, a palavra jogo ou o ato de jogar não é algo novo para a humanidade.

### 2.3.1 Os jogos

A definição da palavra jogo apresenta múltiplos significados de acordo com influências idiomáticas e culturais, originado do latim o termo “*jucus*” significa gracejo, brincadeira, divertimento. Enquanto no dicionário da língua portuguesa encontramos a seguinte definição Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa (2015) [33]:

1. atividade cuja natureza ou finalidade é a diversão, o entretenimento;

2. atividade submetida a regras, que estabelecem quem vence e quem perde, competição desse gênero que implica sorte e azar, podendo ou não envolver apostas em dinheiro;
3. conjunto de peças, instrumentos etc. para jogar;
4. valor ou conjunto de peças ou cartas recebidas no jogo por um jogador;
5. conjunto de objetos de mesma natureza ou de emprego afim;
6. soma que se aposta ou que se deve apostar no jogo ou a cada mão; aposta;
7. ação de jogar;
8. modo de jogar, de movimentar-se; atividade do jogador ou do atleta,
9. conjunto de condições, regras, convenções estabelecidas para determinada situação

Sendo assim para que algo seja considerado um jogo, [34] deve cumprir determinados princípios e características determinadas como fundamentais sendo então estas que:

- um jogo é algo livre e voluntário;
- existe em uma realidade paralela que evade a vida real, onde deve se cumprir suas próprias regras;
- um jogo deve ter objetivos e metas definidas claramente;
- é algo replicável e tem um fim;
- quando definidas as regras de um jogo, elas devem ser cumpridas caso contrário os jogadores podem ser sujeito a penalizações ou sanções, o jogo deve gerar tensão no jogadores de alguma forma, seja por um misterioso ou incerteza;
- luta por ou representa alguma coisa; toda ação gera uma reação, que deve ser provida pelo jogo.

Um jogo, então, deve ser capaz de criar uma realidade paralela a vida real, onde tem-se suas próprias regras e limites físicos ou virtuais. O que nos faz lembrar também de outro conceito ligado aos jogos que cria uma realidade híbrida em virtual e real. Os jogos com realidade alternativa criam um ambiente onde o mundo real e a narrativa do jogo se misturam proporcionando mais interatividade ao jogo [35].

### 2.3.2 Gamificar

É a utilização de técnicas que podem ser aplicadas em variadas situações cotidianas, aplicando os elementos de jogos como ferramentas que promovam a motivação e ajudam na experiência do usuário [36].

“Tornar algo não jogo em jogo”, tem seu primeiros registros na década de 80, quando Richard Bartle definiu o termo “*gamifying*”, enquanto o termo “*gamification*” com o mesmo significado, determinado foi Nick Pelling em 2003, na sua empresa de consultoria Conundra, mas só passou ser amplamente utilizado com a expansão dos estudos e discussões na área de jogos devido ao crescimento da utilização de videogames.

Entretando o termo também é amplamente utilizado no *marketing* de serviços onde, experiências gamificadas são parte de um processo que melhora um serviço com objetivo de criar global de valor ao usuário [37].

Os pontos chaves sobre a gameificação geralmente eram em torno dos seus benefícios, devido aos pontos motivadores que levam as pessoas a jogar e a alteração da realidade. Segundo Jane McGonigal, que ministrou uma palestra denominada “*Gaming can make a better world*” na Conferência Technology, Entertainment, Design (TED) em 2010, com mais 5 milhões de visualizações, foram levantados quatro pontos motivadores em relação às pessoas e os jogos, [38], sendo:

- uma delas o senso de otimismo urgente, conceitualizado pelo desejo de agir rapidamente a fim de superar um obstáculo e obter sucesso;
- forte tecido social, pois são compartilhados valores, objetivos e regras que aumentam a confiança, a consideração e respeito pelo outro jogador;

- produtividade prazerosa, proporcionada pelo prazer que causa ao jogador por continuar a tentar até que se alcance o objetivo;
- propósito épico, que é a inspiração do jogador, são geradas por expectativas de que deve haver uma história mais importante, um destino superior, que conecta as atividades.

Já Werbach e Hunter define que *gamification* é o uso de elementos de jogos e técnicas de *game-design* em contexto não jogos que o diferencia de *game think* que é a utilização de todos recursos disponíveis para criar uma experiência envolvente e que motiva comportamentos desejado [3].

Para [39], *gamification* é um fenômeno novo, que não apresenta um consenso sobre a sua definição, geralmente são abordados como conceitos desde de toda sua trajetória, da definição do conceito até a sua institucionalização e a respectiva adoção mercadológica e acadêmica do termo. O autor ressalta que muitos outros termos são paralelamente utilizados, pois apresentam intensões parecidas ou comuns, como: *funware*, *behavioral games*, *applied gamming*, *productivity games*, *surveillance entertainment*, *game layer* e *applied game*.

### 2.3.3 *Gamification toolkit*, artefatos e elementos

De acordo com a definição de Werbach e Hunter, o conceito de *gamification* como “o uso de elementos de jogos e técnicas de *game design* em contextos não relacionados a jogos” para ser aplicado deve seguir uma técnica que cumpra determinadas características, denominada como *toolkit* [3].

Entende-se por *toolkit*, segundo o dicionário online [40] como

1. “um conjunto de ferramentas projetadas para serem usadas juntas ou para uma finalidade específica;
2. software projetado para executar uma função específica, especialmente para resolver um problema [...];

3. um conjunto fixo de procedimentos, diretrizes, critérios, etc., estabelecidos para garantir um resultado desejado ou necessário ou para evitar descuidos [...]” [40]

O *toolkit* é composto por 3 categorias de elementos (dinâmicos, mecanismos e componentes) que devem ser integrados e conectados uns aos outros, que implica no maior desafio da técnica de *gamification*.

- Dinâmica: são elementos que dizem sobre o quadro geral do sistema gamificado, e não estão diretamente no jogo, mas são essenciais para seu funcionamento, ditam os principais direcionadores.
- Mecânica: esses elementos são processos básicos que orientam a ação e a progressão do jogo, com intuito de gerar engajamento ou estímulos ao jogador.
- Por último mas não menos importante, Componentes: são as instâncias específicas da mecânica e dinâmica, e estão diretamente relacionados com a experiência do jogo.

Os elementos são organizados de forma hierárquica, figura 2.3, seguindo a ordem dinâmica, mecanismos e componentes, sendo o último os itens mais específicos. Dessa forma todos os elementos devem estar amarrados e entres si, um mecanismo está ligado a uma ou mais dinâmica, enquanto um componente, está ligado a um ou mais mecanismos.

Para obtenção de sucesso da utilização do *toolkit*, é necessário que o utilizador compreenda e tenha bem definidos cada item dos elementos, sendo que, é dado como bem definido a compreensão da finalidade e o motivador dos elementos na amarração.

Na tabela 2.3, pode-se ver as evidências que podem ser encontradas para o processo de *Gamification* e suas relações em grupos com os elementos da *toolkit*, criada por [3], com alguns dos principais artefatos e as categorias de *gamification*.

## 2.4 Dispositivos Móveis

Os dispositivos móveis como os smartphones e tablets, ganharam muita popularidade com o avanço tecnológico o que proporcionou maior acessibilidade destes e seus recursos pela

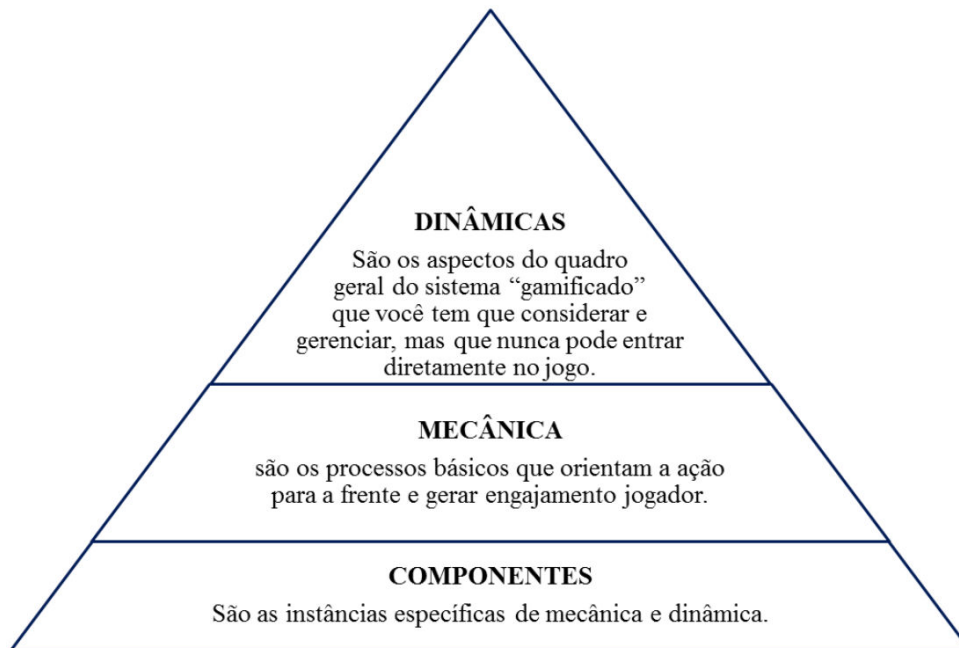


Figura 2.3: Elementos do toolkit de gamification (Reproduzido de [3])

<b>Evidências de <i>Gamification</i></b>		
<b>Dinâmicas</b>	<b>Mecanismos</b>	<b>Componentes</b>
Restrições	Desafios	Conquistas
Emoções	Chance	Avatar
Narrativas	Competição	Medalhas
Progressão	Cooperação	Coleções
Relacionamento	Feedback	Combate
	Aquisição de Recursos	Conteúdos Desbloqueáveis
	Recompensas	Presentes
	Transações	Ranking/Leaderboard
	Turnos	Níveis
	Estados de Vitória	Pontos
		Missões
		Gráfico Social
		Times
		Bens Virtuais

Tabela 2.3: Tabela de Evidências de *Gamification* (Adaptado de [3])

a população.

Atualmente existem aproximadamente 5,9 mil milhões de pessoas em todo o mundo com assinatura móvel, isto é, que possuem algum dispositivo móvel com acesso a rede de comunicações de dados móveis, e a previsão é que salte para 7,4 mil milhões até 2025. Considerando também a qualidade de rede e o acesso facilitado, temos dados que preveem a disseminação do Quinta Geração de internet móvel (5G) que poderá cobrir cerca de 65% da população mundial [18].

O sistema operacional Android, disponibilizado pelo Google, está presente na grande maioria dos dispositivos móveis, pois sua licença de código aberto permite o design ou esquematização e a redistribuição universal dos sistema operacional, com a possibilidade de livre consulta, examinação ou modificação do produto [41] e [42]. Tornando assim o Android um sistema operacional de baixo custo, e passando a ser mais utilizado em dispositivos móveis, pois diminui seus custos e podem ser modificados e adaptados para diferentes hardware. Esse fato pode ter contribuído para a popularização dos smartphones e do sistema operacional Android.

Segundo a [4], a principal empresa de consultoria e pesquisa do mundo, publicou um comunicado de imprensa em 2019, onde é possível analisar as participação no mercado dos principais fabricantes de smartphones, no segundo trimestre. Analisando a participação, na tabela 2.4, no mercado dos fabricantes, estes que utilizam sistema operacional Android tiveram uma participação maior que 50% no mercado, enquanto a Apple, com o sistema operacional iOS [43], detém um pouco mais que 10% do mercado.

Outro fato que pode sinalizar a maior popularidade do Android, é a comparação das fatias de mercado de 2019 e 2018, onde é possível visualizar uma diminuição de vendas dos iPhone's (smartphones da Apple), que pode estar associado a pouca diferença nos benefícios providos pelo aparelho. Anshul Gupta, diretor sênior de pesquisa da Gartner [4] afirma que os poucos benefícios incrementais estão impedindo que os usuários existentes do iPhone substituam seus dispositivos.

Vendas mundiais de smartphones (milhares de unidades)				
	2018		2019	
Fornecedo- dor	Quota de mercado (%)	Unida- des	Quota de mercado (%)	Unida- des
Samsung	19,3	72,3364	20,4	75,1118
Huawei	13,3	49,8465	15,8	58,0557
Apple	11,9	44,7151	10,5	38,5229
Xiaomi	8,8	32,8255	9	33,1915
OPPO	7,6	28,5111	7,6	28,1122
Others	39	146,0961	36,7	134,9139
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>374,3306</b>	<b>100</b>	<b>367,9081</b>

Tabela 2.4: Vendas mundiais de smartphones a usuários finais por fornecedor no segundo trimestre de 2019 e 2018 (milhares de unidades) (Adaptado de [4])

### 2.4.1 Utilização dos dispositivos móveis

A utilização de dispositivos móveis junto com a internet tem proporcionado grandes mudanças no comportamento das pessoas, que passaram a utilizar mais essas tecnologias. Uma pesquisa realizada pela App Annie, mostrou que em 2019 as pessoas gastaram em média 3 horas e 40 minutos por dia utilizando smartphones (com sistema operacional Android) um aumento de 35% em relação a 2017 [44].

Dentre os usuários que mais utilizam, os jovens da geração z (pessoas nascidas entre 1997 e 2012) são aproximadamente 32% da população mundial, se destacando dentre os outros, onde 98% deles possui smartphones e somam um total de 60% de todos as sessões em aplicativos mais populares [44].

Dentre as categorias de aplicativos mais utilizados, os jogos ganham um destaque, fato que pode ser um reflexo do grupo que mais utilizam os smartphones, a geração z, portanto há uma popularização maior dos jogos, pois praticamente todos carregam um console consigo, no caso o smartphone. Os jogos para dispositivos móveis tiveram 25% mais crescimento em 2019, que os jogos para outras plataformas [44].

Outro comportamento observado é mudança de hábitos quanto ao controle financeiro, onde as pessoas estão deixando de utilizar o clássico papel e caneta, ou de se locomover até agências bancárias e passando a utilizarem aplicativos para controle financeiro. O

mundo dos aplicativos de controle financeiro tiveram mais de um bilhão de acessos em 2019, um aumento de 100% em relação a 2017, mostrando o papel central dos dispositivos móveis no gerenciamento de nossas finanças diárias [44].

As compras on-line, já deixaram de ser uma novidade no panorama atual da tecnologia, porém estas estão deixando de serem realizadas em navegadores dos computadores pessoais e direcionada para os aplicativos móveis, pois apresentam experiências móveis que otimizam a usabilidade, a personalização e os serviços oferecidos. O download de aplicativos de compras cresceram 20% em relação a 2018 [44].

No entretenimento, a utilização de aplicativos para streaming de vídeo em smartphones também mostrou grande crescimento, 50% em 2019 em comparação a 2017 [44]. A melhoria na qualidade dos serviços de *streaming*, o aumento do conteúdo, e disponibilização de conteúdo offline podem ter interferido para que usuários utilizassem mais os aplicativos nos portáteis.

Quanto a categoria que mais se destacou, temos as redes sociais e aplicativos de comunicação, esta toma metade de todo o tempo no qual o usuário utiliza um smartphone. As utilizações cresceram 25% em relação a 2017. A categoria de aplicativos mais madura devido a ser umas das áreas que foram exploradas primeiro no dispositivos móveis. Porém essas aplicações, vêm se diferenciando e tomando distâncias da categoria de entretenimento, com a utilização de novas tecnologias focadas em atingir a geração z, como as mensagens autodestrutivas, o recurso “stories”, e a utilização de Realidade Aumentada [44].

As aplicações ligadas a saúde e atividade física, também obtiveram expressivos crescimentos, cerca de 1,5 bilhão de dólares gastos pelos usuários com essas aplicações o que representa 130% a mais do que foi gasto em 2017, o que pode mostrar um fator positivo quanto ao impacto da tecnologia na qualidade de vida e saúde das pessoas, que por meio dos *smartphones* tem acesso e acompanhamento de exercícios, dietas e planejamento de refeições e assim podem alcançar uma melhor qualidade de vida e saúde [44].

Existem uma infinidade de aplicativos e categorias que mostram grande impacto e aumento na utilização, como os aplicativos de entrega de alimentos e fast food, aplicativos

para transporte e dentre outros. Estas são algumas de muitas das formas nas quais os aplicativos estão influenciando e alterando o modo como as pessoas vivem, principalmente os mais jovens, que aparentemente tem menos resistência a adesão dessas novas tecnologias e, assim também sofrem maiores impactos com sua utilização.

### 2.4.2 Android

Android é um Sistema Operacional (S.O.), mantido por um consórcio de empresas denominada Open Handset Alliance (OHA), na qual o Google se destaca e acaba recebendo o mérito pelo S.O. pois adquiriu em 2005, a empresa criadora do S.O., a Android Inc. Porém, OHA, foi formado em 2007 o ano também que foi anunciado o Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) Android, por várias companhias com intuito de criar padrões abertos para telefonia, dentre as companhias que fazem parte estão as operadoras móveis, fabricantes de aparelhos, empresas de semicondutores, empresas de software, empresas de comercialização [45].

Um S.O., é um conjunto de programas responsável por gerenciar recursos e intermediar entre o usuário e o hardware, na figura 2.4 tem-se o diagrama de um de S.O. tradicional na qual torna fácil a compreensão de sua finalidade, onde por meio de uma interface gráfica o usuário interage com o sistema que utiliza os recursos do hardware, a fim de oferecer ao usuário o que foi desejado. Segundo [46] [47] [48], um S.O. pode ser conceituado numa visão *top-down* (de cima para baixo) sendo uma abstração do *hardware*, fazendo o papel intermediário entre os programas e os componentes físicos (hardware). E na visão *bottom-up* (de baixo pra cima) é um gerenciador de recursos que controla as aplicações a executar, quando e com quais recursos. O Android está disponível para várias plataformas especializadas como:

- Android Wear, utilizado em relógios inteligentes, para usos como rastreadores de *fitness*;
- Controle de unidades de entretenimento em automóveis, o Android Auto;



Figura 2.4: Diagrama com a posição do sistema operacional em uma arquitetura de computacional (Reproduzido de [8])

- A Android TV é executada em televisores e controladores inteligentes (que transformam uma televisão convencional em televisão inteligente);
- E o Android Things que foi projetado para o mercado conhecido como Internet of Things, ou Internet das Coisas (IoT).

### Características do Android

Os dispositivos Android são capazes de funcionar em diversos aparelhos eletrônicos, como celulares, televisores e etc, demonstrando uma alta compatibilidade com os dispositivos, sendo capaz de acessar diferentes hardwares desses aparelhos entre eles: câmeras, GPS, sensores de orientação, controles específicos para jogos, acelerômetros, giroscópios, barômetros, magnetômetros, sensores de proximidade, termômetros, e telas *touchscreen*

O componente de hardware responsável pela interação entre usuário e dispositivo é a tela *touchscreen*, sendo uma interface padrão no Android, e baseada na manipulação direta. Este estilo de interação envolve uma representação contínua do objeto de interesse, de forma rápida, reversível, com ações de incremento e retorno [49]. Em uma tentativa máxima de aproximar o mundo computacional ao mundo real [50], deve proporcionar às

pessoas a sensação de que estão no controle sobre um objeto.

Como o Android é comum em dispositivos móveis, é sabido que suas fontes de energias são limitadas e geralmente provenientes de baterias. Como solução para essa limitação, o S.O. foi desenvolvido visando um melhor gerenciamento de memória .

As memórias Random Access Memory, ou Memória de acesso aleatório (RAM) são dependente de energia para que cumpram sua função, o que pode despende de um gasto considerável de energia para mantê-la, além disso ela costuma ser restrita devido ao seu alto custo e espaço físico em dispositivos móveis. O S.O. Android melhora o gerenciamento de memória, pois suspende automaticamente aplicativos que não estão sendo utilizados, deixando-o em estado de espera na qual não consome recursos do sistema.

Outro mecanismo implementado no sistema é o fechamento de aplicativo e processos inativos que detecta o baixo nível de memória disponível no dispositivo para a utilização do S.O. [51], [52], [53], [54].

Outro fator relevante quanto a utilização de energia dos dispositivos com Android são projetados em arquitetura Advanced RISC Machine (ARM) [55], essa arquitetura utiliza processadores Reduced Instruction Set Computer, ou Computador com um conjunto reduzido de instruções (RISC) que tem menos transistores em sua composição, o que acarreta em benefícios ao consumidor final, uma vez que são mais econômicos em questão de energia despendida para processamento, menor custo devido a menor utilização de transistores, e menor dissipação de calor. Essas características tornam essa arquitetura bastante viável para fabricantes de dispositivos pequenos, portáteis, e movidos a bateria, como smartphones, laptops, e outros sistemas embarcados [56].

Nota-se então a devida importância do Android funcionar em dispositivos com arquitetura ARM, entretanto, deverá funcionar também em arquiteturas x86 e Microprocessor without interlocked pipeline stages, ou microprocessador sem estágios intertravados de pipeline (MIPS) o que aumenta ainda mais o leque de dispositivos na qual suportariam o S.O., sendo assim, o sistema também funciona em computadores normais utilizando a interface do mouse e teclado [55] e [57].

## Arquitetura do sistema operacional Android

O sistema operacional Android, tem uma arquitetura baseada no Linux uma vez que foi mantida apenas o Kernel Linux e excluídas ambiente de interface gráfica (Graphical UserInterface (GUI)), o suporte glibc, e não possui alguns dos conjuntos de padrões apresentados em distribuições Linux [54].

A nomenclatura Linux é usualmente utilizada para sistemas operacionais que utilizam o *kernel* Linux, o que causa confusão em muitas pessoas ao referir o Android como um Linux [54].

O kernel ou núcleo, foi desenvolvido por Linus Torvalds, inspirado no sistema Minix. O código fonte do núcleo está disponível sob a licença General Public License, ou Licença Pública Geral GNU (GPL) (versão 2) para que qualquer pessoa o possa utilizar, estudar, modificar e distribuir livremente de acordo com os termos da licença [58], que também permite tais características ao Android, uma vez que seu núcleo é Linux.

