



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Matemática e Estatística

Jorge André dos Santos Silva

**Sistema de Apoio Móvel para Difusão de Conhecimento sobre Patrimônio
Histórico Cultural**

Rio de Janeiro

2023

Jorge André dos Santos Silva

**Sistema de Apoio Móvel para Difusão de Conhecimento sobre Patrimônio
Histórico Cultural**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre ao Programa
de Pós-graduação em Ciências Computacionais
da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Vera Maria Benjamim Werneck
Coorientadora: Prof.^a Dra. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

S586 Silva, Jorge André dos Santos
Sistema de Apoio Móvel para Difusão de Conhecimento sobre
Patrimônio Histórico Cultural / Jorge André dos Santos Silva. – 2023.
113 f. : il.

Orientador: Vera Maria Benjamim Werneck.
Coorientadora: Rosa Maria Esteves Moreira da Costa.
Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Universidade
do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática e Estatística.

1. Tecnologia educacional - Teses. 2. Aplicativos móveis - Teses. 3.
Patrimônio histórico - Teses. 4. Patrimônio Cultural - Teses. I.
Werneck, Vera Maria Benjamim. II. Costa, Rosa Maria. Esteves
Moreira da. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de
Matemática e Estatística. IV. Título.

CDU 004:37

Patricia Bello Meijinhos CRB7/5217 - Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Jorge André dos Santos Silva

**Sistema de Apoio Móvel para Difusão de Conhecimento sobre Patrimônio Histórico
Cultural**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa
de Pós-graduação em Ciências Computacionais,
da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 31 de Julho de 2023.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Vera Maria Benjamim Werneck (Orientadora)
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

Prof.^a Dra. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa (Orientadora)
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

Prof. Dr. Geraldo Bonorino Xexéo
Universidade Federal do rio de Janeiro

Prof.^a Dra. Carina Martins Costa
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UERJ

Prof.^a Dra. Maria Clicia Stelling de Castro
Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

Rio de Janeiro

2023

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que, acima de tudo, sempre tiveram a sabedoria de esclarecer que o maior presente que poderiam me dar, e que nunca seria perdido ou tomado, sempre seria a educação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que rege todas as coisas e coordenou cada milímetro para que hoje eu estivesse sequer escrevendo este texto. A Ele, toda honra e toda glória.

A minha mãe, Maria Rilez, por ter me dado a honra de ser seu filho e ter me criado através de exemplos, atitudes e lutas que tanto me orgulham até hoje; ao meu pai, Ananias Rodrigues, que tanto me incentivou e inspirou, em inteligência e profissionalismo, até mesmo com seus erros. Ainda hoje ele continua a me inspirar, através da sua memória.

A minha amada esposa, Michele, que é a minha grande musa inspiradora, responsável pelo pontapé que culminou na minha inscrição para o programa de Mestrado. Ao longo de uma caminhada de mais de quinze anos, sempre andou ao meu lado ou à minha frente, sem jamais soltar a minha mão. A conclusão desta etapa não seria possível sem o apoio, a paciência e as repreensões dela.

A minha orientadora Profa. Dra. Vera Maria Benjamin Werneck, por ter aceito me orientar nesta jornada, em conjunto com a Profa. Dra. Rosa Maria Esteves Moreira. As inúmeras orientações de vocês foram fundamentais para finalmente concluir esta etapa. Agradeço não apenas nesta ocasião, mas eternamente!

A banca avaliadora da qualificação, Prof. Dr. Geraldo Bonorino Xexéo e Prof. Dr. Gilson Alexandre Ostwald Pedro da Costa pelas inúmeras contribuições que resultaram nas melhorias empregadas neste trabalho.

Aos colegas de mestrado, pelo apoio, pelas colaborações, pelas discussões e pela persistência.

90% do que é considerado impossível é, de fato, possível. Os outros 10% se tornarão possíveis com a passagem do tempo e da tecnologia.

Hideo Kojima

RESUMO

SILVA, Jorge André dos Santos. *Sistema de Apoio Móvel para Difusão de Conhecimento sobre Patrimônio Histórico Cultural*. 2023. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Nos últimos anos, vivenciamos uma intensa criação e difusão de tecnologias, que alteraram o modelo de distribuição de informações de diferentes áreas. O acesso virtual em tempo real a conhecimentos, que integram localização, objetos e informações associadas, representou um grande avanço tecnológico para a difusão do conhecimento e educação de temas específicos. Em geral, as cidades guardam monumentos que têm sua história pouco difundida para a população e as novas tecnologias abrem perspectivas de distribuição do conhecimento histórico-cultural associado aos monumentos. Logo, para ampliar a difusão de conhecimentos na área de herança cultural é essencial encontrar combinações de tecnologias que possibilitem o desenvolvimento de produtos atrativos para a população e para profissionais. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo integrar tecnologias de comunicação gratuitas em dispositivos móveis, mesclando uma base de informações sobre patrimônio cultural com ambientes tecnológicos de interação social, explorando a captura de cenas reais, o posicionamento global e a Realidade Aumentada na disponibilização de conhecimentos sobre o patrimônio histórico-cultural, com estratégias gamificadas. Foi desenvolvido um protótipo, o HisTour, que é uma aplicação para dispositivos móveis, acesso público e utilizou tecnologias gratuitas na sua construção. O sistema foi avaliado por um grupo de pessoas para avaliar a aceitação da tecnologia e sua relevância de utilização. Os dados obtidos na avaliação apontaram resultados positivos e boas perspectivas de uso para a difusão de conhecimentos histórico-culturais.