GPL GNU, é a nomeação da licença de software para software idealizada por Richard Matthew Stallman em 1989, no âmbito do projeto “GNU’s Not Unix” ou em português, “GNU Não é Unix” (GNU) da Free Software Foundation (FSF) [59]. Essa licença é uma licença *copyleft* que diz que trabalhos derivados de um produto originalmente licenciado pela GPL só podem ser distribuídos se utilizarem da mesma [60].

O S.O. é dividido em várias camadas de software, apresentadas na figura 2.5, sendo composto pelo núcleo e mais 5 camadas que serão apresentadas detalhadamente.

**Aplicativos do sistema** Acima de todas as camadas, é onde estão todos os aplicativos principais e essenciais do Android, dentre esses aplicativos desenvolvidos por fornecedores que estão inclusos na plataforma e aplicativos desenvolvidos pela comunidade que o usuário pode optar por utilizar. Aplicativos do sistema funcionam como aplicativos para o usuário, por meio destes desenvolvedores podem fazer uso de recursos do sistema como se fosse um aplicativo sem que seja necessário programar tal funcionalidade [61].

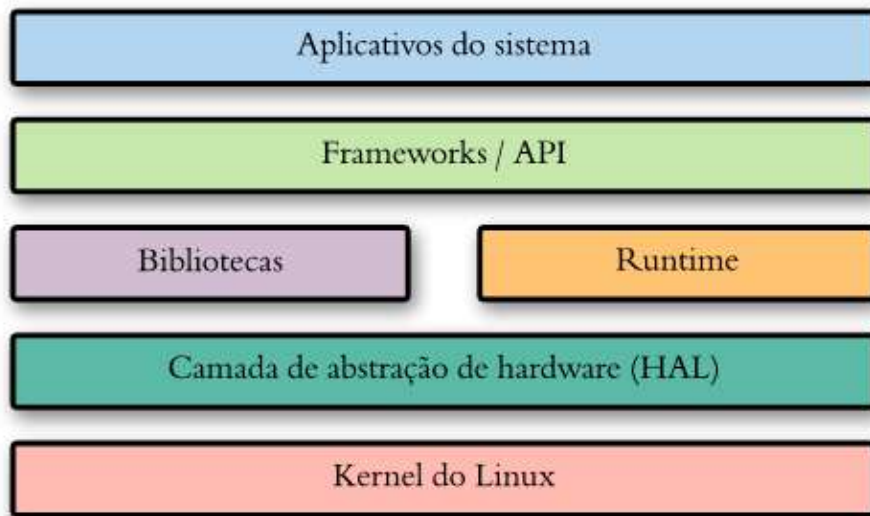


Figura 2.5: A pilha de software do Android (Adaptado de [9])

**Framework ou API's** A Arquitetura foi toda planejada para reutilização de código e modularização, e nessa camada estão todos os recursos disponíveis do sistema operacional que são acessados por meio de APIs programadas em linguagem JAVA. Interface de Programação de Aplicações API provém do Inglês Application Programming Interface, é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos para a utilização de funcionalidade, isto é utilizar um serviço de um sistema sem envolver-se com detalhes da implementação do software [62].

As Apis são categorizadas em módulos de acordo com serviço ou funcionalidade oferecida, são estes módulos:

- Um sistema de exibição (*View System*) rico e extensível utilizado para criar uma interface, disponibilizando elementos ligados a interface gráfica como implementações de listas, grades, caixas de texto, botões e outros.

A estrutura de interface ao usuário de um aplicativo é definida por um layout em conjunto com uma atividade. Os elementos do layout são criados usando uma hierarquia: Objeto *View* e *ViewGroup*. Um Objeto *View* geralmente desenha algo que o usuário pode ver e ou interagir, chamados de *widgets* são botões, caixa de

texto e elementos pertinentes a interação com usuário. Enquanto *ViewGroup* é um contêiner invisível, o layout, que define e fornece uma estrutura para outros Objetos *Views* ou *ViewGroup*, como na figura 2.6.

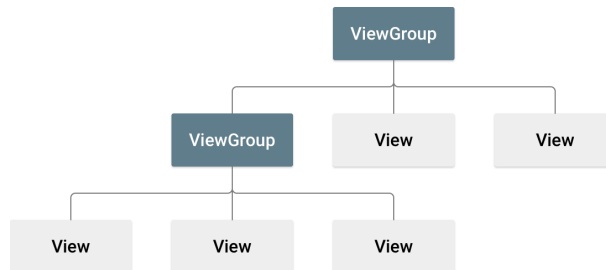


Figura 2.6: Ilustração de uma hierarquia de *Views*, que define um layout de interface do usuário (Reproduzido de [10])

- O gerenciador de recursos, fornecendo acesso a recursos sem precisar codificar. Os Recursos são os arquivos adicionais e conteúdos estáticos utilizados, como *bitmaps*, definições de layout, *strings* da interface do usuário, instruções de animação, entre outras coisas que são possíveis de acessá-los usando códigos de recurso que são gerados na classe R de um projeto Android. A maioria dos aplicativos precisam fornecer recursos alternativos para suportar configurações específicas do dispositivo. Quando em execução, o SO detecta a configuração atual do dispositivo e carrega os recursos adequados para o aplicativo (Figura 2.7).



Figura 2.7: Dois dispositivos diferentes, cada um usando recursos diferentes de layout (Reproduzido de [10])

- O gerenciador de notificação que permite a exibição de alertas personalizadas do aplicativos na barra de status. Uma notificação é uma mensagem exibida pelo sistema operacional, quando o aplicativo não está sendo exibido ao usuário, com

intuito de oferecer lembretes ou demais informações oportunas do seu aplicativo [63].

- O gerenciador de atividade cuida do ciclo de vida dos aplicativos. As atividades são elementos muito importantes na plataforma Android. Uma atividade fornece a janela na qual um aplicativo exibe a interface do usuário, isto é, uma atividade implementa uma tela em um app. Elas servem como ponto de entrada para a interação do usuário com a app e também são essenciais para a navegação do usuário em um app [64].

Com o gerenciamento inteligente de atividades e possível que:

- ocorram mudanças de orientação sem prejudicar a experiência do usuário;
  - a persistência dos dados (garantia de não perder os dados) do usuário durante transições de atividade;
  - elimina processos quando necessário.
- Os provedores de conteúdo gerenciam o acesso a dados pelo aplicativos e entre diferentes aplicativos de forma segura. Interface padrão de conexão de dados de processo em execução em outro processo. Um dos seus benefícios é a configuração de um provedor de conteúdo para permitir que outros aplicativos acessem e modifiquem com segurança os dados do seu aplicativo, conforme ilustrado na figura 2.8 [11].

Um provedor de conteúdo pode gerenciar o acesso a diversas fontes de armazenamento, desde dados estruturados, ou um banco de dados, ou dados não estruturados, como por exemplo arquivos de imagem.

**Biblioteca** é um termo designado na computação como uma coleção de subprogramas utilizados no desenvolvimento de software. Bibliotecas contém código e dados auxiliares, que provém serviços a programas independentes, o que permite o compartilhamento e a alteração de código e dados de forma modular. Nos S.O. elas implementam a maioria dos

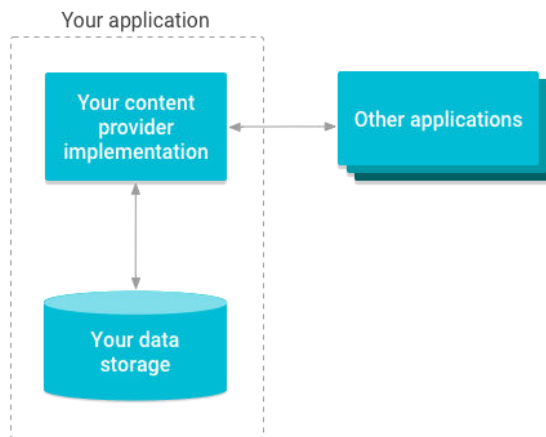


Figura 2.8: Diagrama de visão geral de como os provedores de conteúdo gerenciam o acesso ao armazenamento (Reproduzido de [11])

serviços do sistema que uma aplicação espera que sejam providos pelo sistema operacional [65].

No Android essas bibliotecas nativas são programadas em linguagem de programação C e C++. As API implementadas são as responsáveis por expor as funcionalidade de algumas dessas bibliotecas nativas aos aplicativos, componentes e serviços principais do sistema Android, como Android Run Time (ART) e Hardware Abstraction Layer, ou Camada de abstração de hardware (HAL) também exigem uma biblioteca para sua implementação [12].

**Android Run Time** Para versão 5.0 (API nível 21) ou mais recente do Android, cada aplicativo executa o próprio processo com uma instância própria do ART. O ART é projetado para executar várias máquinas virtuais, em dispositivos de baixa memória executando um formato de arquivos projetad especialmente para máquina virtual Android, inclusive o Dalvik, e otimizado para consumir o mínimo de memória [12].

As máquinas virtuais são arquivos de computador, que se comportam como um computador verdadeiro. Elas criam um computador dentro de outro computador e quando executadas oferecem ao utilizador final a mesma experiência que teria se utilizasse o próprio sistema [66].

O Dalvik, era a máquina virtual para versão 5.0 (API nível 21) ou inferiores, e assim como o ART são compatíveis com o bytecode Dex, então os aplicativos desenvolvidos para Dalvik devem funcionar ao executar com ART [12].

As principais características do ART segundo [12]:

1. Compilação ahead-of-time, ou Compilação antecipada (AOT) e just-in-time, ou na hora certa (JIT), que melhora o desempenho;
2. Gestão automática de memória (*garbage collection*);
3. Melhor compatibilidade de depuração, inclusive um criador de perfil de exemplo, exceções de diagnóstico detalhadas e geração de relatórios de erros, além da capacidade de definir pontos de controle para monitorar campos específicos;

Além disso, o Android ainda disponibiliza um conjunto das principais bibliotecas de tempo de execução que fornece uma grande parte das funcionalidades da linguagem de programação Java, e alguns recursos de Java 8 [12].

**Camada de abstração de hardware HAL** São módulos de biblioteca, responsáveis por implementar uma interface para um tipo específico de componente de hardware, como o módulo de câmera, microfone, *Bluetooth*, dentre outros. Fornece uma interface para que outras interfaces de níveis de abstração maiores possam acessar componentes de hardware. Ao realizar uma chamada para acessar o hardware do dispositivo, o S.O. carrega o módulo da biblioteca para este componente de hardware [12].

**Kernel do Linux** A base do S.O. Android é o kernel do Linux. Sendo responsável para cobrir funcionalidades como encadeamento e gerenciamento de memória de baixo nível. Além de que o Kernel do Linux promove ao Android os principais recursos e segurança para desenvolvimento de drivers de hardware para um kernel conhecido [12].

O inter-process communication (IPC) é um recurso de comunicação entre processos implementado no kernel Linux que promove a segurança na comunicação e a comunicação

entre aplicativos em execução em diferentes processos restringindo determinado código, inclusive nativo, com a *application sandbox* [67].

A *application sandbox* isola o aplicativos impedindo que uma aplicação tenha acesso a dados de outra aplicação, evitando assim, que aplicações maliciosas tenham êxito ao executar os códigos com finalidade de explorar vulnerabilidades que prejudiquem aplicações, o sistema operacional e o dispositivo [67].

O kernel Linux se tornou seguro e estável devido ao apoio no qual recebe da comunidade, pois sempre está sendo estudado, atualizado, corrigido e implementadas melhorias. Fornece ao Android vários recursos importantes de segurança [67], como:

- Um modelo de permissões baseado no usuário;
- Isolamento de processos;
- Um mecanismo que promove e assegura o IPC;
- A capacidade de remover partes desnecessárias e potencialmente inseguras do kernel.

O isolamento de recursos dos usuários, sendo que o S.O. suporta um mais usuários (multiusuário, onde cada aplicativo é executado como seu próprio usuário), que utilizam o kernel, tem-se a seguinte filosofia [67]:

- Impede que um usuário leia arquivos de outro usuário;
- Assegura que um usuário não esgote a memória de outro usuário;
- Garante que um usuário não esgote os recursos de CPU de outro usuário;
- Garante também que um usuário não esgote os recursos de outro usuário.

A partição do sistema é configurada apenas para leitura de dados , nela estão isolados o kernel, as bibliotecas, o ART, a estrutura e os aplicativos [67].

As permissões do sistema de arquivos garantem que um usuário não possa alterar ou ler os arquivos de outro usuário, a menos que se tenha uma autorização explícita por código que permita o compartilhamento de dados [67].

Além dessas características que implementam a segurança do S.O. ainda existe uma série de tecnologias e convenções herdadas do kernel Linux. Dentre elas ainda se destacam a criptografia para API e para todo sistema de arquivos e em algumas versões a criptografia implementada por meio de chave de criptográfica, que só permite a leitura do arquivos após a verificação de uma senha inserida pelo usuário. A inicialização verificada garante integridade das aplicações, acesso limitado ao root do sistema, apenas o kernel e um pequeno subconjunto dos aplicativos principais são executados com permissões de root. O root tem acesso total a todos os aplicativos e dados do aplicativo [67].

A partir das características citadas, é notável a preocupação e a seriedade com a qual são tratada as questões de segurança nos dispositivos com sistema operativo Android. Além do mais, existe todo um suporte aplicado no projeto do sistema operacional que visa mantê-lo de maneira acessível, segura e eficiente para os usuários de vários âmbitos, isto é, desde o consumidor final de dispositivos, aplicações aos desenvolvedores, e até aos fabricantes de dispositivos eletrônicos.

Tais fatos contribuíram de forma muito valiosa para a o popularização não só dos dispositivos móveis, como também dos aparelhos móveis com sistema operacional Android.

### **2.4.3 O kit de Desenvolvimento Android**

A plataforma Android permite a execução de uma vasta gama de aplicações com diferentes intuitos e para diferentes dispositivos, oferecendo uma boa experiência ao usuário. O suporte oferecido pela plataforma permite a criação de aplicações utilizando as mais novas tecnologias e para diferentes dispositivo. Existem grandes esforços da plataforma e da comunidade Android para a manutenção e compatibilidade entre as diferentes versões do S.O. e diferentes Hardware (HW) dos dispositivos.

Com intuito de guiar os desenvolvedores na criação de aplicativos, a plataforma Android oferece um SDK completo, isto é, uma coleção de software usada para desenvolver

aplicativos para um dispositivo ou sistema operacional específico. O kit de desenvolvimento Android inclui projetos de exemplo com código-fonte, ferramentas de desenvolvimento, emuladores e bibliotecas necessárias para criar os aplicativos Android [68].

Como intuito de auxiliar na utilização dessas ferramentas, a Google criou um ambiente de desenvolvimento para sua plataforma [69], denominado Android Studio, um Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) que oferece uma interface gráfica para a criação dos aplicativos. Além disso, integra outras ferramentas que são incluídas no SDK e fundamentais para o desenvolvimento de uma aplicação. Essas ferramentas são os emuladores, as bibliotecas, gerenciador de diretórios, ferramentas para debug e compilação de aplicativos dentre outras funcionalidades [70].

Criado especificamente para o Android, ele acelera o desenvolvimento e ajuda a criar aplicativos da mais alta qualidade para todos os dispositivos Android [71]. Baseado no IntelliJ Integrated Development Environment Application, ou Aplicativo do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDEA), uma outra IDE desenvolvida em linguagem Java para desenvolvimento de software. Oferece suporte ao desenvolvedor por meio de análise de código, onde se procuram conexões entre símbolos nos diretórios do projeto e automatizam o código que pode se auto-completar, criar *links* que podem auxiliar na navegação dentro do projeto e também auxiliar na refatoração.

O guia de usuário do desenvolvedor Android lista os principais recursos do Android Studio relacionados ao aumento da produtividade e compilação de aplicativos, sendo os recursos:

- Um sistema de compilação flexível baseado em Gradle, uma ferramenta de automação de construção de código aberto focada em flexibilidade e desempenho. Seu desempenho é superior, pois reutiliza saídas de execuções anteriores, processando apenas entradas que foram alteradas e executando tarefas em paralelo [72].
- Um emulador (Android Emulator) rápido com inúmeros recursos que simula dispositivos físicos no computador para que se possa testar aplicativos em uma variedade de dispositivos (vários telefones Android, tablet, Wear OS e dispositivos de TV

Android) e níveis da API do Android.

- Um ambiente unificado que possibilita o desenvolvimento para todos os dispositivos Android.
- A aplicação de alterações (Apply Changes) para enviar alterações de código e recursos ao aplicativo em execução sem reiniciar o aplicativo.
- Modelos de código e integração com GitHub para auxiliam a criar recursos comuns de aplicativos e importar exemplos de código.
- *Frameworks* e ferramentas de teste.
- Ferramentas de lint para detectar problemas de desempenho, usabilidade, compatibilidade com versões, entre outros. Lint examina os programas detectando vários bugs e obscuridades, detecta uma série de construções desperdiçadas ou propensas a erros [73].
- Compatibilidade com linguagem de programação C++ com a utilização de Native Development Kit, ou Kit de Desenvolvimento Nativo (NDK).

O NDK do Android é um conjunto de ferramentas que permite implementar partes do seu aplicativo no código nativo, usando linguagens de programação C e C ++.

O que pode auxiliar para reuso de bibliotecas escritas nessas linguagens.

## **A estrutura de um projeto no Android Studio**

A estrutura de um projeto Android é apresentada de maneira simplificada, de modo que alguns arquivos de código ou recursos são separadas em módulos de acordo com sua extensão e finalidade no projeto [12]. Essa visualização em módulos permite o acesso rápido aos principais arquivos de origem do projeto, podendo observar a organização na figura 2.9, os tipos dos módulos são:

- Módulos de apps Android.

- Módulos de biblioteca.
- Módulos do Google App Engine.

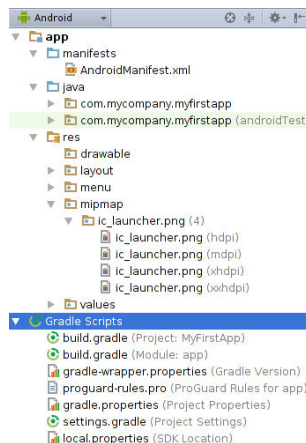


Figura 2.9: Estrutura de projeto no modo de visualização padrão do Android Studio (Reproduzido de [12])

Os projetos contêm tudo o que define o espaço de trabalho de aplicativo, como códigos-fonte e configurações de compilação. A IDE é responsável por criar toda a estrutura necessária para seus arquivos quando é iniciado um novo projeto, organizando-o em módulos.

Tecnicamente, um módulo é uma coleção de arquivos que permite dividir o projeto de acordo com a funcionalidade. Um projeto pode ter mais que um módulo, um módulo pode usar outro como dependente e cada módulo pode ser compilado, testado e depurado de forma individual.

Na figura 2.9 com a visualização padrão Android, é possível observar a modularização de um projeto onde os arquivos relacionados a *Build* de um projeto estão localizados dentro do módulo Gradle Scripts.

O módulo de aplicação contêm outras pastas dentro para organizar melhor os arquivos de acordo com o objetivo.

- O *Manifest* é utilizado para armazenar o arquivo AndroidManifest.xml, que descreve informações essenciais sobre o aplicativo para as ferramentas de compilação do S.O. e do GooglePlay.

- Na pasta Java contém os arquivos de código-fonte do Java da aplicação.
- E no Recursos, exibido como res na IDE contém todos os recursos que não são código, como layouts Extensible Markup Language (XML), strings, imagens e outros.

## A interface do usuário (o desenvolvedor)

A janela principal do Android Studio apresenta um layout completo que oferece acesso aos principais recursos e ferramentas de forma rápida. Seu dinamismo permite que as janelas e barras de ferramentas possam ser ajustadas de acordo com o gosto do usuário.

Na figura 2.10 é possível visualizar a janela principal junto com as barras e janelas de ferramentas e uma breve descrição delas de acordo com a documentação do Android Studio disponível na internet [12].

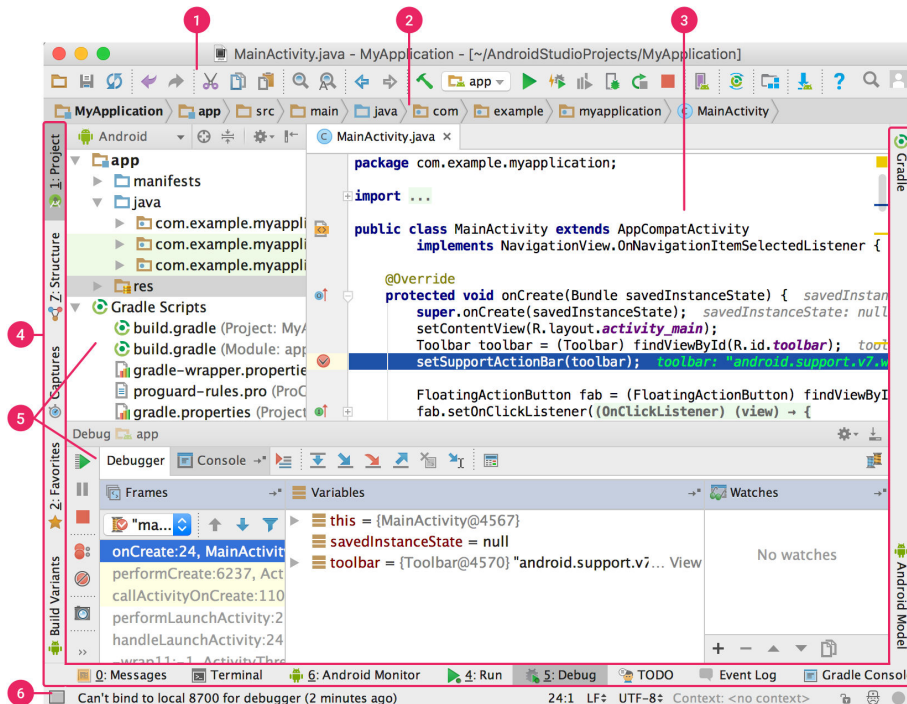


Figura 2.10: Janela principal do Android Studio (Reproduzido de [12])

1. A barra de ferramentas permite realizar diversas ações, inclusive executar apps e inicializar ferramentas do Android.

2. A barra de navegação ajuda a navegar pelo projeto e a abrir arquivos para edição. Ela oferece uma visualização mais compacta da estrutura visível na janela Project.
3. A janela do editor é onde você cria e modifica o código. Dependendo do tipo de arquivo atual, o editor pode mudar. Por exemplo, ao visualizar um arquivo de layout, o editor abre o Editor de layout.
4. A barra de janela de ferramentas fica fora da janela do ambiente de desenvolvimento integrado e contém os botões que permitem expandir ou recolher as janelas de cada ferramenta.
5. As janelas de ferramentas permitem acessar tarefas específicas, como gerenciamento de projetos, pesquisa e controle de versões, entre outras. As janelas podem ser expandidas e recolhidas.
6. A barra de status exibe o status do projeto e do próprio ambiente de desenvolvimento integrado, bem como todos os avisos ou mensagens.