Palavras-chave: Dispositivos Móveis. Herança Cultural. Realidade Aumentada. Educação. Posicionamento Global.

ABSTRACT

SILVA, Jorge André dos Santos. *Mobile Support System for Diffusion of Knowledge on Cultural Historical Heritage*. 2023. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

In recent years, we have experienced an intense creation and dissemination of technologies, which have changed the information distributing model for different areas. Real-time virtual access to knowledge, which integrates location, objects, and associated information, represented a technological advance for knowledge dissemination and education on specific topics. In general, cities keep monuments whose history is not well known by the population. The technologies open perspectives for the distribution of historical and cultural knowledge associated with monuments. Therefore, to expand the dissemination of knowledge in cultural heritage domain, it is essential to find combinations of technologies that allow the development of attractive products for the population and professionals. In this context, this work aims to integrate open communication technologies on mobile devices, merging an knowledge base on cultural heritage with technological environments for social interaction, exploring the scenes capture, global positioning, and Augmented Reality in the provision of knowledge on historical and cultural heritage, with gamified strategies. A prototype was developed, named HisTour, which is an application for mobile devices, free access and used open technologies in its construction. The prototype was evaluated by a group to verify the technology acceptance and its relevance for use. The results obtained in the evaluation process were positive and indicated good prospects for use for historical-cultural knowledge dissemination.

Keywords: Mobile devices. Cultural heritage. Augmented reality. Education. Global positioning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Roteiro de processos adotados nessa pesquisa.....	17
Figura 2 –	Quantidade de artigos por ano das publicações.....	35
Figura 3 –	Quantidade de artigos por aplicação.....	36
Figura 4 –	Pesquisa realizada na plataforma Periódicos Capes sobre Herança Cultural.....	42
Figura 5 –	Visão geral dos requisitos divididos em cenários.....	47
Figura 6 –	Diagrama de Casos de Uso no escopo do Ator Usuário.....	55
Figura 7 –	Diagrama de Casos de Uso no escopo do Ator Administrador.....	55
Figura 8 –	Diagrama de Casos de Uso – Capturar Ponto.....	56
Figura 9 –	Especificação do Caso de Uso - Capturar Ponto.....	56
Figura 10 –	Diagrama de Classes da aplicação HisTOUR.....	57
Figura 11 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Capturar Ponto”.....	58
Figura 12 –	Ambiente de desenvolvimento da ferramenta Unity, com a ferramenta de mapas Mapbox implementada.....	62
Figura 13 –	Referência e Resultado do processamento fotogramétrico da Estátua de Tiradentes.....	64
Figura 14 –	Objeto 3D já otimizado para ser utilizado com o Vuforia.....	64
Figura 15 –	Tela de Boas vindas.....	66
Figura 16 –	Tela de Criação de Conta.....	66
Figura 17 –	Tela de Login.....	66
Figura 18 –	Tela principal da aplicação.....	67
Figura 19 –	Menu de Contexto expandido.....	67
Figura 20 –	Estados dos Pontos de Interesse.....	67
Figura 21 –	Janelas de informação dos PDI quando, respectivamente, nas cores vermelho/amarelo, azul e verde.....	68
Figura 22 –	Exemplo de captura detectada com sucesso.....	69
Figura 23 –	Exemplo de informação com recurso de votação.....	70
Figura 24 –	Exemplo de um teste sendo executado.....	71
Figura 25 –	Idade dos Participantes.....	74
Figura 26 –	Respostas relativa à Dimensão 1 - Utilidade Percebida.....	75
Figura 27 –	Respostas relativa à Dimensão 2 - Facilidade de Uso Percebida.....	76