## **Sistema de compilação**

O sistema de compilação é integrado com a IDE e é baseado no sistema Gradle em conjunto com ferramentas específicas para o Android.

O Gradle sempre mantém os arquivos de origem principais do seu aplicativo. Permite também a criação de versões diferentes do mesmo aplicativo a partir de um único projeto. Remove automaticamente de recursos que não estão sendo utilizados no aplicativo empacotado e das dependências de biblioteca. As dependências de um projeto quando declaradas, são automaticamente atualizadas.

## **Ferramentas de depuração**

Outras ferramentas com finalidade de melhorar o código, ou gerenciar recursos de um aplicativo e até auxiliar na busca e correção de erros estão disponibilizadas no Android Studio.

A ferramenta de depuração em linha, isto é, no próprio código, permite a verificação de referências, expressões e valores de variáveis.

Pode-se acompanhar o uso de memória e da Unidade Central de Processamento (CPU) de uma aplicação, encontrar objetos deslocados, localizar vazamentos de memória, otimizar o desempenho de gráficos e analisar solicitações de rede, tudo isso em tempo de execução, utilizando ou emulador ou dispositivo .

A criação de arquivos com dados de desempenho e depuração para uma análise detalhada de aplicativos.

O Android Studio tem também uma ferramenta de linha de comando que permite a comunicação com um dispositivo. Android Debug Bridge (adb), facilita uma variedade de ações do dispositivo e é utilizado a partir do comando “adb”, por meio dele pode-se instalar e depurar aplicativos e acessar o *shell* Unix que pode ser usado para executar diversos comandos em um dispositivo.

## 2.5 A Realidade Aumentada

A busca por inovações passou a ser para além do hardware e cada vez mais sistemas sofisticados vêm sendo apresentados, oferecendo uma nova realidade as pessoas e inclusão delas em um mundo virtual. Nesse contexto de modificação da realidade das pessoas, podemos pensar nos smartphones como uma ferramenta física para acesso ao mundo virtual. Entretanto, não podemos esquecer o software, os aplicativos nesse caso, que permite e torna possível o acesso ao mundo virtual.

Uma variedade de aplicações para smartphones estão disponíveis para que de alguma forma complemente a realidade das pessoas, sendo ajudando com alguma tarefa ou entretendo-a. Uma gama específica dessas aplicações vem ganhando espaço e popularização, a Realidade Aumentada (RA), que vem sendo muito utilizada em funcionalidades de redes-sociais e jogos [74].

RA é termo utilizado para categorizar uma tecnologia que insere objetos virtuais no mundo real por meio de dispositivos eletrônicos. Por ser um termo muito difundido,

acaba sofrendo com definições errôneas ou confundido com outras tecnologias de mesma categoria, como Virtualidade Aumentada (VA), e também Realidade Misturada (RA) [14]. Na verdade o RA está inserida num contexto mais amplo, que é a RA que pode ser descrita de forma simples como a combinação do mundo real como mundo virtual [5].

“A realidade misturada pode ser definida como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com o ambiente físico, mostrada ao usuário, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, em tempo real.” [14]

O dispositivo tecnológico, contém, geralmente câmeras (entrada de dados) para capturar uma imagem, algum dispositivo de saída (uma tela) que irá exibir o que foi computacionalmente criado e inserido no ambiente real ou virtual.

A RA pode atuar de diferentes formas sendo inserindo elementos virtuais no ambiente real ou levando elementos reais ao ambiente virtual, com o ideal de criar um ambiente mais realista possível, onde o usuário não seja capaz de distinguir os elementos virtuais e os reais participantes da cena [14].

A partir do contexto de realidade misturada, percebe-se então a existência de tecnologias que lidam com a inserção de objetos e ambientes diferentes em duas particularizações, pois temos a inserção de objetos virtuais no mundo real (RA) e o inverso disso, a inserção de objetos reais no virtual (VA). Na tabela 2.5 podemos observar a relação entre o mundo real e o virtual e como as definições no contexto de realidade misturada são utilizadas com exemplos de aplicações. Mostrando a transição do real para o virtual, o diagrama original foi introduzido em 1994 no contexto de uma discussão de displays de realidade aumentada porém atualmente ainda é um modelo conceitual utilizado para diferenciar tecnologias apesar dos atuais avanços tecnológicos. Do ponto de vista do que aparece nas telas, [5] descreveu três situações distintas: ambientes compostos apenas de objetos reais (realidade); ambientes compostos apenas de objetos virtuais (virtualidade); e ambientes compostos de objetos reais e virtuais (realidade misturada).

No mundo real aplicando-se RA, no exemplo da tabela 2.5, insere-se um boneco criado





<b>Realidade - Virtualidade</b>			
	→		←
Ambiente Real	Realidade Aumentada	Virtualidade Aumentada	Ambiente Virtual
			
	↔		
	<b>Realidade Misturada</b>		

Tabela 2.5: Realidade/ Virtualidade contínua (Adaptado de [5])

utilizando ferramentas de modelagem em 3 Dimensões (3D), que aumenta a realidade, pois insere algo nela. Enquanto em um ambiente virtual modelado para simular um ambiente real quando se incluem objetos do mundo real interagindo com o ambiente virtual e o aumentando. No exemplo da tabela 2.5 temos um aquário virtual na qual foi inserido uma pessoa nadando de forma que as diferenças entre o que é real e virtual são próximas de invisíveis(VA). E a RA abrangendo as duas tecnologias e entre o que é real e virtual.

Em uma comparação entre RA e VA o autor [14], levanta as seguintes caracterizações. A VA trabalha apenas com o mundo virtual, transferindo o usuário para o ambiente virtual priorizando as características de interação do usuário, já a RA combina o mundo real com o mundo virtual mantendo o senso de presença do usuário no mundo real, e focando na qualidade das imagens e na interação com o usuário.

A partir dos anos 2000 os avanços tecnológicos em todas as áreas e disseminação da internet os sistemas passaram a ser mais inteligentes o que contribuiu também para com os avanços das tecnologias de RA e VA trazendo melhorias em suas interface facilitando a utilização e implementando um grau maior de inteligência e comportamentos não determinísticos, figura 2.11. Começaram a aparecer os objetos reais inteligentes e os sistemas virtuais inteligentes, que interagem com os usuários de maneira não determinística, reagindo diferentemente, em função de situações variadas [13].

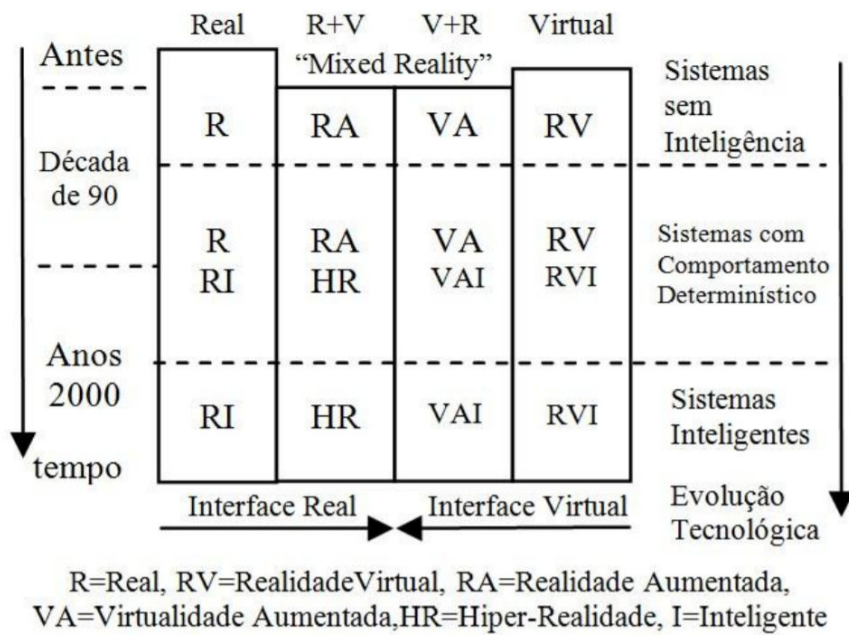


Figura 2.11: Evolução da transição do real para o virtual, em função do tempo e da tecnologia (Reproduzido de [13])

### 2.5.1 Classificação RA

RA é definida por vários autores, porém continua mantendo suas principais características no qual o ambiente real é o principal foco da tecnologia que utiliza computadores que possam incrementa-lo e tratar das integrações com o usuário como poderemos observar a partir das definições abaixo.

- Uma particularização da realidade misturada, quando o ambiente principal é real ou predominantemente real. É o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais em tempo real, utilizando dispositivos tecnológicos [14].
- Uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador [75].
- A mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua conectando ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais [5].

- Segundo [76], é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades:

1. Combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
2. Executa interativamente em tempo real;
3. Alinha objetos reais e virtuais entre si;
4. Aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato e força e cheiro

A interação também é uma característica importante a ser levado em conta nos sistemas com RA onde poderá manipular os objetos virtuais colocados no ambiente real, usando as mãos ou algum dispositivo físico que pode ser reconhecido pelo sistema, permitindo a organização ou reorganização do ambiente misturado [14], [77], [78], [79].

A RA pode ser classificada conforme o modo como é mostrada ao usuário, como a tecnologia utilizada para mostrar os resultados no novo ambiente [5]:

- A imersiva, o usuário vê o mundo misturado apontando os olhos diretamente (visão direta) para as posições reais com cena óptica ou por vídeo. As imagens do mundo real podem ser vistas a olho nu ou trazidas, através de vídeo. Os objetos virtuais podem ser projetados nos olhos, misturados ao vídeo do mundo real ou projetados no cenário real. pode ser implementada com o uso de:
  - Capacetes ópticos (visão óptica direta), como na figura 2.12 A
  - Capacetes com micro câmera acopladas (visão direta por vídeo), 2.12 B
  - visualizadores de apontamento direto baseados em “handheld”
  - ou projeções de objetos virtuais no ambiente real.
- A não imersiva ou indireta, o usuário vê o mundo em algum dispositivo, como telas, monitores, não alinhados ao mundo real, onde as imagens do mundo real obtidas com uso de câmeras e do mundo virtual são misturadas em vídeo e mostradas ao

usuário por monitores ou projeções (figura 2.12 C). A câmera pode ser colocada em várias posições que alteram o modo como serão exibidas de forma que :

- Quando a câmera estiver posicionada na cabeça da pessoa, irá gerar uma visão em primeira pessoa;
- Quando posicionada atrás da pessoa, gerando um visão em terceira pessoa;
- Ou na frente da pessoa, direcionada para ela, gerando uma visão de espelho (figura 2.12 D).

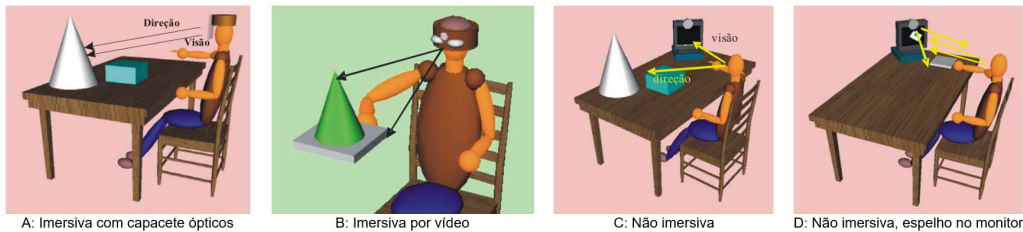


Figura 2.12: Realidade aumentada segundo Kirner (Adaptado de [14])

## 2.5.2 Composição de um sistema RA

Um sistema de realidade aumentada, assim como outros sistemas computacionais, é composto de Hardware e Software. o Hardware são todas as parte físicas sendo estas os dispositivos de entrada, processadores, sensores e dispositivos de saída enquanto o software pode ser um conjunto de algoritmos e dados que tem como função posicionar objetos e misturar imagens e também responsável por lidar com a interação e interface [14].

Sistemas com realidade aumentada demandam grande poder de processamento, devido a complexidade do software que deve lidar com diversas ações que tratam necessidades da realidade virtual e multimídia, tudo em tempo real, sendo essas ações pertinentes como:

- processamento gráfico 3D;
- geração de imagens misturadas;

- incorporação de som;
- execução háptica(receber comandos);
- tratamento de vídeo;
- controle multimodal;
- varredura de dispositivos de entrada com ênfase no rastreamento;

Os smartphones, computadores e tablets são capazes de cumprir com eficácia todas as ações pertinentes a um sistema de RA pois contém elementos que geralmente incluem uma câmera e sensores como acelerômetro, GPS, e compasso de estado sólido, além disso podem contar com alta capacidade de processamento tornando-os plataformas RA promissoras [80].

Assim como no hardware, sistemas RA necessitam de Software (SW) a mesma altura devido a complexidade da aplicações. Os SW são utilizados na fase de desenvolvimento e na execução de RA.

No desenvolvimento são necessários ferramentas, frameworks, para construção que possibilitam criar e integrar objetos e até comportamentos, alguns permitem tanto a preparação quanto a interação com objetos virtuais.

Para a execução, o software de RA deve promover o rastreamento de objetos reais estáticos e móveis e ajustar os objetos virtuais no cenário com suporte a tempo real, além de permitir a interação do usuário com os objetos virtuais e a interação entre objetos reais e virtuais deverá também cumprir outros papéis como.

- controlar a simulação/animação dos objetos virtuais colocados na cena;
- cuidar da visualização da cena misturada;
- e implementar a comunicação em rede.

O rastreamento, promovido por tecnologias emergentes como câmeras, sensores óticos, acelerômetros, GPS, giroscópio e bússolas, oferecem um nível de precisão maior ao

sistemas com RA [81]. Essas tecnologias são geralmente oferecidas por grande parte do dispositivos móveis atuais, e ainda permitem um nível de precisão satisfatória pois é possível rastrear a posição da cabeça e a orientação do usuário [82].

### **2.5.3 O GPS como tecnologia incremental em sistemas de realidade aumentada**

Ainda sobre tecnologias existentes no dispositivos móveis temos o GPS que em conjuntos com outros sensores, permitiu que a realidade aumentada pudesse aplicada em ambientes abertos. Esse dispositivo de hardware é um sistema de radionavegação por satélite que permite determinar a posição, velocidade e o fuso horário dos utilizadores em terra, mar e aerotransportados 24 horas por dia, em todas as condições climáticas [83] e em qualquer parte do mundo sem nenhum custo ao usuário.

A utilização do GPS em conjunto com a RA permite a aplicações além de uma maior precisão uma imersão maior, pois torna possível o incremento da realidade a partir da sua localização física real. Esse nicho da tecnologias está sendo muito explorado para a criação de jogos para dispositivos móveis que são baseados na localização do usuário [84].

Os jogos baseados na localização Location Based Games (LBG), ou jogo locativo são definidos, segundo [85], como jogos onde o suporte a tecnologias de posicionamento integra a posição de jogadores como um elemento do jogo principal e suas regras. Nessa modalidade de jogo, a presencialidade é um dos pontos de maior atenção, a localização é ligada ao contexto que se encontra e conectando a ao enredo equivalente, proporcionando a maior experiência de imersão no jogo, essa característica pode ser reforçada com a utilização de RA.



# Capítulo 3

## Análise e Modelação

Neste capítulo será realizada a descrição detalhada do problema e da proposta de solução. Será também apresentado como o trabalho foi planejado, modelado e documentado, para que após a implementação pudesse alcançar os objetivos da proposta, documentando então as tarefas que o sistemas deverá desempenhar.

### 3.1 Descrição detalhada do problema

A tecnologia e as inovações trouxeram grandes impactos a sociedade moderna, como podemos perceber no capítulo 2, onde as tecnologias podem ser caracterizadas com pontos positivos e ao mesmo tempo negativos. De maneira negativa, pode-se pontuar principalmente quando é utilizada de forma indiscriminada. É claro que infinitas facilidades foram proporcionadas aos seres humanos, como o auxílio na execução de tarefas que podem ser consideradas como um avanço positivo. Outro ponto é a modificação no modo de viver mais fácil, onde as tecnologias podem proporcionar uma economia de tempo relevante e melhora na qualidade de vida, com ferramentas que auxiliam com a manutenção da saúde e afins. Além de proporcionar novas formas de se obter lazer ou momentos de descontração das atividades cotidianas, por meio de jogos, novas formas de entretenimento, ou, até mesmo auxiliando na prática de esportes ou atividades físicas.

Os dispositivos móveis abrangem grande parte das responsabilidades pelas mudança

de vida das pessoas. O avanço tecnológico tornou seu custo baixo e a evolução dos meios de comunicação e transmissão de dados promove uma conectividade alta para estes dispositivos, sendo fatores de peso para a mudança de vida da sociedade proporcionado por essas tecnologias.

Por meio dos dispositivos móveis as pessoas têm acesso a uma infinidade de aplicativos e funções que podem auxiliar no seu dia a dia. Porém, é necessário pensar também nos impactos da utilização dessas tecnologias, visto que, ao mesmo tempo que torna as tarefas mais fáceis, essa facilidade pode acarretar custos, principalmente quando levado em consideração fatores relacionados aos impactos na saúde física e mental.

Sobre o impacto da tecnologias na saúde, tem-se dados publicados pela OMS [20], mostram o aumento no número de pessoas sedentárias em todo o mundo, ao mesmo tempo que existe um aumento da popularização dos smartphones - segundo dados recolhidos por uma das empresas responsável pela infraestrutura de comunicação de dados, a [18]. Os dados levantados pela OMS mostram um aumento do sedentarismo em países de economia mais alta e os dados da Ericsson sobre o número de dispositivos com acesso a comunicação de dados, mostram o grande crescimento da utilização de redes de comunicações móveis, pode-se então deduzir uma relação de proporcionalidade entre sedentarismo e utilização de tecnologias móveis.

Nota-se que o motivo pelo qual existe um aumento no sedentarismo pode estar associado às mudanças de vida das pessoas por meio das tecnologias, que oferecem novas formas de realizar tarefas que antes demandam mais energia como, por exemplo, atividades que anteriormente necessitavam a locomoção das pessoas e estabelecimentos responsáveis pelo serviço agora podem ser realizadas remotamente de qualquer lugar (realizar serviços bancários, por exemplo). Nas formas de entretenimento também passaram a beneficiar dessas tecnologias como, por exemplo, a utilização de videogames para diversão em oposição às formas alternativas de jogos que demandam movimentar o corpo ou realizar atividades físicas.

O sedentarismo é considerado um fator de alta contribuição para problemas de saúde cardíaca e a obesidade. Com o intuito de reduzir esses danos a [20] propôs um plano de

ação mundial sobre atividade física e saúde para 2018 a 2030, com intuito de incentivar as pessoas serem mais ativas, conta com uma série de medidas que promovem a melhoria da qualidade de vida das pessoas, dentre essas medidas o investimento em meios de estimular o esporte ou a prática de atividades físicas. Dado esses fatores, a proposta de uma inovação tecnológica que abrange novas tecnologias, novas formas de entretenimento, o estímulo ao esporte e a prática de atividades físicas torna-se bastante relevante.

Como meio tecnológico a ser utilizado, os *smartphones* com sistema operativo Android são bastante presentes, o que tornaria a solução tecnológica mais acessível às pessoas comuns. Com o intuito de estimular as práticas esportivas, a criação de um aplicativo com rotas específicas catalogadas em mapas que poderão ser percorridas caminhando pelos usuários em um ambiente em uma plataforma de jogo. A inovação tecnologia será proporcionado pela implementação de realidade aumentada em determinados pontos geolocalizados.

Além do estímulo ao esporte, a aplicação também poderá ser utilizada para divulgar e promover certos locais aos usuários, tais como pontos históricos de uma cidade, ou pontos de comércio sendo, de interesse para exploração turística.

O aplicativo irá prover o histórico de atividades dos usuários e a partir de cada atividade realizada pontos serão contabilizados, que serão atribuídos ao seu perfil do utilizador com o intuito de gerar uma competição entre os usuários, isto é, utilizando técnicas de gamificação. Gerar uma competição, pode estimular o usuário a utilizar mais vezes a aplicação. Outro fator relevante para tentar atrair e estimular, é a implementação de realidade aumentada, por ser uma tecnologia nova e interessante pode tornar a experiência do usuário mais dinâmica, divertida e imersiva. Com um enredo estimulando as aventuras, outra técnica de gamificação, o usuário poderá também sentir-se mais motivado a seguir o percurso e a superar suas metas com outros usuários.

## 3.2 Metodologia

A metodologia, segundo [86], compreende-se na aplicação de procedimentos e técnicas na produção de um conhecimento com o objetivo de justificar sua validade e utilidade na sociedade.

A Metodologia, em um nível aplicado, examina, descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação [86].

Sendo assim, definindo o que é metodologia e sua importância no âmbito acadêmico, serão descritos em seguida os detalhes desta e suas etapas.

### 3.2.1 Caracterizando uma pesquisa

Uma pesquisa pode ser definida como um processo formal e sistemático de desenvolvimento de um processo científico. Seu objetivo principal é encontrar uma ou mais formas de solucionar problemas utilizando procedimentos científicos [86]. O intuito deste trabalho é a produção de uma aplicação com realidade aumentada, que pode auxiliar na solução de um problema específico (aumento do número de pessoas ativas), sendo assim, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois gera conhecimentos para aplicações práticas.

Uma pesquisa pode variar de acordo com o ponto de vista pela qual aborda o problema, podendo ser qualitativa ou quantitativa. Caso considere tudo que pode ser quantificável, traduzindo em números as informações com intuito de classificá-las e analisá-las tem-se uma pesquisa quantitativa. Na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo.