Figura 28 –	Respostas relativa à Dimensão 3 - Intenção de Uso.....	77
Figura 29 –	Respostas relativa à Dimensão 4 - Comportamento na Intenção de Uso..	78
Figura 30 –	Respostas relativa à Dimensão 5 – Uso Real.....	79
Figura 31 –	Diagrama de Casos de Uso – Criar Login.....	92
Figura 32 –	Diagrama de Casos de Uso – Fazer Login.....	93
Figura 33 –	Diagrama de Casos de Uso – Navegar no Mapa.....	94
Figura 34 –	Diagrama de Casos de Uso – Capturar Ponto.....	95
Figura 35 –	Diagrama de Casos de Uso – Interagir com Artefatos.....	96
Figura 36 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Criar Login”.....	98
Figura 37 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Fazer Login”.....	99
Figura 38 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Navegar no Mapa”.....	100
Figura 39 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Acessar Ponto de Interesse”...	101
Figura 40 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Capturar Ponto”.....	102
Figura 41 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Visualizar Ranking”.....	103
Figura 42 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Interagir com Artefatos”.....	104
Figura 43 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Fazer Teste”.....	105
Figura 44 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Administração de Pontos”.....	106
Figura 45 –	Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Administração de Artefatos”..	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Portais de busca utilizados.....	29
Tabela 2 –	Resultado da pesquisa de Mapeamento Sistemático.....	30
Tabela 3 –	Distribuição dos artigos nas áreas e técnicas utilizadas.....	35
Tabela 4 –	Resultado das pesquisas sobre monumentos do Rio de Janeiro nos motores de busca selecionados.....	41
Tabela 5 –	Links Web dos resultados coletados.....	41
Tabela 6 –	Comparação entre ferramentas RA disponíveis para a Unity.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A-GPS	Assisted Global Positioning Display
ACM	Association for Computing Machinery
ALERJ	Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro
API	Application Programming Interface
CNN	Convolutional Neural Network
GPS	Global Positioning System
HMD	Head Mounted Display
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IRPH	Instituto Rio Patrimônio da Humanidade
LiDAR	Light Detection and Ranging
MVC	Model-View-Controller
OCR	Optical Character Recognition
PDI	Ponto de Interesse
QP	Questão de Pergunta
QPP	Questão de Pesquisa Primária
QPS	Questão de Pesquisa Secundária
RA	Realidade Aumentada
RF	Requisitos Funcionais
RM	Realidade Mista
RNF	Requisitos Não Funcionais
RV	Realidade Virtual
SDK	Software Development Kit
SfM	Structure from Motion
SIFT	Scale Invariant Feature Transform
SURF	Speeded Up Robust Features
TAM	Technology Acceptance Model
UML	Unified Modeling Language
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	14
1	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	19
1.1	Aplicações Móveis.....	19
1.2	Reconhecimento de Objetos.....	19
1.3	Sistema de Posicionamento Global.....	20
1.4	Realidade Aumentada.....	20
1.5	Gamificação.....	21
1.6	Sistemas Cooperativos.....	22
1.7	M-Learning.....	23
1.8	Herança Cultural	24
1.9	Ambiente interativo de história e visitas históricas	25
2	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE TECNOLOGIAS E INFORMAÇÕES DE APLICAÇÕES SOBRE MONUMENTOS HISTÓRICOS.....	27
2.1	Questões de Pesquisa.....	27
2.2	Fonte de Dados.....	27
2.3	Realização da busca.....	28
2.4	Revisão e seleção dos artigos.....	29
2.4.1	<u>Descrição dos Artigos Seleccionados.....</u>	30
2.5	Análise dos dados e resultados.....	33
2.5.1	<u>Utilização de detecção e/ou reconhecimento de monumentos históricos com realidade aumentada ou mista.....</u>	36
2.5.2	<u>Disseminação de cultura.....</u>	37
2.5.3	<u>Uso de gamificação.....</u>	37
2.5.4	<u>Avaliações da aplicação destas ferramentas em usos reais.....</u>	38
2.5.5	<u>Implementação de algum tipo de ambiente colaborativo.....</u>	38
2.6	Conclusão do mapeamento sistemático.....	39
3	MONUMENTOS HISTÓRICOS E HERANÇA CULTURAL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	40
3.1	Pesquisa sobre bases Públicas de Monumentos Históricos do Rio de Janeiro	40

3.2	Análise dos resultados	42
4	HISTOUR: SISTEMA DE APOIO MÓVEL PARA DIFUSÃO DE CONHECIMENTO SOBRE PATROMÔNIO HISTÓRICO CULTURAL	43
4.1	Visão Geral	44
4.2	Requisitos	45
4.3	Cenários	46
4.3.1	<u>Cenário 1: Acesso ao Sistema</u>	48
4.3.2	<u>Cenário 2: Navegação no modo normal</u>	49
4.3.3	<u>Cenário 3: Navegação no modo Guia Assistida</u>	50
4.3.4	<u>Cenário 4: Gestão de Progressão</u>	51
4.3.5	<u>Cenário 5: Modo Administrativo</u>	52
4.4	Funcionamento	53
4.4.1	<u>Diagramas de Casos de Uso</u>	54
4.4.2	<u>Diagramas de Classes</u>	57
4.4.3	<u>Diagramas de sequência</u>	58
5	PROTÓTIPO E AVALIAÇÃO DO HISTOUR	59
5.1	Ferramentas e metodologias utilizadas	59
5.2	O protótipo	65
5.3	Avaliação	71
5.3.1	<u>Análise dos Resultados</u>	73
	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	83
	APENDICE A - Especificações dos Casos de Uso	92
	APENDICE B – Diagramas de Sequência	98
	APENDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	108
	APENDICE D – Questionário com uma caracterização geral e para medição de aceitação, uso e eficiência do aplicativo HisTour	109

INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso de dispositivos móveis tem se expandido nas mais diversas áreas e as tecnologias vêm transformando a realidade que percebemos, por causa da grande quantidade de informações agregadas ao nosso meio físico. A telefonia móvel já era considerada “a tecnologia de comunicação com difusão mais rápida da história humana” e quando se aliou à Internet, se tornou em uma nova mídia de comunicação em massa (CASTELLS, 2008). Os *smartphones* e suas variantes, assim como os *notebooks*, hoje exercem um forte papel de assistente do ser humano globalizado em âmbitos cada vez mais inéditos: antes dos recentes anos de isolamento social, fazer uso de um transporte particular independente administrado por aplicativo era uma polêmica em discussão; solicitar alimentação por método semelhante era um modelo de negócio definido, porém trivial, quase elitizado; aprender via ensino à distância ainda era visto no geral, com certo preconceito e trabalhar à distância era algo reprovável na maioria dos casos. Esses são pequenos exemplos que, após o período supracitado, foram impulsionados na lista de prioridades do cotidiano geral, ocupando posições fundamentais na preferência de qualidade de vida do ser humano.

O uso individual ou combinado de sensores embutidos nestes aparelhos, como câmera, GPS (*Global Positioning System*, Sistema de Posicionamento Global em português), barômetro, microfone, acelerômetro e comunicação sem fio aportam um potencial informativo enorme. Em conjunto com a habilidade destes aparelhos de trocar informações entre si - a chamada Internet das Coisas - esse rol de possibilidades se torna ainda mais extenso, ao ponto de que, por exemplo, o uso destas funções de forma negligente torne a pessoa física vulnerável à violação de seus dados privados (LÓSSIO, 2018).

Na educação existem esforços no rumo da normalização destes dispositivos, não como obstáculos, mas como artefatos tecnológicos e, portanto, “ferramentas que realizam a mediação entre o conhecimento e o aluno” (BELLONI, 2003). Lev Vygotsky já propunha que o docente passasse a atuar não mais como o clássico detentor e compartilhador da informação, mas como um mediador do processo de aprendizagem (VYGOTSKY, 1997). O aprendizado guiado por informação disposta em máquinas também é apontado por *Seymour Papert*, descrevendo que um ambiente eletrônico gamificado (no caso, videogames) colocava os estudantes em “um nível de aprendizado muito além do que havia se configurado algumas horas antes na escola” (PAPERT, 1994).

Como parte destes esforços, surgem cada vez mais tendências de ensino-aprendizagem por meio de projeção de informações em ambiente virtual, com ou sem interação com o mundo real, dentro do chamado Continuum da Virtualidade (MILGRAM, 1994). Fazendo uso de técnicas de Realidade Aumentada (RA) é possível, por exemplo, usando uma tela, orientar uma ou várias pessoas na execução de rotinas, até então pouco intuitivas, de forma detalhada, com possibilidade de demonstração visual, tendo aproveitamento severamente elevado em relação a uma instrução tradicional, apenas escrita ou falada.

Por outro lado, segundo Zarbato et al. (2019), bens culturais precisam ser conhecidos para serem protegidos e preservados e as formas de proteção e preservação devem ser relacionadas ao acesso a esse conhecimento, considerando o cotidiano das pessoas. Em todas as cidades temos prédios e monumentos ricos em história e conhecê-la é essencial para a construção histórica da sociedade.

A possibilidade de acesso virtual em tempo real a conhecimentos, que integram localização, objetos e informações associadas, representou um grande avanço tecnológico para a difusão da herança cultural. A integração dessas tecnologias específicas com o conhecimento associado exige combinações de recursos de software com bases de história, artes, arquitetura, etc (BEKELE, 2018). Em geral, o conhecimento dessas áreas é público e gratuito. Por outro lado, muitas ferramentas necessárias para realizar essa integração possuem limitações de uso, ou são pagas. Na área da indústria, já existem discussões desse tema como em Galvão et al. (2019) que apresenta algumas tecnologias gratuitas voltadas para desenvolvimento de software para micro e pequenas empresas, visando demonstrar que estas possuem as mesmas funcionalidades e o mesmo desempenho de tecnologias pagas. Savi et al. (2021) estudaram a construção de ilustrações digitais usando ferramentas de software de uso gratuito ou livre, para torná-los mais acessíveis a interesses profissionais e acadêmicos. Logo, para ampliar a difusão de conhecimentos na área de herança cultural é essencial encontrar uma combinação de tecnologias que possibilite o desenvolvimento de produtos atrativos para a população e para profissionais.

Neste contexto, vários trabalhos têm sido desenvolvidos contemplando tecnologias para a identificação de prédios históricos (CANCIANI et al., 2016, LUMPOON et al., 2016, MARTO et al., 2017, LIESTOL, 2018, BRYAN et al., 2019, CASIMIRO, G., 2019, LUIRO et al., 2019, TZIMA et al., 2021), navegação apoiada em GPS (LUIRO, 2019) e tecnologias de visualização com Realidade Aumentada (BEKELE, 2018).

Entretanto, muitos desses trabalhos não descrevem as ferramentas que utilizam (CASIMIRO, 2019, LIESTOL, 2018), nem realizam avaliações com usuários finais.

Considerando as diferentes possibilidades de combinação de tecnologias, foi realizado um Mapeamento Sistemático de Literatura com o objetivo de identificar trabalhos que integrem diferentes tecnologias, com foco na identificação da localização de itens históricos e culturais, que explorem o uso de GPS e de Realidade Aumentada. A partir deste Mapeamento foi possível observar um aumento de pesquisas envolvendo Patrimônio Histórico e Cultural em diversos países. Foram observadas abordagens variadas combinando técnicas de navegação a partir de informações geradas pelo GPS (LUIRO, 2019), além da forte tendência de uso da RA na visualização de dados culturais (BOUSBAHI et al., 2018, BRYAN et al., 2019, LUIRO et al., 2019, TZIMA et al., 2021). O uso de estratégias de gamificação para tornar a navegação mais atrativa, foi identificado em vários trabalhos (ANGELOPOULOS et al., 2012, SHIRAI et al., 2015, LUMPOON et al., 2016, LIESTOL, 2018, LUIRO et al., 2019, BAO et al., 2020). Outro aspecto observado é a baixa frequência no uso da cooperação para a construção de conhecimento disponibilizado nos aplicativos/software. Nesse caso, Shirai et al. (2015) e Lumpoon et al. (2016) são exceções, já que exploraram abordagens de cooperação em suas propostas.

A partir dessas constatações, este trabalho tem por objetivo integrar tecnologias de comunicação gratuitas em dispositivos móveis, mesclando uma base de informações sobre patrimônio cultural com ambientes tecnológicos de interação social, explorando a captura de cenas reais, o posicionamento global e a Realidade Aumentada na disponibilização de conhecimentos sobre o patrimônio cultural, com estratégias gamificadas.

Para integração dessas tecnologias propôs-se o HisTour, uma aplicação para a distribuição de conhecimento sobre patrimônio histórico, cultural e material, em dispositivos móveis e acesso público, para explorar a viabilidade do uso integrado dessas tecnologias. Após a construção de um protótipo, foram realizadas uma análise e uma pesquisa de aceitação de tecnologia para verificar aspectos do uso da aplicação, além de sua efetividade.