Sendo assim, podemos classificar esse trabalho como uma pesquisa qualitativa, pois não tem como objetivo utilizar dados estatísticos com intuito de solucionar um problema, logo, os dados estatísticos utilizados nesta são apenas para acentuar os problemas.

Ainda segundo [86], este trabalho pode ser classificado como pesquisa bibliográfica, pois possui suas características, isto é, foi elaborada a partir de material já publicado

por outros autores envolvendo todo tipo de material acadêmico como: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, monografias, dissertações, teses, internet entre outros [86].

### **3.2.2 Etapas da metodologia**

#### **Metodologia de desenvolvimento**

A pesquisa de metodologias de desenvolvimento consiste na busca de ferramentas que poderão auxiliar no desenvolvimento do projeto de forma eficaz. Para o desenvolvimento dessa aplicação serão necessários análise e definição de linguagens de programação, *frameworks*, estruturação do ambiente, arquitetura de software, metodologias para desenvolvimento, modelagem adotadas e outros artefatos que contribuam para o desenvolvimento da solução

No desenvolvimento da aplicação foram utilizados a documentação criada para implementação das funcionalidades do sistema. Nas fases iniciais desse trabalho foram realizados o levantamento e definição de requisitos, as definições dos requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio. Na modelagem os requisitos e outros detalhes do sistemas são documentados utilizando UML e representações gráficas.

Com objetivo de simplificar a construção do sistema o desenvolvimento foi modularizada, em fases, de forma que as funcionalidades foram agrupadas de acordo com as ferramentas das quais seriam utilizadas para implementação de acordo com uma prioridade estabelecida, e então as funcionalidades foram implementadas progressivamente em simultâneo com a inclusão de novas ferramentas no sistema. Na figura 3.1, sobre a metodologia, é possível verificar a ordem com a qual foram estabelecidas as fases do projeto.

#### **Análise e levantamento de requisitos**

Na análise e levantamento de requisitos, foca-se em entender qual o objetivo do sistema e identificar suas características, e assim definir quais serão as funcionalidades que deverão

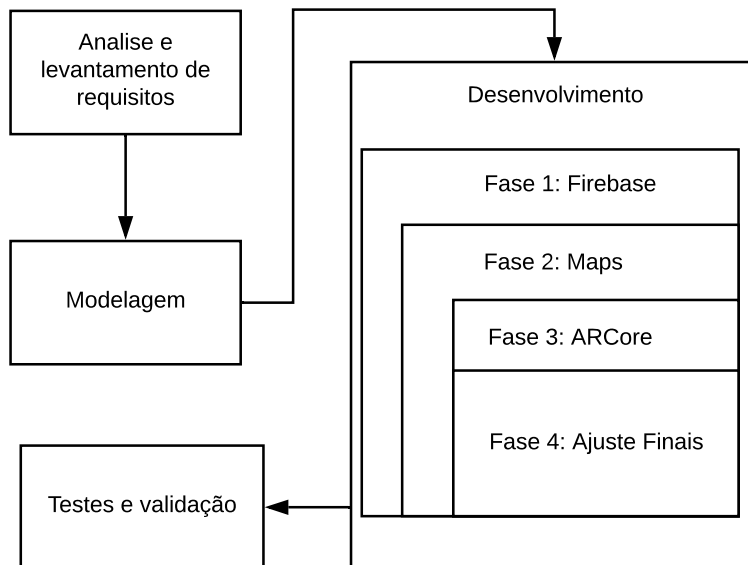


Figura 3.1: Diagrama da Metodologia de Desenvolvimento

ser desenvolvidas.

Existem requisitos funcionais e não funcionais do sistema, isto é, as funcionalidades principais do sistema. São uma condição ou uma capacidade com a qual o sistema deve estar de acordo [87]. Os requisitos funcionais podem ser definidos como funções ou atividades que o software irá realizar [88], já os requisitos não funcionais [89] podem ser definidos como atributos de qualidade, de desempenho, de segurança ou uma restrição do sistema.

## Modelagem

Na modelagem serão apresentados o material utilizado para documentar e também os diagramas necessários com o objetivo de facilitar a compreensão do escopo do aplicativo.

## Desenvolvimento

A implementação de um software ou construção está relacionada a atividade de geração de código. Nesta fase é onde, de fato, o sistema será codificado e desenvolvido através dos

meios facilitadores apresentados na etapa de modelagem [89].

De princípio, tornou-se necessário explorar e compreender o Firebase. Então, alguns dos requisitos que dependem dessa ferramenta foram implementados, tais quais são o cadastro, login, e logout do aplicativo e a tela inicial para apresentação do aplicativo. Denominada Fase 1: Firebase.

Em seguida, Fase 2: Maps, levando em consideração o nível maior de experiência em Firebase, foram selecionadas as funcionalidades que utilizam as APIs do Google Maps. Assim como a primeira ferramenta, o Google Maps exigiu maiores esforços para exploração e compreensão, e dessa forma, foi possível a implementação de novas funcionalidades, tais quais também utilizam as APIs Firebase, sendo as funcionalidades de realização e inserção dos desafios; juntamente com a tela de apresentação com lista de desafios inseridos.

Em outra fase, agora denominada Fase 3: ARCore, foram implementados os recursos da realidade aumentada. A exploração e compreensão de uma nova ferramenta, o ARCore, foi necessário para que as funcionalidades de inserção e realização dos desafios pudessem alocar a tecnologia de realidade aumentada no percurso. Até o momento é possível notar uma progressão em relação às ferramentas e as funcionalidades em cada fase, de modo que, em cada uma delas são adicionadas novas ferramentas e funcionalidades, e ainda incrementando as funcionalidades já desenvolvidas.

Na primeira fase é utilizado apenas Firebase, na segunda Firebase e Maps, na terceira além das duas citadas anteriormente, ocorre a inclusão do ARCore e conseqüentemente a reescrita das funções que irão alocar a tecnologia de RA.

E então em uma última fase, foram implementadas as funcionalidades do ranking, onde atribuiu-se métodos de cálculo de pontuação nos desafios, e novamente foi realizado a manutenção de funcionalidades implementadas, em geral os ajustes finais na qual foi nomeada esta etapa.

Além da exploração e compreensão das ferramentas citadas acima, ainda cabe citar que como essas tarefas foram desenvolvidas utilizando a plataforma Android e linguagem Java, em alguns momentos foi preciso esforços para compreensão de peculiaridades da plataforma, linguagem de programação e IDE.

## Testes e validação

Nessa etapa é descrita como foram testadas e validadas as principais funcionalidades da aplicação. Os dados dos usuários e o feedback fornecido foi utilizados para se obter uma análise e assim validar os objetivos na qual esperava-se.

### 3.2.3 Delimitações do projeto

A proposta tem como objetivo criar um aplicativo que promova a prática de esporte por meio de tecnologias atuais, abrangendo também outros focos secundários como a divulgação de pontos estratégicos de uma cidade e auxiliando na melhoria da saúde das pessoas da comunidade. Contudo, deve-se levar em consideração que por diversos motivos alguns pontos nos sistemas serão menos privilegiados ou de certa forma não serão implementados. Segue o relato desses pontos a seguir.

- O *framework* utilizado para implementação do módulo de RA, só pode ser possível de ser utilizado em *smartphones* com S.O. Android 9 ou superior.
- A aplicação apenas funcionará corretamente com a devida fluidez dos serviços de comunicação de dados, se este serviço estiver em condição de funcionamento adequada, uma vez que, são essências para envio e obtenção de dados cruciais utilizados pelo aplicativo, sendo tais dados que dizem respeito ao perfil do usuário, os desafios e pontos geolocalizados.
- O dispositivo móvel deverá ter seus recursos de HW habitados e com boas condições de funcionamento, pois alguns desses recursos são cruciais para total experiência de usuário promovido pela aplicação. A câmera do dispositivo deverá estar funcionando corretamente, pois é o componente responsável por capturar imagens que serão utilizadas para RA, assim como também deverá contar com uma tela *touchscreen* com todas as funções disponíveis e em funcionamento.

## 3.3 Especificação dos Requisitos

Na modelagem de dados, os atores são elementos que representam as entidades externas de um sistema, podendo ser pessoas ou outros sistemas. Sua interação com o sistema dá-se por meio da troca de mensagens com casos de uso [87]. Como exemplo, neste trabalho os usuários que utilizarão a aplicação são um ator do sistema.

Como já mencionado, a imersão das pessoas no mundo tecnológico provido pelos smartphones tem alterado seus modos de vida. As facilidades encontradas têm como consequências o aumento do sedentarismo que trazem outro problema ainda pior, os problemas de saúde. Sendo assim, a proposta de um aplicativo deve ser inovador e atraente o suficiente para atingir o maior número de usuários e a mantê-los. Estes fatores podem ajudar a definir melhor o perfil dos usuários que utilizarão o sistema e as funcionalidades que permitirão alcançar os objetivos esperados com a produção ao aplicativo.

Assim, podemos dizer que o perfil esperado dos atores do aplicativo são pessoas que buscam meios de entretenimento diferentes, atletas ou não, pessoas que buscam novos desafios, ou pessoas interessadas em conhecer e explorar novos lugares ou pontos turísticos de uma cidade.

### 3.3.1 Descrição do sistema

Com intuito de levantar os requisitos da aplicação e demonstrar de maneira simples como funcionará, abaixo será descrita as funcionalidades previstas e como elas alcançarão os objetivos na qual é proposta a aplicação.

Na aplicação proposta umas de suas funcionalidade deverá cumprir o objetivo principal que se define como um meio de estimular a prática de atividades físicas utilizando uma experiência gamificada e tecnologias de realidade aumentada.

A aplicação fornece uma lista de diversos desafios, sendo que desafio é o nome atribuído a um percurso no mundo real que está mapeado e exibido na aplicação para que os usuários possam percorrer. Nesses mapas, que haverão pontos marcados virtualmente e quel deverá passar por eles, os pontos são utilizados para delimitar o desafio, marcando o

início e fim, além desses, outros pontos com objetivos secundários poderão estar presente ao exibir o mapa, que poderão ser utilizados para estimular que um determinado local físico seja visitado pelo usuário. Como meio de garantir maiores chances de que esses pontos sejam visitados pelos usuários, assim como também estimular o uso da aplicação, é implementada uma experiência gamificada baseada em desafios.

Foi pensado em um esquema de pontuação para os desafios que consiste em pontos, de acordo com características específicas, como a distância e tempo percorrido. Essa pontuação atribuída aos usuários que finalizaram os desafios, serão utilizadas para a construção e exibição de um ranking. Essa funcionalidade poderá explorar o instinto competitivo dos usuários, assim como em jogos reais, para estimular o sentido de competição e assim manter seus utilizadores. A realidade aumentada foi implementada como outro meio de ganhar mais usuários adeptos ao aplicativo e manter os usuários, visto que é uma tecnologia emergente e que pode ser utilizada como um diferencial para conseguir atenção dos usuários. Dessa forma é possível tornar a experiência mais dinâmica, divertida e imersiva.

Ao aplicar a realidade aumentada nos pontos secundários exibidos nos mapas dos desafios, os usuários irão conseguir visualizar objetos virtuais por meio da câmera de seu smartphones. No local determinado pelo mapa o usuário deverá procurar pelo objeto, e assim que encontrá-lo poderá interagir com este por meio do touchscreen do celular. Com a interação, o usuário poderá receber pontuação extra, que será contabilizada a pontuação final.

Como medida preventiva contra usuários mal intencionados, todos os utilizadores deverão estar registrados e logados no aplicativo para realizar ou inserir um desafio. A inserção dos desafios só é permitida com o usuário percorrendo o desafio que está sendo inserido e que deverá ser devidamente complementado com dados descritivos do desafio e dos pontos com realidade aumentada .

### 3.3.2 Requisitos funcionais

Com base na identificação dos objetivos da aplicação e no perfil dos usuários, foi possível a identificação dos requisitos dos usuários e da visão geral do sistema e definir os requisitos funcionais e não funcionais do sistema, estes serão apresentadas a seguir em forma de quadros ou tabelas para uma melhor representação e acompanhamento dos mesmos.

- Cadastro: para realizar um login o usuário deverá estar cadastrado no sistema.
- Login: para gravar os desafios realizado ou inserir novos desafios é necessários estar logado no sistema.
- Visualização da listagem de desafios: todos os usuários logados ou não poderão visualizar os desafios disponíveis no sistema.
- Visualização do ranking de usuários: os usuários poderão visualizar o ranking com o melhores usuários.
- Iniciar um desafio: usuários poderão iniciar um desafio.
- Gravar um desafio: usuários logados poderão gravar um desafio.
- Sair do aplicativo: usuários logados poderão realizar logout.

### 3.3.3 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais são aqueles relacionados a utilização da aplicação em termos de desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, disponibilidade, manutenção e tecnologias envolvidas.

- Implementação: o sistema deverá ser implementado em Java para Android com acesso a dados via firebase, e utilizando apis da google para realidade aumentada e geolocalização.
- Login obrigatório: para que um usuário possa participar dos desafios propostos na plataforma deve estar cadastrado e autenticado.

- Manutenibilidade dos recursos: os desafios são mantidos pelos usuários.
- Segurança da base de dados: a base de dados deverá estar protegida contra inserção de dados por usuários não registrados.
- Persistência de dados: os dados são atualizados em tempo real entre a aplicação e a base de dados online.

### 3.3.4 Regras de negócio

A seguir são apresentadas as regras de negócios estabelecidas para a aplicação. As regras de negócio são definidas, segundo [90], como uma declaração que define ou restringe algum aspecto do negócio, mais especificamente em sistemas de informação são utilizadas como elementos-chave na definição das intenções e necessidades do negócio, ou reflexões de como a organização trabalha.

- Confidencialidade: a senha deverá ser mascarada.
- Permissões: o usuário deverá permitir o acesso a sua localização atual e acesso ao dispositivo de câmera do seu dispositivo móvel.
- Geolocalização: sempre que o usuário utilizar o aplicativo terá sua localização armazenada, assim como sempre que estiver em um desafio terá o trajeto armazenado.
- Preenchimento obrigatório de campos: ao inserir um desafio deve-se sempre preencher todos os campos para oferecer uma melhor experiência aos usuários.
- Pontuação de desafio: os pontos referente aos desafios só serão computados se o mesmo for finalizado no ponto definido como final.
- Pontuação extra: ao realizar interações com realidade aumentada são atribuídos valores extras aos desafios.
- Cálculo do ranking: ao finalizar uma atividade sua pontuação geral é atualizada no ranking.

## 3.4 Modelagem

A complexidade dos problemas com que nos deparamos para a implementação de um software exige a necessidade de uma resposta equivalente. É nesse ponto em que entra a modelagem, objetivando tratar aquela complexidade, provendo soluções e métodos de desenvolvimento que poderão acarretar na qualidade de um software e delimitar o problema a ser solucionado.

Segundo [87], a modelagem é importante para a extração de requisitos do sistema que geralmente são representados em forma de notação gráfica, e sobre a modelagem faz a seguinte afirmação:

“Modelagem de sistema é o processo de desenvolvimento de modelos abstratos de um sistema, em que cada modelo apresenta uma visão ou perspectiva, diferente do sistema.” [87]

A utilização de linguagens de modelagem devem apresentar representações gráficas que reproduzam conceitos que devem ser colocadas de forma simples [24].

### 3.4.1 UML

A UML é uma linguagem padrão para arquitetura de sistemas de SW, utilizando modelos para especificação, visualização, construção e documentação de artefatos de um sistema complexo de SW [91]. Com o auxílio da UML é possível criar diversos modelos para vários tipos de sistemas por meio de notações gráficas. É possível criar até 14 diagramas diferentes e com objetivos diferentes. Alguns são utilizados como complementos de outros e são categorizados em dois grupos: estruturais e comportamentais. Os estruturais são utilizados para visualizar, especificar, construir e documentar os aspectos estáticos de um sistema, ou seja, a representação de seu esqueleto e estruturas, enquanto os comportamentais são utilizados para visualizar, especificar, construir e documentar aspectos dinâmicos de um sistema específico. Alguns desses modelos podem ser fundamentais para descrever ou representar uma solução de um determinado problema. Sendo assim, alguns podem

ter mais valia do que outros, cabendo ao responsável pelo projeto definir o que poderia melhor representar a abstração na qual tem como objetivo.

### **3.4.2 Caso de uso**

Os diagramas de caso de uso auxiliam os stakeholders fornecendo uma das várias visões da arquitetura do sistema, expondo seus requisitos. Assim como outros modelos pode ser criado e estudados separadamente, porém podem também estar inter-relacionados com outros modelos [91].

Segundo [87], são uma das maneiras mais comuns de documentar requisitos de um sistema, pois podem delimitar o seu escopo e definir suas funcionalidades. Identificam como os agentes externos, interagem com o sistema, onde cada caso de uso agrupa uma sequência de informações que dizem respeito as interações do sistema com os atores. Um diagrama de caso de uso pode se relacionar com um ou mais atores, e com os eventos que os relacionam.

A Figura 3.2 representa o modelo de casos de uso, apresentado para aplicativo proposto no trabalho, no qual são indicadas todas as funcionalidades, isto é, aquelas que interagem com o ator, no caso o usuário que usa o app.

### **3.4.3 Diagrama de Atividade**

Com intuito de demonstrar todo o processo de realização de um desafio foi utilizado o diagrama de atividades. A UML apresenta um diagrama que tem por objetivo modelar algum aspecto dinâmico do sistema, seja como um todo ou de um subsistema, de uma operação ou até de uma classe [91]. A figura 3.3, apresenta o diagrama de atividade da operação começar um desafio na aplicação, na qual o desafio já foi escolhido pelo usuário e já está pronto para começar-lo.

O mesmo modelo de diagrama também foi utilizado pra demonstrar o processo de inserção de um Desafio no aplicativo (Figura 3.4).

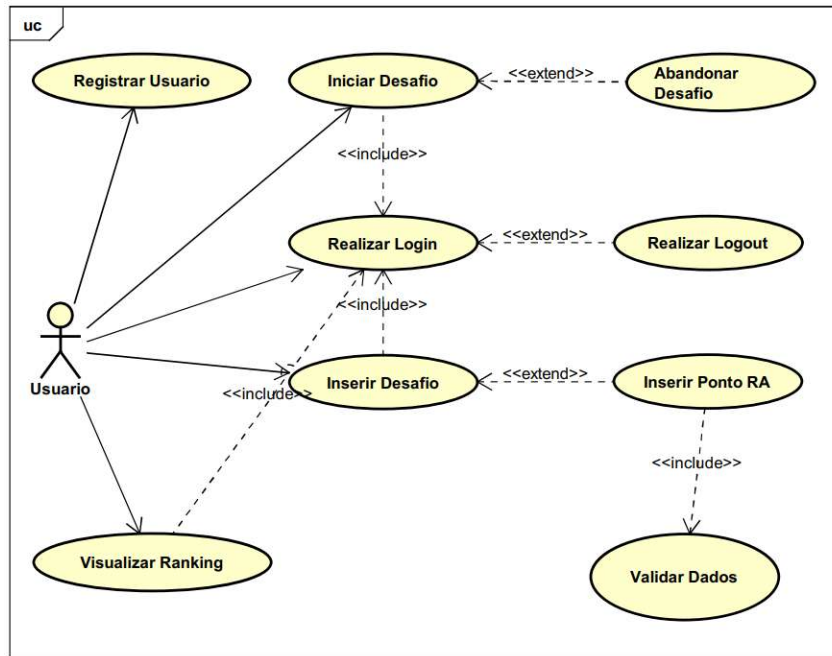


Figura 3.2: Diagrama de Caso de Uso

### 3.4.4 Diagrama de classe

Para visualizar, especificar, construir e documentar os aspectos estáticos de um sistema, a UML apresenta uma série de diagramas que são organizados em função dos principais grupos de itens encontrados na modelagem de um sistema.

Os aspectos estáticos do sistema podem ser exemplificados como uma representação de seu esqueleto e estrutura relativamente estáveis, abrangendo a existência e a colocação de itens como classes, interfaces, colaborações, componentes e nós.

Os diagramas de classes são os diagramas frequentemente encontrados em sistemas de modelagem orientados a objetos. Utilizados para ilustrar a visão estática do projeto de um sistema, sua importância não se resume só para a visualização, a especificação e a documentação de modelos estruturais, mas também para a construção de sistemas executáveis [91].