Finalmente, espera-se que este trabalho contribua com uma alternativa de desenvolvimento de futuras aplicações, objetivando mesclar herança cultural a ambientes tecnológicos construídos com ferramentas gratuitas, ou de baixo custo, e promovendo a interação social.

Metodologia

Para uma melhor tratativa dos processos que compõem essa pesquisa, foi adotado o roteiro de processos apresentado na Figura 1.

Figura 1: Roteiro de processos adotados nesta pesquisa



A primeira etapa visa levantar e organizar os conceitos básicos relevantes para o contexto desta pesquisa; realizar o Mapeamento Sistemático das Tecnologias usadas em aplicações de Monumentos Históricos e de aspectos de gamificação associados, além de apresentar uma análise das bases de dados públicas disponíveis sobre monumentos e patrimônio histórico no Rio de Janeiro e das pesquisas de herança cultural e patrimônio digital do estado do Rio de Janeiro. Logo, esses três primeiros capítulos contêm a base teórica e técnica, que apoiam a construção da proposta do HisTour, um aplicativo para difundir conhecimento de patrimônio cultural, que explora a captura de cenas reais, o posicionamento global e Realidade Aumentada na disponibilização de conhecimentos sobre herança cultural, com possibilidades gamificadas. A partir dos resultados da análise de todas essas informações, são definidos os requisitos e modelados os componentes do HisTour. Em seguida, é contemplada a construção de um protótipo, que integra tecnologia de posicionamento global com uma interface em Realidade Aumentada para Reconhecimento de Monumentos. A última fase considera a realização de uma avaliação de aceitação de tecnologia a ser realizada com usuários, para identificar aspectos positivos, possíveis problemas e observar sugestões.

Organização da Dissertação

Esta dissertação dispõe da seguinte organização:

O Capítulo 1 descreve os fundamentos teóricos utilizados e necessários para compreender o trabalho.

O Capítulo 2 contém o Mapeamento Sistemático da Literatura sobre métodos utilizados para detecção de monumentos históricos em ambientes de Realidade Aumentada

e/ou Mista, e, também, sobre Gamificação envolvendo Monumentos históricos, descrevendo seus métodos e aplicações.

O Capítulo 3 apresenta uma análise de bases de dados de acesso público e popular contendo informações sobre Monumentos Históricos da Cidade do Rio de Janeiro.

O Capítulo 4 descreve HisTour uma proposta de aplicação de um ambiente gamificado para mapeamento e descoberta de monumentos históricos por meio de geolocalização. Este capítulo descreve o funcionamento pretendido da aplicação por meio da identificação de Requisitos, Cenários e Casos de Uso, além de representações visuais da aplicação em funcionamento e descrição dos elementos que a compõem.

O Capítulo 5 apresenta o protótipo de aplicação e os resultados de uma avaliação por meio do modelo de aceitação de tecnologia.

Capítulo 6 discute as considerações finais e perspectivas futuras do trabalho, seguidas da lista de referências e dos apêndices com Termo Livre e Consentimento e Instrumentos de pesquisa usados na avaliação.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo são apresentados conceitos básicos para o desenvolvimento deste trabalho.

1.1 Aplicações Móveis

As Aplicações Móveis transformaram a dinâmica dos softwares de forma definitiva, assim como o uso de dispositivos móveis em si, uma vez que os sensores que costumam estar presentes nestes dispositivos possibilitam coletar, para o software, informações do mundo real de forma dinâmica, como nível de iluminação, temperatura e pressão do ar, além do já citado posicionamento global e as imagens do ambiente à volta do usuário. Somando todos estes recursos à interação com a Internet por meio das redes móveis, pode-se dispor de aplicações cada vez mais dinâmicas e imediatas (IVERSEN, 2013), com informações e predições precisas e acuradas sobre nossas atividades, hábitos, desejos, cuidados e interesses.

1.2 Reconhecimento de Objetos

O Reconhecimento de Objetos em um software se dá pela detecção de padrões que identifiquem o objeto alvo em uma imagem por meio de algoritmos, de forma semelhante ao nosso sistema visual (AMIT, 2002). Utilizando redes neurais convolucionais, as CNN (do inglês, *Convolutional Neural Network*), sistemas identificam padrões previamente treinados, o que os torna capazes de reconhecer objetos específicos em imagens ou vídeos (MICHELUCCI, 2019). É uma tecnologia que já está consolidada no cotidiano, sem que as pessoas sequer percebam, em câmeras fotográficas com recursos de captura automática mediante gestos específicos (comumente sorrisos), nos mais variados filtros de aplicações em *smartphones*, e ativamente no âmbito da virtualização de realidade. Seja em uma câmera externa captando os pontos de marcação do HMD (*head-mounted display* popularmente conhecido como óculos de realidade virtual), que compõe o Playstation VR (Virtual Reality)

que capta o gesto que o jogador faz com a cabeça (Playstation Support, 2017). Outra possibilidade é em uma câmera embutida no dispositivo *Oculus Quest* de forma a capturar o ambiente ao redor (Meta Quest, 2019). Os ambientes de virtualização de realidade têm como parte integrante e principal de seus sistemas o reconhecimento de objetos.

1.3 Sistema de Posicionamento Global

O Sistema de Posicionamento Global originalmente foi criado para fins militares, provendo informação contínua de posicionamento geográfico, captado por satélites (EL-RABBANY, 2002). Hoje, com seu uso popularizado em praticamente todo *smartphone*, se tornou um serviço de uso geral, operando em conjunto com as tecnologias supracitadas. Contudo, tendo em vista que nem sempre as condições de espaço favorecem a comunicação com satélites, foram criadas tecnologias auxiliares como o A-GPS (*Assisted GPS*, ou GPS assistido, em português), que utiliza as torres de celular como intermediárias, para auxiliar o envio da informação a dispositivos móveis, em momentos em que a comunicação direta com o satélite é fraca, ou até mesmo inexistente (VAN DIGGELEN, 2009).

1.4 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) em si começou antes mesmo da computação digital, por meio de um projeto chamado Sensorama, criado por Morton Heilig, primeiramente descrito em um trabalho de 1955 e posteriormente em 1961 num protótipo contendo cinco filmes interativos, cuja patente foi concedida em 1962. No entanto, o termo só foi definido propriamente em 1994, como parte do *continuum* de virtualização de realidade definido por Milgram et al. (BIMBER, 2005). A Realidade Aumentada permite a um usuário observar o mundo real com objetos virtuais sobrepostos, ou compostos em conjunto ao mundo real, suplementando a realidade em vez de substituí-la (AZUMA, 1997). É descrita como uma “visão indireta ou direta de um ambiente do mundo real, melhorado ou aumentado pela adição de informação virtual gerada por computador” (CARMIGNIANI, 2011). Tem o objetivo de embutir componentes sintéticos em ambientes reais, e atualmente, aliada com dispositivos

portáteis e a Internet das Coisas, exerce uma presença cada vez maior e essencial, como protagonista em uma exibição de museu, em treinamentos complexos de manutenção em uma concessionária, ou no simples entretenimento de descobrir bichinhos virtuais escondidos em ambientes reais. Junto da Realidade Virtual (RV), pode formar o conjunto de ambientes reais e virtuais conhecido como Realidade Mista, cujo objetivo é produzir imersão psicológica pela mescla de fenômenos físicos e digitais (LIU, 2017). Ambientes de Realidade Mista (RM) abrangem, por exemplo, auxílio para a educação, por meio da projeção de modelos interativos em 3D; para a indústria, com a prototipagem e visualização rápida de funcionamento de equipamentos antes mesmo de serem produzidos; além do entretenimento, com dispositivos montados sobre a cabeça, como o Microsoft HoloLens.

1.5 Gamificação

Gamificação transforma atividades, sistemas, serviços, produtos ou estruturas organizacionais em experiências lúdicas, semelhantes às experiências providas por jogos. O termo ainda é classificado em duas categorias, sendo a Intencional atribuída ao planejamento do recurso como um conceito, desde o projeto até a experiência, enquanto a Emergente se refere a práticas sociais, que gradualmente se transformam em processos gamificados (HAMARI, 2019). É um recurso facilmente encontrado nos mais variados formatos em aplicações com foco na interação entre usuários e com o serviço em si, seja por meio de conquistas, marcos, emblemas, pontuações, ou apenas como entretenimento inesperado (BURKE, 2014). Este conceito também está cada vez mais presente em tarefas comuns (HAMARI, 2015), como as relacionadas à estudo – por exemplo, plataformas *online* de ensino a distância pontuando os alunos por seu progresso e suas interações em fóruns (DENMEADE, 2015); saúde – os diversos aplicativos de exercícios físicos aliados a dispositivos de medição, pontuando usuários a cada meta atingida (MATURO, 2018); marketing – como os conhecidos engajamentos de marcas em redes sociais, promovendo e premiando usuários (HAMARI, 2015); e autenticação – com o exemplo da validação *captcha* que utiliza palavras digitalizadas de livros, que softwares de OCR (*Optical Character Recognition*, ou Reconhecimento Óptico de Caractere, em português) não conseguiram reconhecer corretamente, para que os usuários auxiliem no resultado correto (GREENFIELDBOYCE, 2008).

Ao inserir elementos que regem a experiência em torno de um molde lúdico, obtém-se uma curva de aprendizado e foco maior, como é descrito em uma pesquisa de aprendizado mesclado com gamificação (LEE, 2021). Essa pesquisa foi realizada durante a pandemia do COVID-19, na qual crianças executam cinco atividades, alternadamente *off-line* e *online*, durante as quais aprenderam sobre o Templo *Mireuksa* (Coréia do Sul). Na primeira atividade, as crianças montam um modelo físico do templo em si com papel cartão, o que leva em torno de 20 a 30 minutos. A atividade despertou imersão, um melhor entendimento da estrutura do monumento e um apego ao trabalho finalizado. A segunda atividade utilizava um *QR code* estampado na base da estrutura montada anteriormente para, com o auxílio de um *smartphone*, executar um aplicativo RA previamente instalado, que trazia mais detalhes da estrutura em um modelo 3D, o que despertou um interesse considerável em uma navegação rápida por parte das crianças. A terceira atividade introduzia um livro físico de oito páginas sobre o templo que precede a quarta atividade, composta de um jogo de perguntas sobre o material presente no livro. Altos níveis de concentração foram observados durante a leitura e, na posterior execução do jogo, com cinco testes de quinze perguntas cada, a maioria das crianças respondeu às perguntas sem dificuldade. Respostas certas gerava um tesouro como recompensa e ao final de cada teste bem respondido, uma relíquia era adquirida no jogo. Apesar do objetivo final ser adquirir cinco relíquias, o jogo gerou um interesse significativo por parte das crianças e as fez se sentirem recompensadas, de forma que queriam continuar jogando mesmo após concluir o jogo. A atividade final consistia em informar as crianças via texto que elas receberiam um modelo em miniatura dos tesouros do jogo quando visitassem o museu da próxima vez, o que de fato aconteceu. A atividade resultou em sucesso no objetivo proposto, onde o conteúdo *off-line* apoiou o conteúdo *online*, e vice-versa, facilitando o aprendizado da informação de ambos, além de estimular nas crianças a curiosidade, o pedido de ajuda, interesse, motivação e competição, com indicação de uma experiência fluída. A Gamificação aqui é apresentada como um elemento catalizador do aprendizado sobre informações que sequer eram de interesse inicial do indivíduo.