Apresentando abaixo, na figura 3.5, o diagrama de classes do aplicativo proposto, é possível identificar toda a estrutura das classes e seus relacionamentos. Esse diagrama é utilizado como suporte para os requisitos funcionais do sistema, isto é, os serviços que o

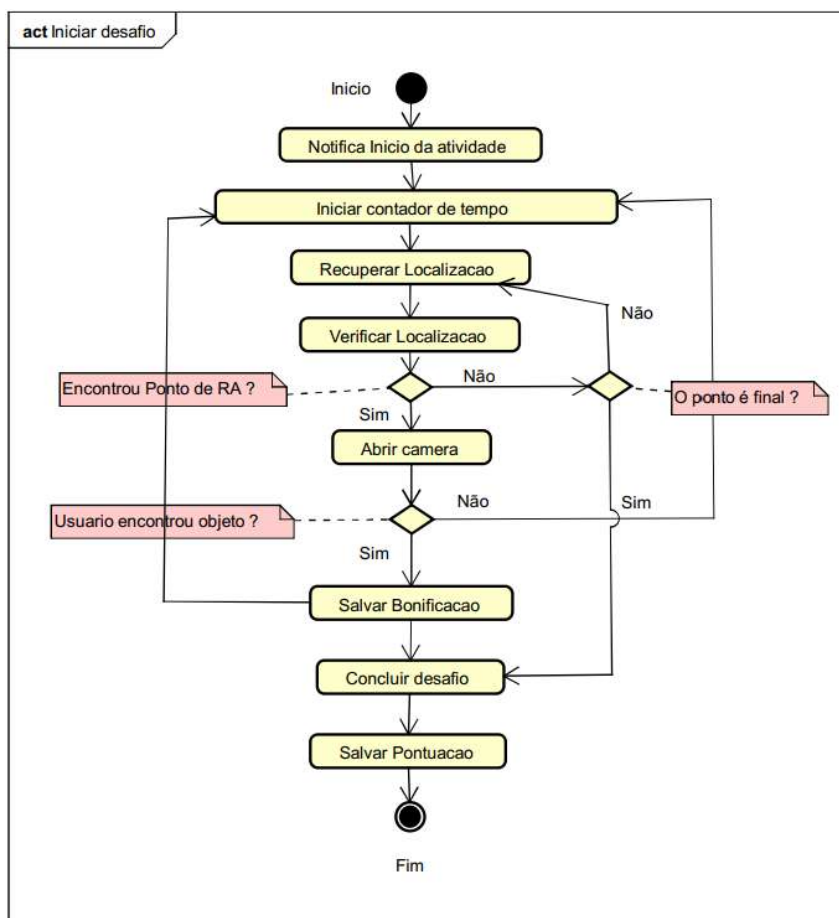


Figura 3.3: Diagrama de Atividade: Iniciar Desafio

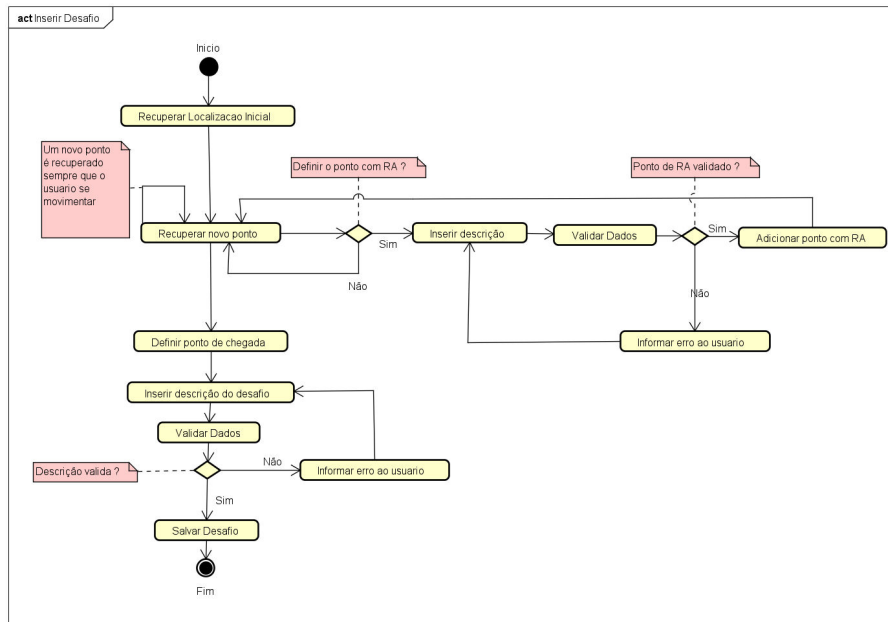


Figura 3.4: Diagrama de Atividade: Inserir Desafio

sistema deverá fornecer aos usuários finais.

### 3.4.5 Banco de dados

Assim como a maioria dos sistemas no processo de modelagem, haverá objetos persistentes que poderão ser armazenado em banco de dados para serem utilizados posteriormente. A UML é adequada para a modelagem de esquemas de bancos de dados lógicos e físicos, e foi desenvolvida para considerar o mapeamento para alguma linguagem de programação orientada a objeto.

Os diagramas de classes são uma expansão dos diagramas de Entidade-Relacionamento (ER), que são uma ferramenta básica de modelagem para o projeto lógico de bancos de dados relacional, porém, com o diferencial que os diagramas de classe também incorporam comportamentos, enquanto ER tem seu foco nos dados [91].

Nesse projeto optou-se pela utilização de um banco de dados Not Only SQL, ou não apenas SQL, ou não relacional (NoSQL) hospedado em nuvem, na plataforma Firebase disponibilizado pelo Google, que oferece um serviço de banco de dados não relacional

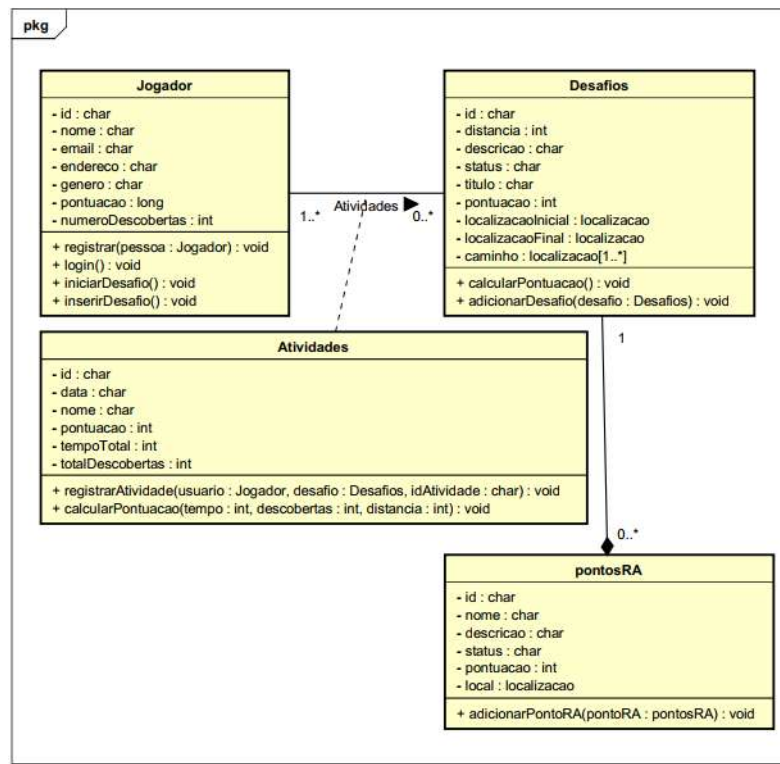


Figura 3.5: Diagrama de Classe

onde os dados armazenados podem ser sincronizados em tempo real com todos os clientes conectados, denominado Realtime Database [92]. No próximo capítulo este serviço será abordado com maiores detalhes.

Contudo, o Firebase recebe e disponibiliza os dados como JavaScript Object Notation (JSON) diferentemente dos bancos de dados convencionais [92]. O JSON é um formato de troca de dados entre sistemas independente de linguagem de programação, e utiliza texto legível a humanos, no formato atributo-valor [93].

Como citado por [91], a UML oferece meios para modelar banco de dados relacional e banco de dados orientado a objeto, mas enquanto ao banco de dados não relacional utilizado neste trabalho não há nada especificado. É nesse contexto em que um modelo proposto por [6], foi aplicado para obtenção do modelo de banco de dados NoSQL da aplicação (Figura 3.6).

O método proposto para aplicação do modelo conceitual de dados ao design do banco

de dados NoSQL, os componentes do modelo de dados conceitual UML podem ser alterado para os componentes do modelo de dados do documento [6]. Basicamente, substituindo os componentes do diagrama de classe (Tabela 3.1).

<b>Diagrama de Classe</b>	<b>Documento de Modelo de Dados</b>
Classe	Coleção
Atributo	Coluna no Documento
Associação	Referências de incorporado

Tabela 3.1: Um mapeamento entre componentes do diagrama de classes UML e Documento de Modelo de Dados (Adaptado de [6])

Para resolver o problema das definições das chaves primária e estrangeira do banco de dados, [6] propôs o uso do estereótipo da UML, como segue:

- Um identificador, que consiste em mais de um atributo de uma coleção, é marcado como «PK» na frente dos atributos como chave primária;
- uma associação, que consiste nos mesmos atributos entre diferentes coleções, é marcada como «FK» na frente dos atributos como chave estrangeira;
- e para «referência» ou «incorporado» no relacionamento.

Abaixo temos na figura 3.6, o diagrama do documento de modelo de dados que foi gerado para o aplicativo a partir das estruturas JSON que o Firebase gera e envia para os aplicativos dos usuários .

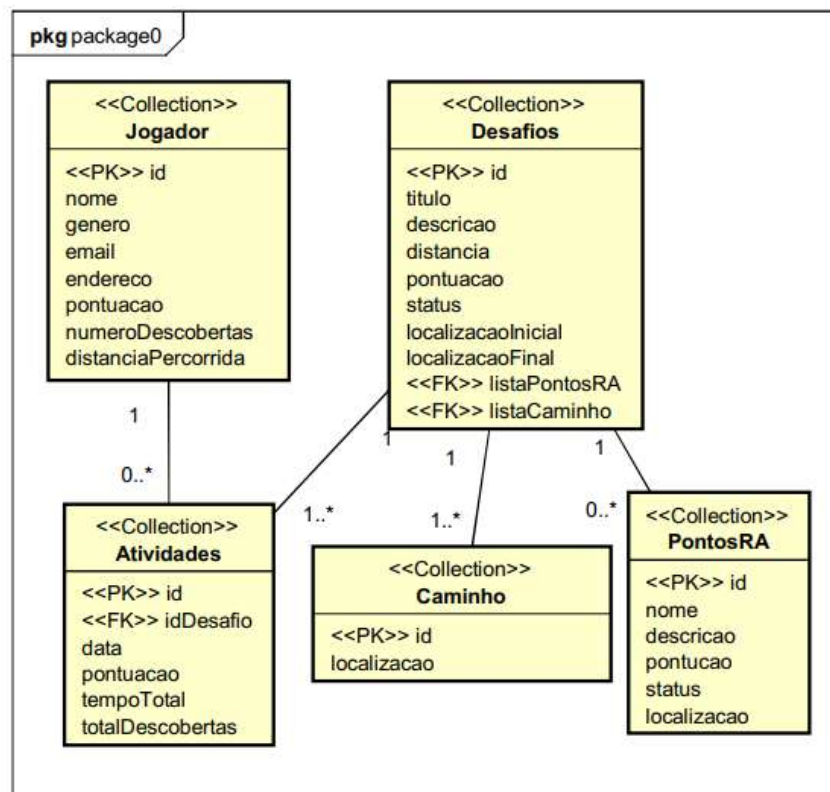


Figura 3.6: Diagrama do Documento de Modelo de Dados: Aplicativo

# Capítulo 4

## Desenvolvimento e Implementação

Neste capítulo será descrito o trabalho de implementação do aplicativo. Primeiramente apresentando as arquiteturas utilizadas como base ao desenvolvimento, seguido das ferramentas e quais as utilidades destas na aplicação. As maiores dificuldades e as limitações da proposta de aplicativo e por último será explicado as principais funcionalidades implementadas.

### 4.1 Arquitetura

Para a desenvolvimento desse projeto foram utilizadas duas arquiteturas. Uma referente a arquitetura de rede, que aborda os processos de comunicação entre o dispositivo e o servidor onde estão hospedados os dados, e outra referente ao padrão de arquitetura de software utilizado no desenvolvimento do aplicativo. As próximas sessões abordaram a disposição e funcionamento das arquiteturas desenvolvidas.

#### 4.1.1 Arquitetura de Rede

O modelo cliente-servidor tornou uma das ideias centrais de computação de rede. É uma estrutura de sistemas distribuídos que gerencia as tarefas e cargas de trabalho entre os fornecedores de um recurso ou serviço, designados como servidores, e os requerentes dos

serviços, designados como clientes [94]. Na figura 4.1, temos um diagrama bem difundido onde podemos notar um sistemas distribuído, onde os dispositivos são os clientes, e tem-se um servidor que oferece serviços que são acessados pela rede de computadores.

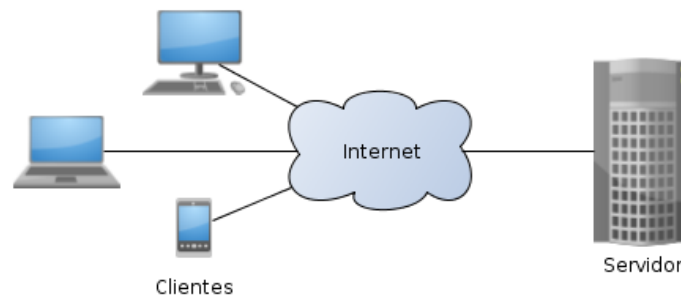


Figura 4.1: Sistema distribuído: modelo cliente-servidor (Reproduzido de [15])

Neste trabalho, a arquitetura se faz presente para a utilização dos serviços da plataforma Google como o Firebase, o Google Maps e o ARCore, ambas as ferramentas oferecem API por onde a aplicação requisita seus serviços.

### 4.1.2 Arquitetura do Software

No desenvolvimento do aplicativo, foi definida a arquitetura padrão de projeto software MVC, devido às suas características de modularidade e reuso de código. O padrão agrupa os componentes do sistema em 3 camadas: visão, controle e dados.

- Modelo é a principal estrutura computacional da arquitetura, pois é ele quem modela o problema que está se tentando resolver. Modela os dados e o comportamento por trás do processo de negócios. É responsável pelo armazenamento, manipulação e geração de dados. É um encapsula dados e é independente da apresentação.
- Visão pode ser qualquer saída de representação dos dados ou seja, a interface do usuário. A Visão é responsável por exibir possíveis interações com o usuário, e interage com a camada de controle para que os dados solicitados do Modelo sejam exibidos.

- O Controle intermedia a visão e o modelo. Ele envia essas ações para o Modelo e para a janela de visualização, onde serão realizadas as operações necessárias.

A figura 4.2 exemplifica como as camadas do padrão MVC são interconectadas e o processo de comunicação entre elas. O diagrama exemplifica a relação entre Modelo, Visão e Controle. As linhas sólidas indicam associação direta e as tracejadas indicam associação indireta.

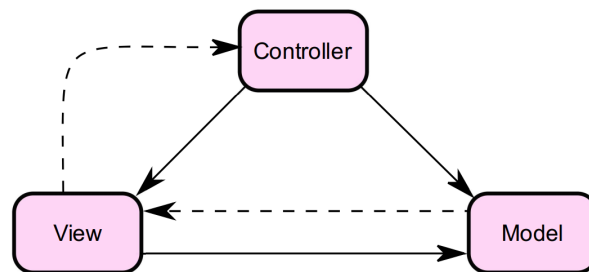


Figura 4.2: Diagrama MVC (Reproduzido de [16])

## 4.2 Ferramentas

Nessa sessão serão apresentadas as principais ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo.

### 4.2.1 Android Studio

O Android Studio é o ambiente de desenvolvimento integrado oficial para desenvolvimento no Android e oferece diversas ferramentas que auxiliam no desenvolvimento para plataforma. Dentre as características mencionadas no capítulo 1 sobre a IDE, ainda vale ressaltar que o principal motivo pela escolha de sua utilização é o conjunto de suporte oferecido pela IDE juntamente com a comunidade de desenvolvedores.

Como mencionado, é a IDE oficial que possui uma comunidade de utilizadores grande e ainda levando em consideração que a linguagem Java também tem a característica de alta popularidade, faz com que a combinação Android Studio e Java possam oferecer

um suporte eficaz para solução de novos problemas provenientes do domínio do projeto, sendo que o suporte facilitará o processo de desenvolvimento, pesquisa e exploração das ferramentas, plataformas, e linguagens .

### 4.2.2 Firebase

Serviço em nuvem disponibilizado pelo Google, o Firebase é um Backend-as-aService (Baas) completo para o desenvolvimento de aplicações móveis e web. Atualmente, o serviço suporta desenvolvimento em diversas linguagens, inclusive Java que é utilizada no desenvolvimento deste trabalho. Possui um grande número de funcionalidades como banco de dados em tempo real, armazenamento de arquivos, análise de dados, serviços de autenticação e autorização, além de permitir a integração com diversos serviços do Google como integração ao AdWords, Analytics, Google Cloud Messaging, entre outros.

Os motivos que levaram a determinar o Firebase como uma das ferramentas para o desenvolvimento do aplicativo é o suporte oferecido pelo *Framework* e o banco de dados em tempo real. A API disponibilizada é completa e pronta para utilização, o que a tornou relevante, visto que pouparia esforços quanto à estrutura de armazenamento em nuvem, e assim, focar no desenvolvimento da aplicação e exploração de outras ferramentas que até então eram desconhecidas e de pouca utilidade para o desenvolvimento da aplicação, por exemplo, o framework ARCore que será detalhado mais à frente.

Outro ponto relevante na escolha do Firebase é a oferta do serviço de autenticação com e-mail e senha, que foram utilizados no aplicativo. Ainda que em sua versão gratuita o espaço de armazenamento seja limitado, não deixou de ser viável, uma vez que seria capaz de suportar os dados dos usuário em uma fase inicial de implantação do aplicativo.

### 4.2.3 Google Maps

O Google Maps é um serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra gratuito fornecido e desenvolvido pelo Google. Sua rede de cobertura abrange 200 países e territórios sendo 99% do globo terrestre [95].

A Google Maps Platform oferece diversas API e SDK para que seus serviços que utilizam dados do Maps possam ser usados por desenvolvedores das plataformas Android, iOS, web API e *Cross-platform*.

No desenvolvimento Android, é disponibilizado pelo próprio Android Studio o SDK que torna possível incorporar os mapas do Google em um aplicativo, sendo essa a principal razão para a escolha dessa ferramenta no desenvolvimento do aplicativo, uma vez que, os desafios devem ser mapeados para o usuário. A possibilidade de personalizar os mapas também foram pontos relevantes, pois permite adicionar marcadores, polígonos e superposições a um mapa básico e outros elementos que são utilizados para mapear os desafios da aplicação.

#### **4.2.4 ARCore**

O ARCore é a plataforma do Google para criar experiências de realidade aumentada. A ferramenta permite que o telefone capture seu ambiente, entenda o mundo e interaja com informações. Algumas API estão disponíveis no Android e iOS para permitir experiências compartilhadas de RA [17].

Como exposto anteriormente, a realidade aumentada foi pensada como um diferencial, tendo em vista que é uma tecnologia nova e vem sendo disseminada em aplicativos de jogos para telefones. Dessa forma, o intuito de sua utilização está diretamente ligada com o fato de incentivar os usuários a chegarem em pontos pré determinados que possam oferecer alguma experiência ao mesmo. Com a finalidade de fornecer uma melhor experiência, foi determinado a utilização do ARCore, pois prove recursos para que os objetos virtuais possam ser integrados ao mundo real, tais recursos serão abordados em breve.

#### **Características**

Utilizando os recursos de hardware do telefone para proporcionar a experiência de realidade aumentada, a câmera e sensores são responsáveis pela entrada de informações que serão exibidas na tela no telefone. O ARCore tem como objetivo fazer com que o objeto

pareça parte do mundo real, e para isso utiliza três recursos principais, exemplificado na figura 4.3, como forma de integrar o conteúdo virtual:

- O rastreamento de movimento permite que o telefone entenda e rastreie sua posição em relação ao mundo.
- A compreensão ambiental permite que o telefone detecte o tamanho e a localização de todos os tipos de superfícies: superfícies horizontais, verticais e angulares.
- A estimativa de luz permite ao telefone estimar as condições atuais de iluminação do ambiente.



Figura 4.3: Exemplo de funcionamento dos recursos principais do ARCore (Reproduzido de [17])

A interação com o usuário é realizada por meio de toque na tela do telefone, na qual é obtida uma coordenada em 2 dimensões (x,y) e projeta um raio na visão do mundo capturado pela câmera, retornando quando o raio atingir um objeto que poderá disparar ações.

O rastreamento de movimento permite que o usuário possa se mover e visualizar os objetos de qualquer ângulo, e mesmo que saia do campo de visão, quando retornar ainda estará na mesma posição.

## **Sceneform**

O Sceneform SDK é responsável por renderizar cenas 3D realistas em aplicativos de RA, permite aos desenvolvedores Java a criação de aplicativos ARCore sem o OpenGL, o plug-in Sceneform permite importar, visualizar e criar ativos 3D nos aplicativos.

O SDK foi utilizado nesse trabalho para inclusão da realidade aumentada nos desafios, que permitira a visualização e interação com objetos virtuais em pontos estratégicos das rotas presentes nos desafios.

## **4.3 Dificuldades e limitações**

Nas próximas sessões serão apresentados as dificuldades na implementação do aplicativo e como foram solucionados os problemas e as principais limitações da plataforma.

### **4.3.1 Limitações da plataforma**

No trabalho apresentado, a implementação do aplicativo para a plataforma Android impõe uma barreira quando levando em consideração a acessibilidade da aplicação, sendo o sistema operacional o propulsor de dois motivos bem acentuados. Um deles é a existência de smartphones com outros sistemas operacionais (por exemplo mais comum o iOS) no qual não funcionará, e outro motivo também relacionado ao sistema operacional é referente a distribuição na qual não deve ser muito antiga, sendo a partir da 7.0.

O fator limitador para o Android é resultado da escolha da ferramenta de RA, o ARCore, pois a maior desvantagem quanto a utilização dessa ferramenta é a limitação imposta pela tecnologia, que só permite a execução desses recursos em dispositivos Android 7.0 (Nougat) e posterior [17], o que pode impedir que telefones mais antigos possam executar a aplicação.

Todavia, menos da metade das distribuições Android estão abaixo do Nougat, o que pode não ser um obstáculo levado em consideração, visto que esse foi lançado em 2016 [96], então as versões anteriores estão em funcionamento em dispositivos considerados antigos. O que poderá amenizar essa limitação, é a tendência de que as pessoas substituam seus dispositivos por outros mais modernos.

Outra limitação na aplicação é a constante necessidade de acesso aos dados remotos. Como a base de dados da aplicação se localiza em um servidor na web e são disponibilizados para serem acessado com as API do Firebase a disponibilidade de acesso a rede deverá ser constante para que a aplicação tenha um bom funcionamento.

Porém, levando em consideração os dados sobre o acesso a redes por dispositivos móveis, a disseminação do 5G para os anos futuros poderá garantir uma melhor eficiência e alcance das redes móveis [18]. Sendo assim, a popularização do 5G é um fator que ameniza problemas causados pela indisponibilidade da rede ou baixa performance da aplicação em um futuro breve.

### **4.3.2 As dificuldades como desafios**

Como proposto anteriormente, no capítulo 3, o aplicativo deveria compor-se como algo que promova e estimule os usuários a prática de atividades físicas. Entretanto, a aplicação deveria conter algo diferente, na qual pudesse chamar a atenção e alcançar mais usuários. Foi então que surgiu a ideia de incluir a Realidade Aumentada no projeto da aplicação.