1.6 Sistemas Cooperativos

Em 2015, pesquisadores investigaram como a influência social afeta a vontade de manter hábitos pesados com a ajuda de serviços de gamificação (HAMARI, 2015). Para tal,

foi conduzida uma pesquisa entre usuários de um serviço de gamificação de exercícios físicos, via formulário *online*, postado nos interiores da rede, sendo desta maneira visível apenas para usuários do serviço, que tem uma dinâmica em que dados são inseridos manualmente pelos usuários e um acompanhamento de evolução é iniciado com o cruzamento destes dados ao longo do tempo. O sistema premia estes usuários com evolução em sistema de níveis, insígnias, conquistas, além de permitir que outros usuários interajam com cada uma destas atividades com “likes” ou comentários, de forma semelhante a uma rede social. Este aplicativo, no momento da pesquisa, era acessível somente por navegador Web ou aplicação nativa de iPhone. Ao aferir os resultados, notou-se que a Cooperação advinda das diversas formas de interação entre os usuários era o principal elemento em jogo nesta experiência. A formação de comunidades sociais no sistema mantinha a continuidade do uso e as interações, seja por meio de reações iniciais – que por si provocam cadeias de novas reações – ou por insígnias, compartilhamentos e espaços para comunicação entre usuários. De forma geral, a cooperação da rede motivou usuários a manterem um comportamento persistente, oferecendo interação, competição, incentivo e premiação.

1.7 *M-Learning*

Fundamentada no uso de dispositivos móveis, a *M-learning* é uma metodologia de aprendizado que utiliza dispositivos móveis para facilitar as interações, treinamentos e capacitações. Entretanto, segundo Romero-Ramos (2022), muitos trabalhos se concentram mais em desenvolver ferramentas do que em assegurar o sucesso no processo de ensino-aprendizagem usando o potencial das redes e acesso facilitado a conteúdos (ROMERO-RAMOS, 2022). Ainda assim, mapeamentos como os executados por Almeida & Araújo (2013) e Fombona et al. (2017) apontam exemplos de pesquisas da área com sucesso em diferentes estratégias no emprego de *M-learning*, como Rodrigo (2016) que, com o uso de jogos em dispositivos móveis como parte do processo de aprendizado, alcançou sucesso superior à aplicação de estratégias tradicionais de ensino.

Graziola (2009) aponta aspectos necessários para auxiliar o ensino da geração atual, que possui comportamento, pensamento e aprendizado diferenciado, que demanda práticas pedagógicas igualmente diferenciadas. Dentre elas, o contexto de mobilidade é apontado como uma forma de expandir limites e adicionar possibilidades.

Hoje, ferramentas como Kahoot e Quizlet auxiliam a entrega rápida do conhecimento aos estudantes e, de acordo com Romero-Ramos (2022), a implementação de ferramentas como essas pode melhorar a presença, a motivação e a participação do estudante na aula, bem como fortalecer a aquisição de conteúdos-chave, algo crítico para gerar aprendizado significativo na sala de aula. Métodos de ensino gamificados, também garantem um desenvolvimento de conhecimento eficaz, como Shibasaki (2018) expõe ao apontar diversas maneiras de alunos praticarem habilidades comunicativas no aprendizado de Língua Inglesa. Assim como Silva (2022) que, também com Língua Inglesa, fez uso de gamificação como meio principal no percurso de aprendizado, com o jogo adaptado ao contexto social dos alunos e conduzindo o conteúdo programático dentro desse universo.

Mesmo no caso de ferramentas voltadas especificamente para o aprendizado móvel, aplicações que permitam interação social e comunicação instantânea podem também ser utilizadas para promover um ensino dinâmico e eficiente, como Oliveira et al. (2021) mostra ao avaliar o desempenho de alunos com aprendizado via *WhatsApp*, tanto na Educação Básica, quanto na Superior, obtendo resultados satisfatórios em aspectos como dedicação e interesse. Franco (2016) descreve outro trabalho, também fazendo uso do *WhatsApp*, onde alunos voluntários construíram uma base de conhecimento e trocaram saberes, com metade destes permanecendo nas atividades após o encerramento da pesquisa.

Por meio destes resultados, percebe-se que o *M-Learning* é um meio eficaz e potencial de aprendizado explorando inúmeras possibilidades, inclusive pela gamificação. Sua portabilidade característica traz uma conveniência de uso incomparável a outros meios de ensino, que necessitam de pontos fixos de conectividade. Sua aplicabilidade é extensa e cresce ainda mais conforme a evolução tecnológica.

1.8 Herança Cultural

Herança cultural também chamada de patrimônio cultural, se refere a qualquer conjunto de bens, conectados a identidades coletivas, que sejam associadas a alguma memória (SIMIONATO et al., 2017). Pode ser considerado um legado, herdado de gerações passadas e preservado no presente para gerações futuras. A Unesco classifica Herança Cultural de três formas distintas: o verbete “Herança Cultural” propriamente dito, englobando monumentos, grupos de prédios e sítios. A Herança Cultural Intangível – referida às práticas,

representações, expressões, conhecimentos, habilidades, comunidades, grupos, assim como seus respectivos instrumentos, objetos, artefatos e espaços, e as vezes indivíduos, quando reconhecidos como parte da cultura local (UNESCO, 2003). E por fim, a Herança Natural, que abrange elementos naturais, formações geológicas e sítios naturais (UNESCO, 1972).