O maior desafio foi determinar como seria incluída essa tecnologia na aplicação, e baseado em outros aplicativos, como Pokemon GO e o Strava, surgiu ideia de criar rotas em

mapas geolocalizados e incluir a RA em determinados pontos objetivos. As rotas mapeadas foram baseados no aplicativo Strava, que permite que usuários realizem a inclusão ou execução das rotas dos exercícios no qual praticaram junto com o tempo de execução e outras estatísticas. O jogo Pokemon Go foi o responsável por aflorar a ideia da realidade aumentada, na qual o jogador, por meio da camera do dispositivo interage com os personagens do jogo em uma batalha para captura-los.

Outro ponto desafiador, foi a inclusão de conceitos de gamificação na aplicação, este conceito pode ser exemplificado de forma simples neste trabalho como a atribuição de valores e bonificações às rotas, percorridas e concluídas pelos usuários, que acumulando esses valores pode classificar os usuários. Assim como também o Ranking é uma lista com finalidade de ordená-los de acordo com os valores obtidos como pontuação nos desafios e gerar uma competição sadia entre os usuários. Essas são algumas das técnicas de gamificação que tem por objetivo incentivar os usuários a utilizar o aplicativo.

## **4.4 Implementação**

Nesta seção será abordado como foi implementada, as ferramentas utilizadas e como funciona cada uma das funcionalidades especificadas no diagrama de caso de uso (figura 3.2) no capítulo 3.

### **4.4.1 Registrar, login e logout**

No desenvolvimento do aplicativo foram delimitados algumas funcionalidades que deveriam ser implementadas com prioridade maior, assim como definido na sessão 3.2, na primeira etapa, Fase 1: Firebase, foram implementadas as funções de registro, login e logout do sistema e também a tela inicial da aplicação. Ao executar o aplicativo, o usuário irá se deparar com a tela inicial da aplicação, na qual há uma breve explicação do objetivo desta e uma lista que apresenta os desafios disponíveis na aplicação, veja na figura 4.4 onde é apresentada a tela inicial com usuário não logado.

O registro e login no sistema é obrigatório para que o usuário possa realizar algum dos

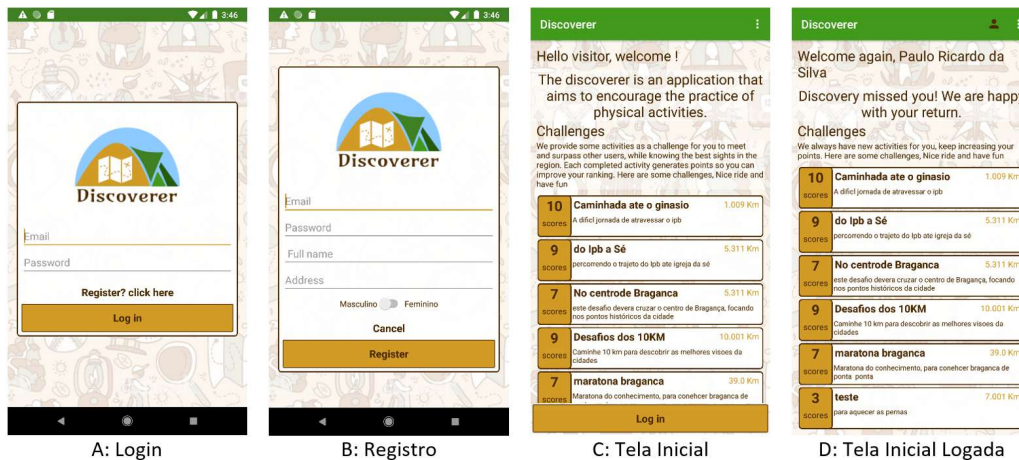


Figura 4.4: Telas do Aplicativo: Login (A), Registro (B) e Início como usuário autenticado (D) ou não (C)

desafios listados. O login é acessado a partir do menu da barra superior da tela inicial ou pelo botão que encobre toda a parte inferior da tela, ambas redirecionam o usuário para outra tela, onde poderá realizar o login ou o registro, na figura 4.4 apresentamos a tela de login (A) e registro (B) e em seguida da tela inicial (C) onde é possível notar o botão para login, este que também desaparece após usuário realizar login na aplicação, como pode ser visto na tela inicial logada (D).

Para Registro é necessário que usuário preencha os campos do formulário, com e-mail, senha para autenticação, nome completo, gênero e endereço que redireciona automaticamente a página inicial após validar os dados. Já para realizar o login é necessário inserir o email e senha. Para se registrar o usuário deverá preencher os campos, caso contrário não será permitido o registro e então usuário é notificado.

No login foi realizado tratamento de erros para algumas instâncias de problemas sendo:

- caso o usuário não esteja registrado na plataforma;
- caso o e-mail e senha não correspondam ao cadastrado;
- outros erros de cunho geral que possam acontecer.

Para realizar o login, os dados(email e senha) são validados pela API do Firebase, que gera um token que será devidamente utilizado pelo aplicativo para acessar outras API do

Firestore.

Na barra superior está localizado o menu que permite acesso rápido a alguma funcionalidades da aplicação. Quando o usuário não está logado no aplicativo, o menu da barra superior é disponibilizado para acesso ao login, vide figura 4.5 A, porém quando autenticado, o usuário (Figura 4.5 C) tem acesso ao perfil pela barra, e a função para inserir desafios e realizar logout acessíveis com o menu expandido.

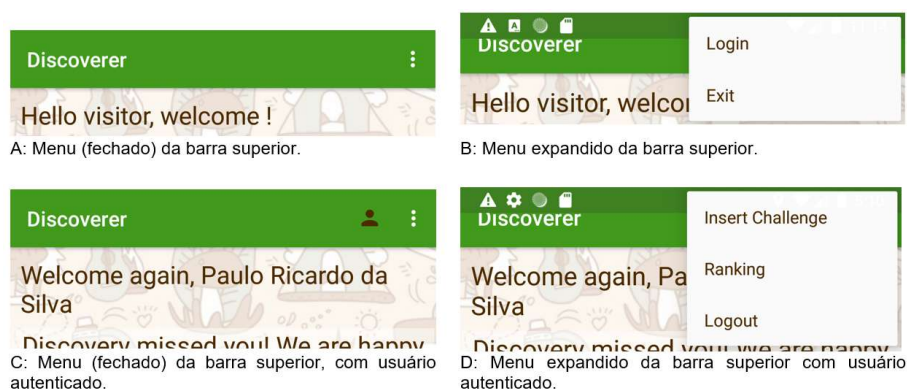


Figura 4.5: Barra superior e menu expansível

Na figura 4.5 temos a barra superior para usuário não autenticado (A), o menu expandido para usuário não autenticado (B), na barra superior com acesso ao perfil do usuário autenticado (C) e o menu expandido para usuário autenticado.

O logout é realizado pelo menu da barra superior e revoga o token disponibilizado pelo Firestore. O perfil do usuário é acessado pela barra superior por meio de toque no ícone que irá abrir em outra tela o perfil (Figura 4.6) onde serão exibidos os dados sobre as atividades realizadas pelo usuário. Pelo perfil, o usuário poderá também adicionar novos desafios na aplicação.

Na figura 4.6 é apresentado a tela final do perfil do usuário, tal qual foi obtida apenas na Fase 3 do desenvolvimento. De princípio foram criadas apenas a tela na qual se obtinha dados do registro do usuário, depois (Fase 2) adicionado e configurado o botão para que ele pudesse inserir desafios. E por fim, como a tela se apresenta no momento, apresentando dados acumulados sobre os desafios.

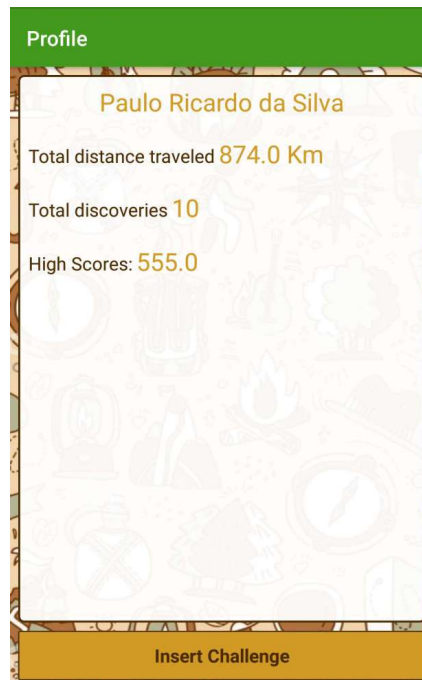


Figura 4.6: Tela do perfil do usuário

#### 4.4.2 Inserir desafio

Na segunda fase de desenvolvimento, a implementação da funcionalidade de inserção de desafios foi determinada, pois com essa funcionalidade seria possível explorar a ferramenta de mapas e assim, garantir que os dados inseridos, isto é, os desafios, pudessem ser utilizados na próxima sessão de desenvolvimento.

Para implementação dessa funcionalidade foi utilizado o SDK maps disponibilizado pelo Android Studio. Por meio dessa ferramenta foi possível exibir em um mapa os dados recuperados do GPS do dispositivo, e assim a localização (latitude e longitude) do usuário podem ser mapeadas e exibidas na aplicação.

Os desafios consistem em rotas mapeadas por meio de uma lista de localizações do usuário, essas localizações são recuperadas conforme o usuário percorre o caminho da qual ele deseja inserir na aplicação, todo o processo de inserção pode ser observado por meio do diagrama de atividades 3.4. É necessário para inserção de um desafio que o usuário o denomine e insira uma descrição (Figura 4.7 B). Todos os desafios disponíveis são exibidos em uma lista na tela principal da aplicação, visível na figura 4.4 C e D.

Basicamente na Fase 2, foi focado em explorar o SDK maps, onde são inseridas as rotas dos desafios e armazenadas no banco de dados na nuvem. Já na Fase 3, após definir como seria inserido a realidade aumentada no desafio, a funcionalidade de inserção foi incrementada para incluir essa peculiaridade, até então denominada como Inserir Ponto RA no diagrama de caso de uso.

Para inserir o ponto de RA é necessário que o usuário defina quais os pontos de interesse no desafio que está sendo inserido, na aplicação essa funcionalidade foi denominada como ponto de descoberta (possível de se observar na figura 4.7). Nesses pontos específicos o usuário deverá nomear a descoberta e escrever uma breve descrição sobre ela. Posteriormente, na Fase 4 de desenvolvimento, foram adicionados as pontuações do desafio e da descoberta com finalidade de atribuir mérito aos melhores usuários.

No fim das fases de desenvolvimento a funcionalidade de inserção se apresenta como na figura. Nos quadros da figura 4.7 nota-se como foi utilizado o SDK de mapas para obtenção das coordenadas geográfica para registrar o desafio e como são inseridos na aplicação. Deve-se ressaltar que o usuário precisa percorrer todo o caminho para que a aplicação registre as coordenadas.

### **4.4.3 Iniciar desafio**

A funcionalidade iniciar desafio é o principal recurso da aplicação que foi implementada na fase 3 de desenvolvimento. Por meio desta que os principais conceitos apresentados na proposta do trabalho são colocados em prática. É por essa funcionalidade que os usuários poderão iniciar aos desafios oferecidos pelo aplicativo.

Ela é responsável por fornecer ao usuário um mapa com as rotas dos desafios, registrar o tempo total utilizado e calcular a pontuação obtida ao concluir o desafio. Além disso, é durante a execução de um desafio que também são fornecidas as descobertas ao usuário.

A figura 3.3 apresentou o diagrama de atividades da funcionalidade e representa o seu funcionamento. Durante a execução de um desafio é permitido ao usuário pausar o contador de tempo e abandonar o desafio, no caso de abandono a pontuação obtida até

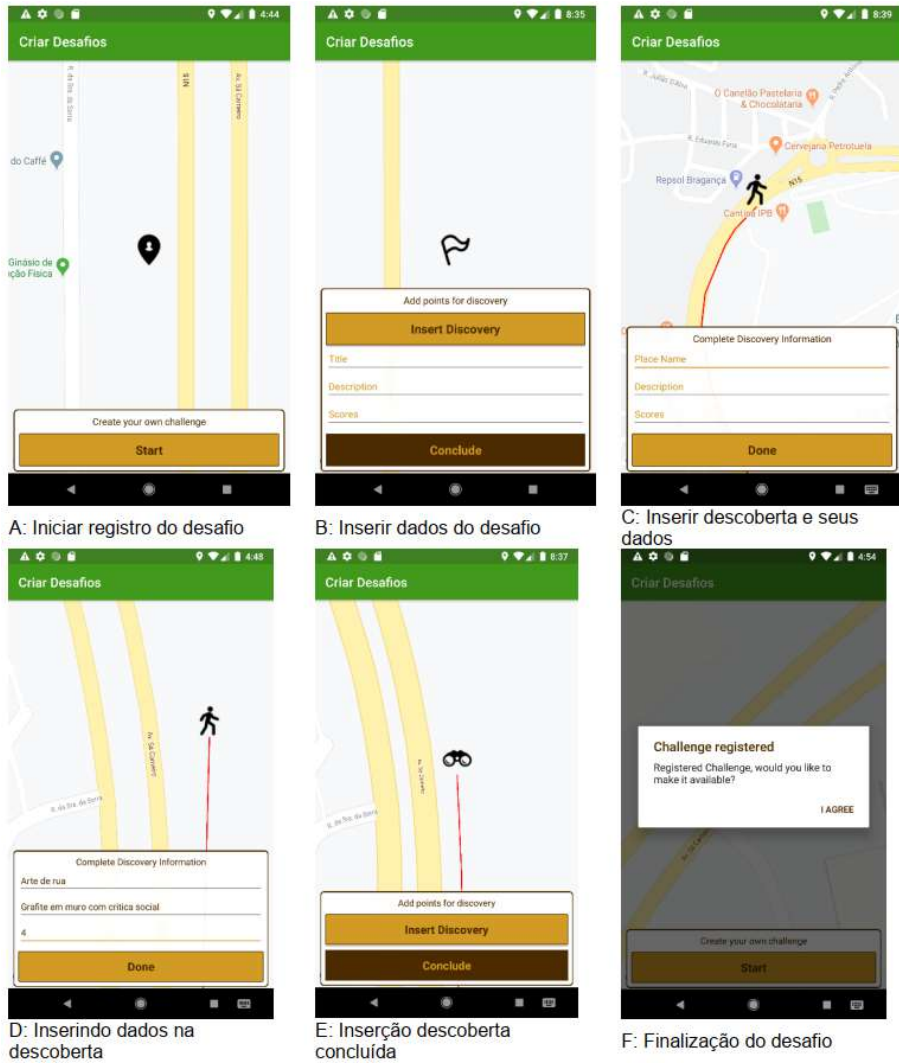


Figura 4.7: Telas de Inserção de desafio

então é dispensada.

A descoberta é onde entra a Realidade Aumentada, é um ponto específico da rota mapeada que permite ao usuário utilizar a câmera do dispositivo móvel para buscar um objeto e assim, capturá-lo para obter uma pontuação extra, que será somado a pontuação do desafio, permitindo que o usuário obtenha alguma vantagem dentre outros.

Na figura 4.8 pode-se observar a organização da tela do Desafio que será exibida após a escolha do desafio. Nessa tela é possível notar os principais elementos presente no Desafio e os artefatos necessários para torná-lo um jogo, afim de uma melhor compreensão, os elementos foram sinalizados na figura 4.8 e serão descritos em seguida:

- A: Botão *Start*, responsável por dar início ao Desafio;
- B: Marcador inicial, determina onde devera ser iniciada a rota do Desafio;
- C: Marcador final, determina onde o Desafio se finalizará;
- D: Marcador descoberta, aponta onde haverão Descobertas (incluem RA e bonificação extra no Desafio);
- E: O mapa, onde é exibido a rotas e os marcadores;
- F: A rota, demarcada por um traço vermelho, devera ser o caminho a ser percorrido pelo usuário
- G: Exibe o *Status* atual do Desafio;
- H: Exibe a pontuação objetida no Desafio;
- I: Exibe o tempo total, desde o início do desafio;
- J: O Título do desafio, exibido na barra superior do app;
- K: Botão *Quit* permite o usuário abandonar o Desafio.

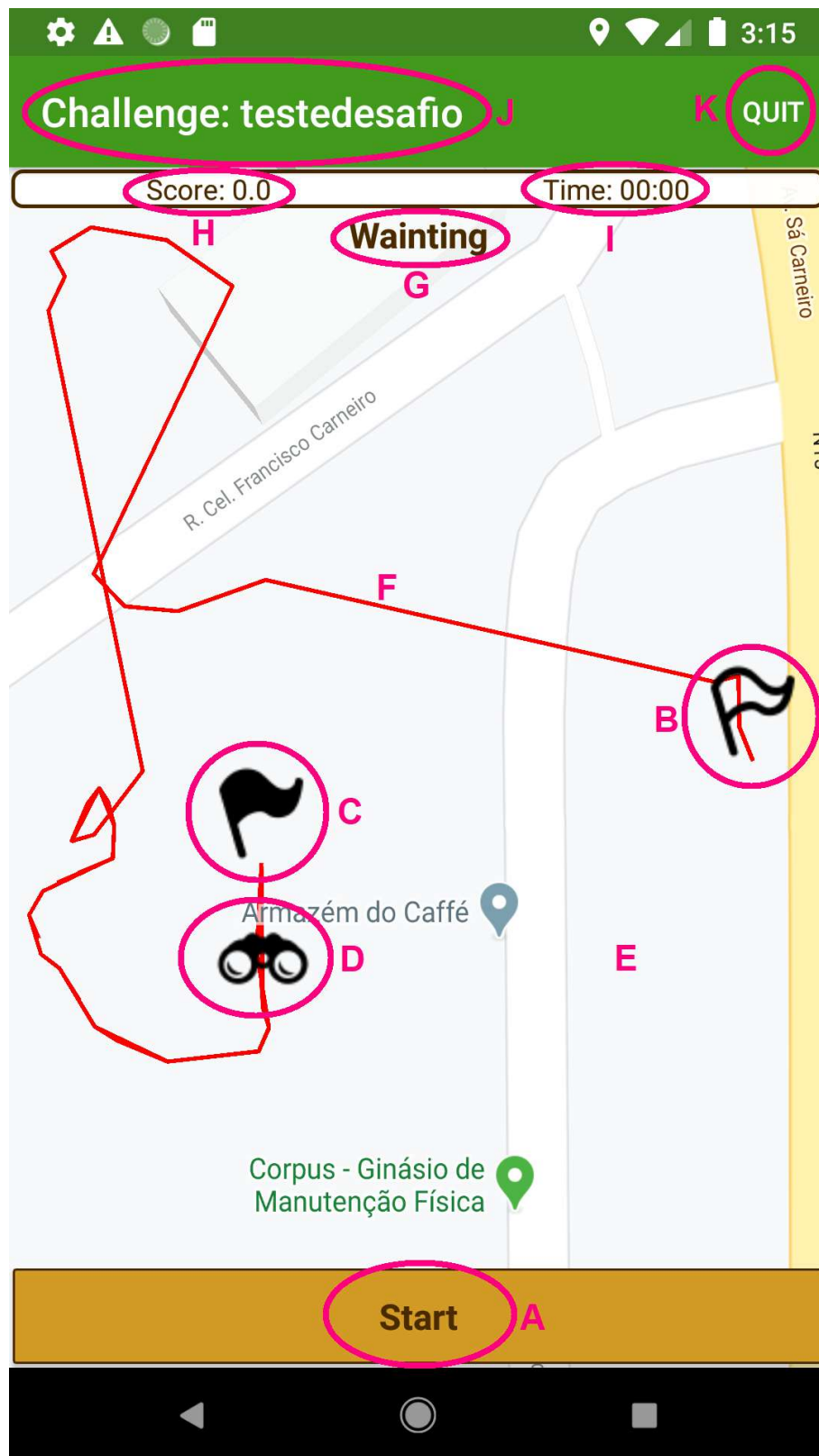


Figura 4.8: Apresentação de um Desafio

Para implementação dessa funcionalidade foram necessários a utilização dos principais recursos utilizados e citados até agora, o Firebase com o Realtime Database foi usado para recuperar os dados dos desafios que estão armazenados e para registrar o desafio que será concluído pelo usuário.

A recuperação da localização do usuário foi um fator determinante, uma vez que, os Desafios são baseados da localização atual. O SDK Android fornece ferramentas para obtenção da localização atual do dispositivo, a API de localização, que prove toda alteração da posição geográfica do dispositivo. No aplicativo as localizações são recuperadas sempre que uma atividade é iniciada. Ao começar uma atividade o usuário é notificado com uma contagem regressiva, notável na figura 4.9 para que ela possa estar atento ao desafio.

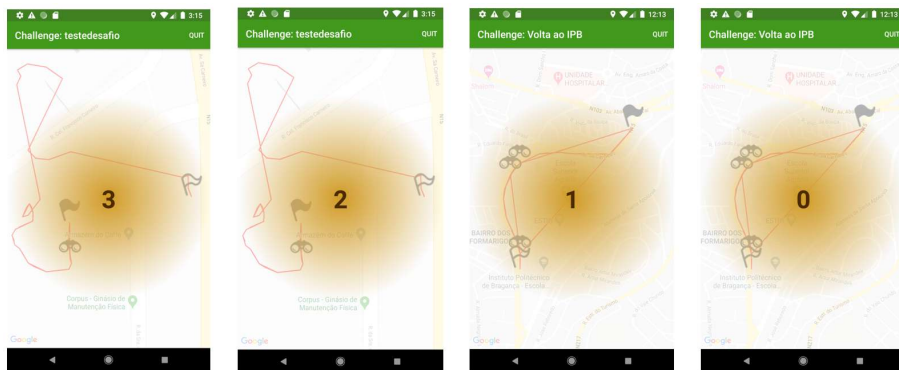


Figura 4.9: Contagem regressiva após iniciar Desafio

Um desafio poderá ter 4 status diferentes, e são exibidos ao usuário, visível na figura 4.8 e item G da lista acima, na tela de Desafio, sendo então:

1. Aguardando: quando o desafio ainda não foi começado, figura 4.8.
2. Iniciado: o desafio é iniciado com esse status, onde ocorre todo o monitoramento e captura dos artefatos necessários ao funcionamento do jogo.
3. Parada: para a execução da atividade até segunda ordem.
4. Finalizando: quando encontra-se o marcador final e então os resultados são armazenados na nuvem.

O SDK mapas também é utilizado, pois é por meio deste que são exibidas as informações que guiará os usuários executando um desafio. Essa ferramenta permitiu criar rotas, marcadores, calcular distâncias e exibi-los ao usuário por meio do mapa.

Outra ferramenta do Firebase que foi utilizada e teve sua importância é o Geofire, essa ferramenta oferece um serviço que notifica a aproximação com marcadores inseridos para serem observados pelo Geofire. Então, essa ferramenta foi utilizada para monitorar se o dispositivo móvel está na área configurada do marcador, caso esteja dentro da área ocorre o disparo de notificação de proximidade para o aplicativo com os dados do marcador. A notificação é recuperada e a partir dela são estabelecidas as próximas ações do sistema.

Cada Desafio obrigatoriamente possuem 2 ou mais marcadores, sendo o marcador de início e fim obrigatórios, e zero ou muitos marcadores de Descoberta. Esses marcadores são adicionados ao Geofire para que disparem notificações quando o dispositivo que executa determinado Desafio entrar em sua área demarcada. A área de monitoramento (um raio a partir da coordenada geográfica) pode ser configurada a cada marcador, porém no aplicativo todos os marcadores recebem o mesmo valor de 20 metros.

Contanto, o maior desafio com o desenvolvimento da aplicação é a utilização do AR-Core, este foi usado para oferecer um recurso em realidade aumentada. Como já citado anteriormente, cada descoberta de um desafio terá um objeto virtual que poderá ser capturado pelo usuário, a captura desse objeto é realizada por meio do toque sobre ele após ser renderizado.

O Sceneform é a ferramenta que permite a renderização do objeto virtual na imagem fornecida pela câmera do dispositivo. Para que um objeto seja renderizado o Sceneform utiliza de dados oferecidos pelo ARCore que são capturados pela câmera e fornecidos as Sceneform, então, a ferramenta busca uma superfície plana na qual será renderizado o objeto. É por meio também do Sceneform que é possível interagir com o objeto e programar qual será a reação deste. Na aplicação será renderizado um troféu virtual (observável na figura 4.10) com um toque na tela a ferramenta irá capturar as coordenadas do toque que ao serem direcionadas ao objeto executará a ação programada. A ação programada consiste em notificar o usuário se ele não tocar no objeto, ou notificar a

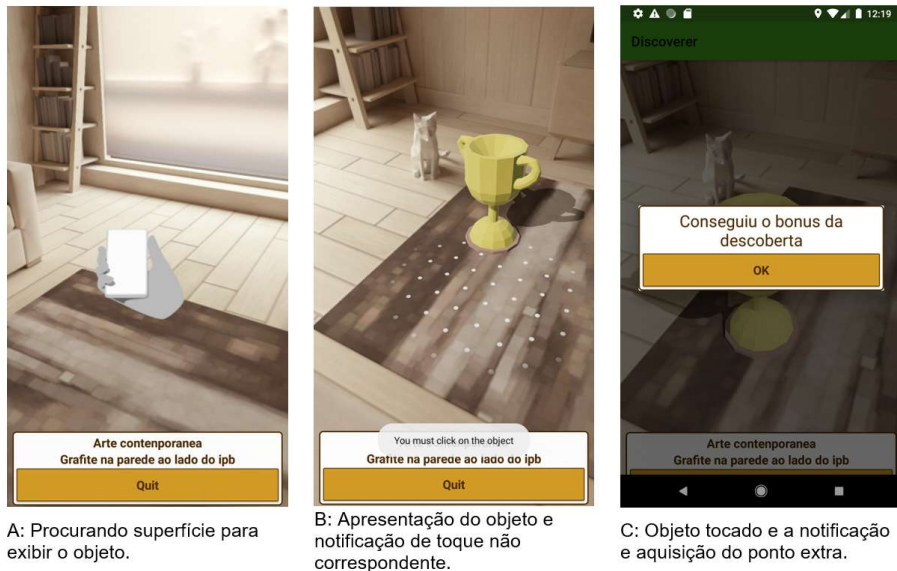


Figura 4.10: Descoberta, e a inclusão da realidade aumentada no aplicativo

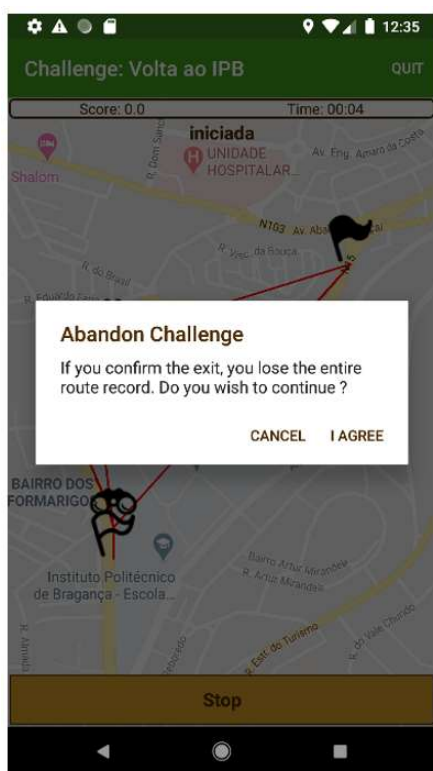
conquista da pontuação extra ao desafio seguido do redirecionamento de volta ao Desafio, pode-se observar essas ações na figura 4.10.

A finalização do desafio ocorre quando o aplicativo receber a notificação do Geofire que o dispositivo está no último marcador. Então, uma mensagem é exibida ao usuário para confirmar a finalização, e em seguida o desafio é inserido no banco de dados do Firebase, juntamente com a atualização do perfil do usuário com as novas conquistas. Outra forma do usuário sair do desafio é abandonando, nesse caso os dados do desafio não serão computados. Na figura 4.11 é exibido a tela ao finalizar e ao abandonar a atividade.

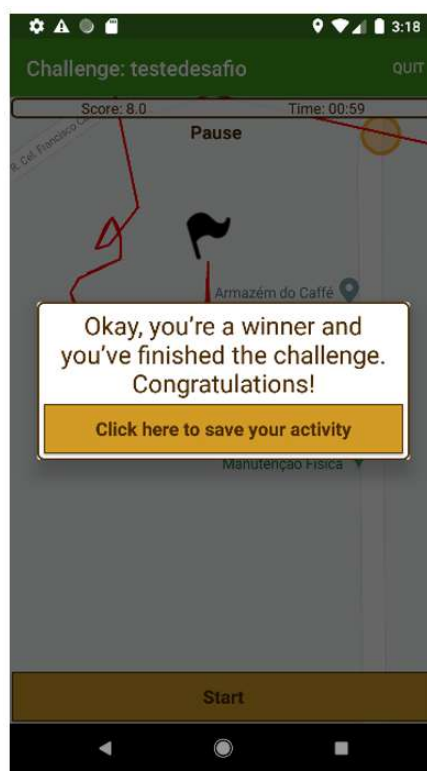
#### 4.4.4 Visualizar Ranking

O Ranking foi a última funcionalidade implementada para a aplicação na Fase 4 do desenvolvimento, seu intuito é manter uma lista em ordem decrescente dos usuários de acordo com os pontos obtidos com a conclusão dos desafios.

O desenvolvimento dessa tela não é de grande complexidade, porém é de importância considerável, uma vez que, uma classificação com os melhores usuários poderá gerar uma competitividade dentre os usuários e que poderá acarretar em maiores utilizações da



A: Notificação para confirmar o abandono do Desafio.



B: Notificação de finalização do Desafio.

Figura 4.11: Finalização de um Desafio

aplicação. Na figura 4.12 pode se observar a tela de ranking com a lista dos melhores usuários fictícios.

The ranking is a list where our best users are ranked. Being used as evaluation criteria the accumulated points of all completed challenges. Come on ... Don't be late in this race !!!

1°	954 scores	pedro 541.0 Km
2°	555 scores	Paulo Ricardo da Silva 0.874 Km
3°	450 scores	eduardo 50.0 Km
4°	333 scores	maria da silva 100.0 Km
5°	184 scores	vitor 64.547 Km
6°	10 scores	lucas 23.0 Km
7°	8 scores	joao 53.0 Km
8°	7 scores	maria1 000.0 Km

Figura 4.12: Classificação de usuários

Na lista de usuários do ranking é possível visualizar, figura 4.12, a pontuação total do usuário que é o critério para ordenação, o total percorrido pelos usuários (em Kilometros) em desafios que também pode ser observado, porém não é utilizado para classificação direta no ranking.

#### 4.4.5 Ajustes finais

Na fase 4 do desenvolvimento do aplicativo, foram tratados e corrigidos pequenos problemas encontrados durante o desenvolvimento além da criação de janelas de diálogo que notificam os usuários sobre as ações realizadas durante um percurso.

Além desses, foi realizado também a internacionalização da aplicação que passou a suportar duas linguagens, português e inglês, para os elementos estáticos da aplicação que são definidos a partir da linguagem na qual está configurada o dispositivo móvel do usuário.

Foi também personalizado, o ícone do inicializador do aplicativo (Figura 4.13) na qual dará identidade ao atalho que é criado na tela inicial do usuário para acesso ao aplicativo quando instalado no dispositivo móvel.



Figura 4.13: Ícone inicializador do aplicativo

# Capítulo 5

## Testes e Discussão

A partir de uma análise do problema foi modelada uma solução tecnológica e nessa seção analisar os resultados obtidos como possível solução ao problema indicado. O problema central do trabalho consiste em apresentar uma solução acessível e que possa amenizar os impactos causado pela tecnologia em relação ao sedentarismo. Além do estímulo a atividade física, também foram estipulados na proposta de solução o caráter motivador e inovador da aplicação.

### 5.1 Testes realizados

Para o aplicativo apresentado, a seção de testes diz respeito apenas aos testes realizados com o intuito de garantir as funcionalidades providas pela aplicação e análise da efetivação dos objetivos estipulados, cabendo ao momento atual a avaliação do aplicativo por um pequeno grupo de pessoas. Sendo assim inicialmente foram realizados testes na aplicação a fim de identificar erros e problemas mais graves e posteriormente o aplicativo foi distribuído para que pessoas o pudessem utilizar, essa fase de teste será descrita nas próximas seções.

Para a realização dos testes iniciais foi utilizado o Android Emulator, ferramenta fornecida pela Android Studio que permite criar um dispositivo virtual, denominado Dispositivo Virtual Android (AVD), na qual a aplicação é colocada para rodar e então cada

uma das funcionalidades são avaliadas quanto à eficácia da funcionalidade em teste.

O AVD permite que a localização do dispositivo virtual possa ser alterada, o que permitiu que funcionalidades da aplicação, como inserir desafio e iniciar desafio, pudessem ser testadas por meio do emulador, pois estas funcionalidades na prática necessitam que o usuário percorra no mundo real com as rotas marcadas no mapa.

A funcionalidade Descoberta também foi possível ser testada com o AVD, uma vez que por meio da câmera de cena virtual é possível realizar experimentos com apps de realidade aumentada criados com o ARCore. O teste consiste em iniciar um desafio, configurar uma coordenada que contém uma flag para uma descoberta, analisar a resposta do dispositivo, verificar a renderização do objeto virtual e a interação com o ambiente e com o objeto.

Com o aplicativo executado no emulador foi possível testar também toda a inserção e recuperação de dados na nuvem que são essenciais ao funcionamento da aplicação. O teste consistiu em inserções de usuários e desafios fictícios na aplicação e analisando se tais são visíveis por meio do aplicativo.

Em geral nos testes realizados utilizando a emulação do aplicativo e as possíveis ações de um usuário comum, a aplicação obteve um resultado positivo onde não ocorreram erros graves, mas cabe salientar que os testes podem ser influenciados devido ao conhecimento que se possui na hora de realizar, cabendo a uma próxima etapa analisar os resultados de uma gama de usuários a fim de se obter mais detalhes sobre a experiência proporcionada.

Com intuito de distribuir o aplicativo para que usuários diferentes pudessem testá-lo foi gerado um Android Application Pack (APK). Um APK é um arquivo de pacote para sistemas Android no qual estão todos os arquivos necessários para instalação de um aplicativo. Esse app foi disponibilizado para download por meio de uma pasta compartilhada no Google Drive. O teste realizado pelos usuários consiste da utilização do aplicativo por si próprio, onde usuários precisam se registrar, em seguida escolher um dos desafios e percorrer (ou jogar) e, após finalizar, visualizar sua posição no Ranking.

Com intuito de analisar o feedback do usuário, foi solicitado o preenchimento de um formulário online (Google Forms). Esse formulário foi dividido em 4 partes sendo uma seção para registrar dados sobre a pessoa (idade, sexo e profissão), a segunda sobre o jogo

e a experiência proporcionada pelo aplicativo, a terceira seção para analisar os impactos e a utilização da realidade aumentada no aplicativo e a última para verificar o potencial do aplicativo quanto aos seus principais objetivos. Os testes foram realizados com um grupo de 15 pessoas entre 20 e 31 anos de idade. Quanto ao perfil dos usuários estes estão ligados ao Instituto Politécnico de Bragança, sendo alunos, ex-alunos e pesquisadores, sendo praticantes ou não de atividades físicas regulares.



Figura 5.1: Perfil dos Usuários

Quando questionados sobre a prática regular de atividades físicas 60% marcaram sim, que são praticantes de atividades físicas enquanto 40% disseram não, vide figura 5.1. Mesmo os usuários não praticantes de atividades físicas avaliaram o esforço físico necessários para completar uma atividade como baixo, sendo que numa escala de 1 a 5 (com 1 sendo muito fácil e 5 muito difícil) as avaliações mais altas chegaram a nível 3 (Figura 5.2). Essa análise mostra um fator determinante para que uma pessoa volte a realizar uma atividade física, isto é, que a atividade não seja difícil. Para contribuir com essa afirmação os usuários foram questionados sobre a frequência na qual pretendiam voltar a jogar, e as respostas mostram uma compatibilidade com os dados anteriores pois a maioria disseram que poderiam jogar “muitas vezes” enquanto a opção “nenhuma vez”, não foi selecionada por algum dos usuários. A partir dessa pequena análise já é possível notar que o aplicativo proposto poderá causar um impacto em relação ao aumento da prática de atividades físicas pelas pessoas.

Além do ponto citado acima existem outros que foram analisados para fortalecer o

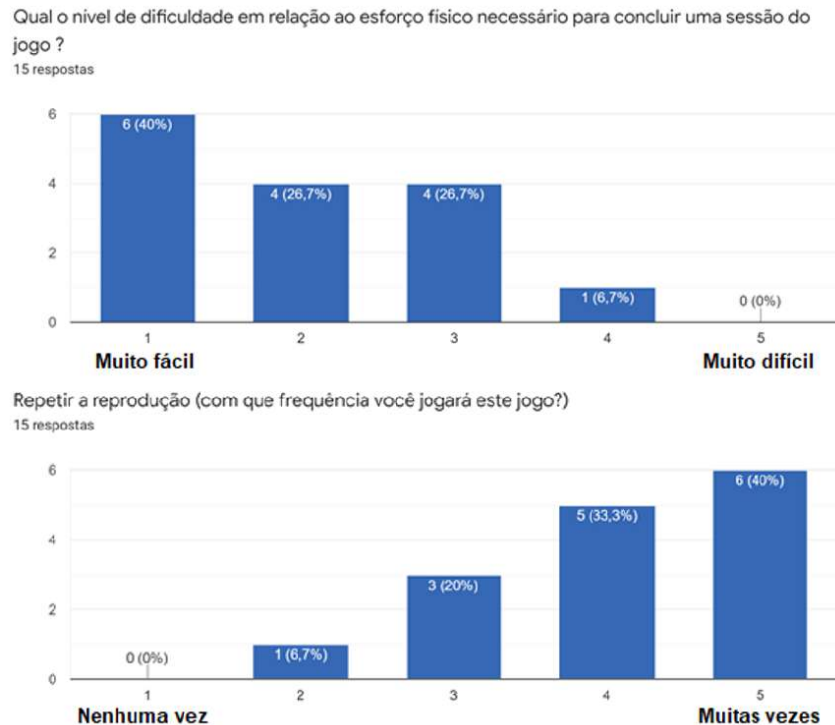


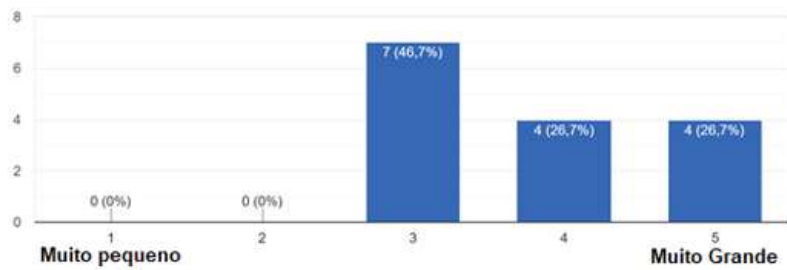
Figura 5.2: Resultados sobre os impactos do aplicativo na prática de atividades físicas potencial do aplicativo para a promoção de atividades físicas. Uma vez que usuários que utilizarem mais vezes o aplicativo também irão praticar mais atividades físicas então serão expostos alguns argumentos que fortaleceram a ideia de porque eles utilizarão o aplicativo.

Os aspectos gráfico em geral do aplicativo (tamanho do texto, aparência, materiais e peças do jogo) foram bem avaliados, como observável na figura 5.3. Nos dados coletados nenhum usuário avaliou de maneira extremamente negativa, sendo que as avaliações sempre variam do nível médio (considerado regular ou aceitável) até o nível máximo (que representa as avaliações mais positivas possíveis). Com isso pode-se inferir que, como o aplicativo oferece uma interface agradável ao usuário, esse não será um dos motivos que o afetam ou influenciam o usuário a deixar de utilizá-lo.

Com o objetivo de motivar os usuários técnicas de gamificação foram utilizadas e o que deram caráter de jogo ao aplicativo devido aos elementos introduzidos como os desafios, pontuações atribuídas, competições com outros usuários. Para analisar os aspectos disso em relação ao usuário, eles também foram questionados sobre as características do jogo.

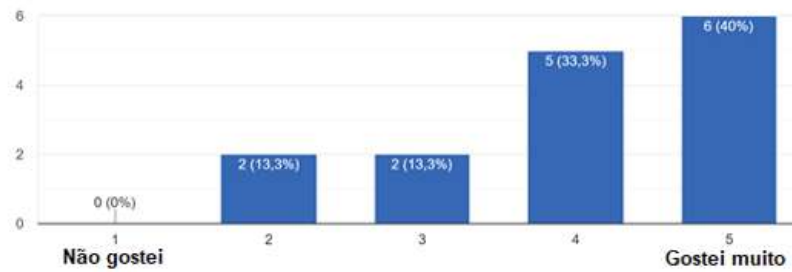
Tamanho do texto (os textos apresentados no jogo estão no tamanho legível ?)

15 respostas



Aparência (Quanto você gostou dos gráficos / ilustrações?):

15 respostas



Quanto você gostou dos materiais e / ou peças do jogo ?

15 respostas

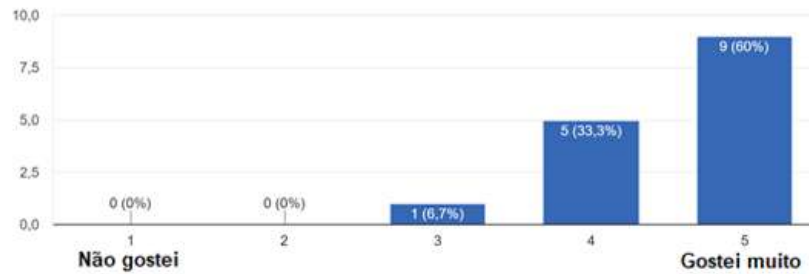


Figura 5.3: Resultados das avaliações da interface do aplicativo

Quanto a complexidade, instruções e aprendizado do jogo mais uma vez temos dados que se agrupam entre os níveis de avaliação mais positivas entretanto foi possível notar que a avaliação se manteve distribuída entre os níveis intermediário e totalmente positivo. Sendo que as avaliações nível 3 (avaliação regular) obtiveram mais atribuições quando avaliados as 3 fatores citados acima. Levando em consideração as avaliações dos usuários pode-se deduzir que essas funcionalidade merecem uma melhor atenção ou aprimoramento em possíveis versões futuras do aplicativo.

O ranking do aplicativo também foi avaliado, perguntando ao usuários o quão motivador é uma disputa ou competição dentre eles. A partir das dados coletados foi possível notar que, no caso uma competição entre jogadores, não foi considerado tão importante quanto esperado, pois nem metade dos usuários deram muita importância a essa questão.

No aplicativo a tecnologia introduzida de Realidade Aumentada foi sempre tratada como um dos pontos fortes para conquistar usuários, fato que pode se comprovar com a pesquisa realizada com os usuários do aplicativo Discoverer. Nessa pesquisa grande maioria dos usuários entusiasmaram-se com a utilização da tecnologia em jogos, onde nenhum deles responderam do nível intermediário de entusiasmo até nenhuma importância, isto é, o que comprova que a realidade aumentada causa interesse nas pessoas.

Especificamente sobre a realidade aumentada no aplicativo, foram realizadas perguntas para avaliar a experiência que os usuários tiveram, então foram questionados com as seguintes perguntas:

1. Como foi sua experiência com Realidade Aumentada no jogo? Com escala linear de 1 (Muito ruim) à 5 (Muito boa).
2. Como você classifica a integração do objeto virtual com o mundo real na aplicação? Com escala linear de 1 (Muito ruim) à 5 (Muito boa).
3. Você conseguiu interagir com o objeto virtual na cena? Sim ou não

A partir dos dados coletados, é notável o *feedback* positivo dos usuários, as maiores porcentagens de avaliações estão localizadas em resultados altos (muito bom). Sendo

assim notável que o possível diferencial buscado com a introdução de realidade aumentada no aplicativo foi alcançado e agrada aos usuários.

Outro ponto sustentado pelos dados obtidos com a pesquisa é o potencial do aplicativo/jogo para exploração geográfica e turística que, quando questionado aos usuários, todas as respostas indicam potencial para esse objetivo, sendo 80% das respostas para alto potencial, sendo então essa característica um ponto a ser explorado em melhorias ou novas funcionalidades na aplicação.

## 5.2 Validação dos objetivos

O aplicativo foi desenvolvido para a plataforma Android que está presente em grande parte dos dispositivos móveis utilizados pela população mundial então pode-se deduzir que a proposta cumpre com a meta estabelecida de a acessibilidade. Apesar do Android ter grande parte do mercado de dispositivos móveis, sabemos da existência de dispositivos com outros sistemas operacionais, por exemplo a iPhone com iOS, o que mostra um ponto falho na acessibilidade que deveria ser garantida pelo aplicativo. Para garantir uma acessibilidade ainda maior a aplicação deveria ser implementada para que fosse capaz de funcionar em dispositivos móveis com diferentes sistemas operacionais.

Como uma das soluções para tornar o aplicativo atrativo foi aplicar o conceito de gamificação com o intuito de angariar usuários e encorajá los a utilizar a aplicação. Tornando o aplicativo em um tipo de jogo onde os dados dos usuários são capturados quando utilizando-o e empregados para classificá-los dentre os outros usuários.

A gamificação é encontradas na seguintes situações da aplicação:

- As delimitações dos ambiente e objetivos (início, fim e rotas demarcadas).
- Atribuição de pontuação aos desafios concluídos e de bonificações para usuários que utilizem os recursos da aplicação, no caso a realidade aumentada.
- Enredo estimulador e interessante.

- A classificação dos usuários em relação às atividades praticadas (desafios concluídos).

A inclusão da realidade aumentada no aplicativo proporciona um diferencial tecnológico, um fator que pode influenciar usuários a utilizar a aplicação devido ao seu caráter inovador que tende a alcançar um maior público de usuários, sendo então considerada também uma solução para atrair usuários. Outro objetivo que se pode alcançar com a inclusão da realidade aumentada é a promoção de pontos turísticos, que será abordada no próximo tópico.

Com a aplicação é possível também que a funcionalidade de adicionar desafios, possam criar rotas que privilegiam determinadas regiões. Essas rotas poderiam ser utilizadas para que pontos turístico sejam inseridos e então visitados pelos usuários que utilizarão a aplicação, sendo então o estímulo ao turismo um objetivo secundário da proposta de solução. A inclusão da realidade aumentada em um determinado ponto específico pode influenciar o usuários explorem uma região específica.

Em uma análise dos resultados obtidos a aplicação possui os artefatos que poderão cumprir com o objetivo principal da solução e possivelmente estimular a prática de atividades físicas. O que foi possível se ser verificado com a análise do *feedback* dos usuários.

# Capítulo 6

## Conclusões e trabalhos futuros

Neste Capítulo serão apresentadas as conclusões dessa dissertação e descrição e sugestões para trabalhos futuros.

### 6.1 Conclusões

Esse trabalho apresentou os fatos que mostram a influência da tecnologia nos hábitos das pessoas e sua relação com o aumento do sedentarismo e, conseqüentemente, problemas de saúde relacionados. Foi apresentado também uma aplicação que tem propósito principal estimular a prática de atividades físicas, além de também a capacidade para estimular a exploração geográfica e a utilização de realidade aumentada, foram comprovadas a partir de testes e coleta de dados de usuários.

Com o intuito de amenizar os efeitos negativos da utilização da tecnologia, foi desenvolvido um aplicativo a partir de uma série de objetivos pré-estabelecidos, como a utilização de realidade aumentada e a gamificação com intuito de atrair mais utilizadores e os motivar.

O aplicativo desenvolvido para plataforma Android utilizou ferramentas da plataforma da Google como o Firebase com o Realtime database para armazenamento e distribuição de dados, e da plataforma ARCore também da Google, que fornece as ferramentas para a inclusão de realidade aumentada no aplicativo.

Após concluído, o aplicativo, foi apresentado a um grupo de 15 pessoas para o avaliar e verificar o cumprimento dos objetivos. Além disso, os dados foram utilizados para avaliar o alcance de três pontos: estímulo a atividade física, utilização de realidade aumentada e potencialidade para exploração turística ou geográfica.

Os dados coletados pelos usuários foram positivos em geral e considerando os fatores fundamentais obtiveram-se os seguintes resultados: quando avaliada a inclusão de realidade aumentada, a soma das avaliações positivas é de 93%. Considerando o potencial para exploração turística e geográfica, todas as avaliações foram positivas sendo 80% de “Grande potencial”. Considerando o fator principal do aplicativo, isto é, a potencialidade para estimular a prática de atividades físicas, novamente foram obtidos resultados positivos de todos usuários, com 73% das avaliações positivas de valor máximo (“Grande potencial”).

Sendo assim conclui-se que a tecnologia, tal como pode trazer consequências ruins, também é capaz de oferecer uma contrapartida, quando explorada o seu potencial. Na aplicação apresentada é possível notar uma das possíveis formas nas quais a tecnologia poderá influenciar positivamente a bons hábitos as pessoas e conseqüentemente uma melhora em sua qualidade de vida e saúde de seus utilizadores.

## 6.2 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros é sugerido que testes e avaliações sejam aplicadas em uma escala maior, que abranje diferentes públicos, e assim teríamos uma maior quantidade de dados para fundamentar os objetivos iniciais do trabalho. Os testes e avaliações dos usuários em larga escala também proporcionam *feedback* mais valoroso que poderá ser utilizado para complementar as funcionalidades do aplicativo.

É sugerido também a criação de toda a plataforma que dê suporte a aplicação, como websites e um aplicativo que seja capaz de funcionar em todos os *smartphones* independente de sistemas operacional.

# Bibliografia

- [1] R. Guthold, G. A. Stevens, L. M. Riley, and F. C. Bull, “Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants,” *The Lancet Global Health*, vol. 6, no. 10, pp. e1077–e1086, 2018.
- [2] IBGE, *Sports and Physical Activity Practices in 2015*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2015.
- [3] K. Werbach and D. Hunter, *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press, 2012.
- [4] L. Goasduff, “Gartner Says Global Smartphone Sales Continued to Decline in Second Quarter of 2019,” tech. rep., Gartner, August 2019.
- [5] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, and F. Kishino, “Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum,” in *Telemanipulator and Telepresence Technologies* (H. Das, ed.), vol. 2351, pp. 282 – 292, International Society for Optics and Photonics, SPIE, 1995.
- [6] K. Shin, C. Hwang, and H. Jung, “NoSQL database design using UML conceptual data model based on peter chen’s framework,” *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 12, no. 5, pp. 632–636, 2017.

- [7] CNPq, “Tecnologia da informação para os esportes.” [http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2018/pjc/assets/pdf/08\\_Kit2012PJC\\_CadernoConteudo\\_Cap4.pdf](http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2018/pjc/assets/pdf/08_Kit2012PJC_CadernoConteudo_Cap4.pdf), 2012.
- [8] Wikipédia, “Ficheiro:Operating system placement – Wikipédia, a enciclopédia livre.” <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Operating{ }system{ }placement-pt.svg>.
- [9] D. Android, “Arquitetura da plataforma.” <https://developer.android.com/guide/platform?hl=pt-br>, January 2020.
- [10] A. Developers, “Layouts | Android Developers.” <http://developer.android.com/guide/topics/ui/declaring-layout.html>, 2014.
- [11] Google Inc., “Content Providers | Android Developers.” <https://developer.android.com/guide/topics/providers/content-providers.html>, 2017.
- [12] Developers, “Platform Architecture | Android Developers.” <https://developer.android.com/guide/platform%}0Ahttps://developer.android.com/guide/platform/{%}0Ahttps://developer.android.com/guide/platform>, 2019.
- [13] C. Kirner, “Evolução da realidade virtual no brasil,” in *X Symposium on Virtual and Augmented Reality (SBC)*, vol. 1, pp. 1–11, 2008.
- [14] C. Kirner and R. Tori, “Fundamentos de Realidade Aumentada,” *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*, no. January 2006, pp. 22–38, 2006.
- [15] Wikipédia, “Modelo cliente–servidor – Wikipédia, a enciclopédia livre.” <https://pt.wikipedia.org/wiki/Modelo{ }cliente\T1\textendashservidor{#}Tipos{ }ou{ }Modelos{ }de{ }Client/Server>.
- [16] Wikipédia, “MVC – Wikipédia, a enciclopédia livre.” <https://pt.wikipedia.org/wiki/MVC>.

- [17] G. Developers, “ARCoreoverview | Google Developers.” <https://developers.google.com/ar/discover/>.
- [18] Ericsson, “Ericsson mobility report 2019,” *Ericsson*, November 2019.
- [19] S. M. Matsudo, V. K. R. Matsudo, and T. L. Barros Neto, “Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos,” *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, vol. 7, pp. 2 – 13, 00 2001.
- [20] W. H. Organization, “Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world.” <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf>.
- [21] C. J. Caspersen and G. M. Christenson, “Dear editor : We submit our manuscript entitled “ Preparation of N , O -carboxymethyl chitosan ( NOCs ) coated alginate ( ALg ) microcapsules and application in Bifidobacterium longum BIOMA 5920 ” to Materials Science and Engineering C for publication . I,” *Public Health Reports*, pp. 126 – 131, April 1985.
- [22] A. R. Contreira and S. T. Corazza, “A prática de exercícios físicos e a melhoria nos elementos perceptivo-motores: estudo de revisão,” <http://www.efdeportes.com/Revista Digital>, May 2009.
- [23] L. Azevedo, “A importância da atividade física.” <http://leandroeducacaofisica.blogspot.com/p/materia-prova.html>, DECEMBER 2019.
- [24] E. S. Lima and R. D. Couto, “Estrutura, metabolismo e funções fisiológicas da lipoproteína de alta densidade.,” *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, vol. 42, pp. 169 – 178, 06 2006.
- [25] B. Sharkey, *Condicionamento físico e saúde*. ArtMed, 1998.
- [26] A. J. D. Rodrigues, “Os benefícios da prática regular de exercícios físicos como contribuição para qualidade de vida.” <https://docplayer.com.br/>

1525153-Fundacao-universidade-federal-de-rondonia-nucleo-de-saude-departamento-de-e  
html#show\_full\_text, December 2019.

- [27] A. C. P. Couto, “A educação física à luz do movimento da escola cultural.” <https://cif2d.fade.up.pt/files/ana-couto.pdf>.
- [28] M. P. Gonçalves and J. C. Alchieri, “Motivação à prática de atividades físicas: um estudo com praticantes não-atletas,” *Psico-USF*, vol. 15, no. 1, pp. 125–134, 2010.
- [29] L. Katz, “Inovações na Tecnologia Esportiva: Implicações para o Futuro,” *Revista Educação Física*, pp. 27–32, 2002.
- [30] G. M. PESSOA, “A tecnologia como causa do sedentarismo e relação da biologia: Reflexão docente.” [http://www.famep.com.br/repositorio/2016.2/monografias/biologia/a\\_tecnologia\\_como\\_causa\\_do\\_sedentarismo\\_e\\_a\\_relacao\\_d\\_biologia.pdf](http://www.famep.com.br/repositorio/2016.2/monografias/biologia/a_tecnologia_como_causa_do_sedentarismo_e_a_relacao_d_biologia.pdf), 2014.
- [31] C. M. L. MENDES, “As novas tecnologias e suas influências na prática de atividade física e no sedentarismo,” *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia. Ano 1, v. 1, n.3*, June 2013.
- [32] N. M. N. Paiva and J. S. Costa, “A influência da tecnologia na infância : desenvolvimento ou ameaça?,” *Psicologia.pt*, pp. 1–13, 2015.
- [33] A. Houaiss, *Pequeno Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa - 2ª Ed.* Moderna, 2015.
- [34] J. Huizinga, *Homo Ludens - vom Unprung der Kultur im Spiel.* EDITORA PERSPECTIVA S.A., 2000.
- [35] J. R. e Thiago Falcão, “Mundos virtuais e identidade social: processos de formação e mediação através da lógica do jogo,” *Logos*, vol. 16, no. 1, pp. 84–96, 2010.

- [36] R. E. Paffrath and V. J. Cassol, “Gaming Abroad : o uso de Gamificação no projeto de um sistema para Apoio a Turistas,” *XIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento*, pp. 429–437, 2014.
- [37] K. Huotari and J. Hamari, “Defining gamification: A service marketing perspective,” in *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference*, MindTrek ’12, (New York, NY, USA), p. 17–22, Association for Computing Machinery, 2012.
- [38] J. McGonigal, “Gaming can make a better world.” [https://www.ted.com/talks/jane\\_mcgonigal\\_gaming\\_can\\_make\\_a\\_better\\_world](https://www.ted.com/talks/jane_mcgonigal_gaming_can_make_a_better_world), 2010.
- [39] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, “From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”,” in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek ’11, (New York, NY, USA), p. 9–15, Association for Computing Machinery, 2011.
- [40] C. E. D. H. Publishers, “Definição de toolkit.” <https://www.collinsdictionary.com/pt/dictionary/english/toolkit>, December 2019.
- [41] L. A. d. S. Junior, “O movimento do código aberto.” <https://www.vivaolinux.com.br/artigo/0-movimento-do-codigo-aberto>.
- [42] R. Amadeo, “Google’s iron grip on Android: Controlling open source by any means necessary | Ars Technica.” <http://arstechnica.com/gadgets/2013/10/googles-iron-grip-on-android-controlling-open-source-by-any-means-necessary/>, 2013.
- [43] A. Developer, “Enrolling and managing your account in the apple developer app.” <https://developer.apple.com/support/app-account/>.
- [44] App Annie, “The state of mobile 2020 - app annie,” tech. rep., App Annie, January 2020.
- [45] A. O. S. Project, “Android overview | open handset alliance,” January 2013.

- [46] A. TANENBAUM, *Sistemas operacionais modernos*. Rio de Janeiro, BRASIL: LTC, 1999.
- [47] G. P. B. G. G. SILBERSCHATZ, Avi, *Operating system concepts*. Hoboken, Nova Jersey, EUA: Wiley, 7.ed ed., 2005.
- [48] W. STALLINGS, *Operating systems: internals and design principles*. Upper Saddle River, Nova Jérsei, EUA: Prentice Hall, 5.ed ed., 2004.
- [49] E. L. Hutchins, J. D. Hollan, and D. A. Norman, “Direct manipulation interfaces,” *Human-Computer Interaction*, vol. 1, no. 4, pp. 311–338, 1985.
- [50] B. Shneiderman, *Designing the User Interface*. Reading, Massachusetts, EUA: Addison Wesley, 3rd ed., 1998.
- [51] T. Martin, “The truth about Android task killers and why you don’t need them.” <http://www.phonedog.com/2011/06/26/the-truth-about-android-task-killers-and-why-you-don-t-need-them/>, 2011.
- [52] R. Meier, *Professional Android 4 Application Development*. Indianápolis, Indiana, EUA: John Wiley e Sons, Inc., 2012.
- [53] D. Android, “Entenda o ciclo de vida da atividade.” <https://developer.android.com/guide/components/activities/activity-lifecycle?hl=pt-br#{#}ondestroy>.
- [54] S. M. L. d. Pereira, Lucio Camilo Oliva, *Android para Desenvolvedores*. Tijuca, Rio de Janeiro, BRASIL: BRASPORT Livros e Multimídia Ltda., 2009.
- [55] Google Inc., “Android Lollipop | Android Developers.” <http://developer.android.com/about/versions/lollipop.html>, 2016.
- [56] W. Stallings, *Arquitetura E Organização De Computadores*. PEARSON BRASIL, 2017.

- [57] M. Brown, “Three Android all-in-one PCs reviewed.” <http://www.pcworld.com/article/2152540/android-on-the-big-screen-we-chew-up-and-spit-out-three-jelly-bean-all-in-one-pcs.html>, 2014.
- [58] L. A. da Silva Junior, “O movimento do código aberto.” <https://www.vivaolinux.com.br/artigo/0-movimento-do-codigo-aberto>, October 2003.
- [59] F. S. Foundation, “Sobre o sistema operacional do gnu - projeto gnu.” <https://www.gnu.org/gnu/about-gnu.html>.
- [60] F. S. Foundation, “A Licença Pública Geral GNU v3.0 - Projeto GNU.” <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>.
- [61] A. Developer, “Arquitetura da plataforma.” <https://developer.android.com/guide/platform?hl=pt-br#system-apps>.
- [62] “Application Program Interface from FOLDOC, The Free On-line Dictionary of Computing.” <http://foldoc.org/Application+Program+Interface>, January 2020.
- [63] Google Inc., “Notifications Overview | Android Developers.” <https://developer.android.com/guide/topics/ui/notifiers/notifications>, 2019.
- [64] Google Inc., “Activities | Android Developers.” <http://developer.android.com/guide/components/activities.html>, 2015.
- [65] Wikipédia, “Biblioteca (computação) – Wikipédia, a enciclopédia livre.” [https://pt.wikipedia.org/wiki/Biblioteca\\_\(computa%7C~{a}\)o](https://pt.wikipedia.org/wiki/Biblioteca_(computa%7C~{a})o), January 2020.
- [66] M. Azure, “O que são as Máquinas Virtuais e como funcionam | Microsoft Azure.” <https://azure.microsoft.com/pt-pt/overview/what-is-a-virtual-machine/>, January 2020.

- [67] A. O. S. Project, “System and kernel security | Android Open Source Project.” [https://source.android.com/security/overview/kernel-security.html?hl=pt\\_{\\_}br](https://source.android.com/security/overview/kernel-security.html?hl=pt_{_}br), January 2020.
- [68] F. Cordeiro, *Android Aprendiz*. AndroidPro, 5 ed., 2014.
- [69] E. PROTALINSKI, “Google releases Android Studio 1.0, the first stable version of its IDE.” <http://venturebeat.com/2014/12/08/google-releases-android-studio-1-0-the-first-stable-version-of-its-ide/>, 2014.
- [70] TechTerms, “SDK (Software Development Kit) Definition.” <http://techterms.com/definition/sdk>, 2010.
- [71] Android Developers, “Android Studio features.” <https://developer.android.com/studio/features>, 2019.
- [72] A. D. Hans and Murdoch, “Gradle User Manual.” <https://docs.gradle.org/current/userguide/userguide.pdf>, 2018.
- [73] S. C. Johnson, “Lint, a c program checker,” in *COMP. SCI. TECH. REP*, pp. 78–1273, 1978.
- [74] W. Digital, “Sucesso da realidade aumentada nas mídias sociais - whatsnext digital.” = <https://whatsnextdigital.com.br/sucesso-da-realidade-aumentada-nas-midias-sociais/>, 2019.
- [75] A. Fialho, *Realidade Virtual e Aumentada Tecnologias para Aplicações Profissionais*. Saraiva Educação S.A., 2018.
- [76] R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, “Recent advances in augmented reality,” *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 21, pp. 34–47, Nov 2001.

- [77] C. Kirner and R. Tori, “Introdução à realidade virtual, realidade misturada e hiper-realidade,” *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências. 1ed. São Paulo*, vol. 1, pp. 3–20, 2004.
- [78] S. C. Galana, R. Silva, and C. Kirner, “Autoria colaborativa de mundos virtuais educacionais com realidade misturada,” in *Anais do 1 o Workshop de Realidade Aumentada, Piracicaba, SP*, pp. 17–20, 2004.
- [79] R. Santin, C. Kirner, T. Garbin, and C. Dainese, “Ações interativas em ambientes de realidade aumentada com artoolkit,” in *Proc. of VII Symposium on Virtual Reality, SP*, 2004.
- [80] A. J. Law and D. G. Aliaga, “Spatial augmented reality for environmentally-lit real-world objects,” in *2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW)*, pp. 7–10, March 2012.
- [81] T. Braud, F. H. Bijarbooneh, D. Chatzopoulos, and P. Hui, “Future networking challenges: The case of mobile augmented reality,” in *2017 IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, pp. 1796–1807, June 2017.
- [82] J. Saldarriaga and J. Aguirre, *Sistemas de Innovación como sistemas complejos*. Instituto Tecnológico Metropolitano, 2014.
- [83] J. A. Vaz, R. D. S. Pissardini, and E. S. D. Fonseca Junior, “Comparação da cobertura e acurácia entre os sistemas GLONASS e GPS obtidas dos dados de observação de uma estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo,” *Revista Brasileira de Cartografia*, vol. 65, no. 3, pp. 529–539, 2013.
- [84] N. Avouris and N. Yiannoutsou, “A review of mobile location-based games for learning across physical and virtual spaces,” *j-jucs*, vol. 18, pp. 2120–2142, aug 2012. [http://www.jucs.org/jucs\\_18\\_15/a\\_review\\_of\\_mobile](http://www.jucs.org/jucs_18_15/a_review_of_mobile).

- [85] P. Kiefer, S. Matyas, and C. Schlieder, “Systematically Exploring the Design Space of Location-based Games,” *Pervasive 2006 Workshop Proceedings, Poster presented at PerGames2006*, pp. 183–190, November 2006.
- [86] C. C. Provdanov and E. C. D. Freitas, *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Univerdade Feevale, 2013.
- [87] I. Sommerville, *Engenharia de software*. São Paulo, São Paulo, Brasil: Pearson Addison Wesley, 9 ed., 2009.
- [88] D. Rezende, *Engenharia de Software e Sistemas de Informação*. Brasport, 2006.
- [89] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. AMGH, 2016.
- [90] T. Morgan, *Business Rules and Information Systems: Aligning IT with Business Goals*. Addison-Wesley Professional, 1st ed., 2002.
- [91] G. Booch, J. Jacobson, and J. Rumbaugh, *Uml-Guia do usuário, tradução da segunda edição*. Elsevier Brasil, 2016.
- [92] Google, “Firebase Realtime Database.” <https://firebase.google.com/docs/database/>, 2019.
- [93] Json.org, “Introducing JSON.” <https://www.json.org/json-en.html>.
- [94] A. Mendes, *Arquitetura de software*. Campus, 2002.
- [95] G. Cloud, “Mapas personalizados | Google Maps Platform | Google Cloud.” <https://cloud.google.com/maps-platform/maps/>.
- [96] A. Developers, “SDK Platform release notes | Android Developers.” <https://developer.android.com/studio/releases/platforms>.