Estudos para a preservação digital de Herança Cultural envolvem, no geral imagens, como abordado por Simionato (SIMIONATO et al., 2017) e Silva (SILVA et al., 2019), e mesmo autenticação por *blockchain* como forma de autenticar a veracidade de informações sobre patrimônio cultural (TRČEK, 2022).

Herança cultural é descrita, essencialmente, como o legado reconhecido de povos que viveram no passado, o momento que vivemos atualmente e o que passaremos para gerações futuras, de acordo com a Unesco (UNESCO, 2022). Ela ainda é descrita como um fundamento para a memória das pessoas, identidade, criatividade e riqueza de culturas. Podemos encontrar a herança cultural em basicamente todo aspecto do cotidiano, na composição de regras e valores da sociedade, na educação das pessoas, na forma como o ser humano se comunica, no legado escrito e construído. Em 2003, foi definida a Carta de Preservação do Patrimônio Digital, também pela Unesco (UNESCO, 2003), e nela definem-se conceitos e estratégias para discussão do tema de forma conjunta entre as nações, a partir da qual surgiram programas de digitalização de acervos por todo o mundo com o objetivo de regularizar e expandir esse patrimônio digital a um nível de cooperação mundial. A mesma carta foi reenviada em 2009 aos representantes dos estados-membros da Unesco, a fim de reafirmar a indispensabilidade de sua aplicação e chamando à responsabilidade cada membro da organização mundial, segundo Rollo (2020).

1.9 Ambiente interativo de história e visitas históricas

Baseado no histórico de publicações, observa-se a tendência de aumento no número das aplicações de RA e RV para museus. Em 2015, um estudo elaborado por meio de entrevistas com os visitantes, já mapeava os requisitos para alternativas vestíveis, a fim de ampliar a experiência de visita a museus explorando a tecnologia de RA (DIECK, 2015). Os autores concluíram que o desenvolvimento da aplicação deve focar intensamente em conteúdo, possuir informações aprofundadas, ricas e apropriadas para a experiência. Para tal, a navegação deveria ser baseada em interesse, fornecendo passeios personalizados,

conectando obras entre si, com recursos de navegação e mapas para que visitantes pudessem ser guiados durante a visita. Por sua vez, *Oyelude* indexou os principais exemplos do primeiro trimestre de 2018 sobre estas aplicações (OYELUDE, 2018) e o que claramente se vê é uma grande demanda por experiências interativas, ao mesmo tempo em que ferramentas como o Vuforia, API (*Application Programming Interface*) de RA da *Unity* ganham destaque e soluções com o uso do *Google Cardboard*, juntamente com outros suportes para os dispositivos móveis. Experiências de Realidade Virtual em museus por toda a Europa são destacadas, juntamente com impressões 3D decorrentes destas experiências e desafios em ambientes RA/RM. Em 2019, uma solução RA baseada em HoloLens (HOU, 2019) é apresentada com base de pesquisa semelhante à de Dieck (2015), recorrendo a um questionário aplicado entre os visitantes, categorizando as tarefas básicas da aplicação. Dentre as funções pretendidas, integram o suporte à gerência de movimentações pelo museu, exibição de descrições em texto sobre artefatos culturais, interação do usuário com modelos virtuais, e o registro das operações do visitante, para futura análise. Utilizando *Photon Server* para se comunicar com os dispositivos HoloLens e o Vuforia para reconhecimento de artefatos, a aplicação teve bons resultados nos aspectos de completude e cognição, e no interesse e satisfação dos participantes.

2. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE TECNOLOGIAS E INFORMAÇÕES DE APLICAÇÕES SOBRE MONUMENTOS HISTÓRICOS

O Mapeamento Sistemático foi desenvolvido para identificar trabalhos que explorem tecnologias, identificar lacunas em pesquisas existentes, e apoiar atividades que gerem aplicações motivadoras e funcionais nas áreas contempladas neste trabalho. O Mapeamento Sistemático pode ser definido como “um meio de identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa disponível relevante para um ponto de pesquisa em particular” (KITCHENHAM, 2004). Para tal, necessitamos planejar, conduzir e apresentar os resultados da revisão.

Neste capítulo são descritas as principais fases que compõem o Mapeamento: o seu planejamento, sua condução, e uma análise dos resultados obtidos.

2.1 Questões de Pesquisa

O mapeamento sistemático tem como base a definição de perguntas de pesquisa que visam identificar características de pesquisas e estudos publicados. Por meio destas questões de pesquisa, segmentadas entre Primárias (QPP) e Secundárias (QPS), se refina o objetivo desta pesquisa:

- QPP – Quais propostas existem para identificação, catalogação e disponibilização de informações sobre monumentos e/ou patrimônios culturais?
 - QPS1 – É uma proposta que utiliza detecção e/ou reconhecimento de monumentos históricos com realidade aumentada ou mista?
 - QPS2 – É uma proposta que objetiva disseminação de cultura?
 - QPS3 – A proposta faz uso de algum tipo de gamificação?
 - QPS4 – Existem avaliações da aplicação destas ferramentas em usos reais?
 - QPS5 – A proposta implementa algum tipo de ambiente colaborativo?

2.2 Fonte de dados

A revisão foi conduzida por meio dos portais Scopus, ACM e IEEEExplore, conforme especificado na Tabela 1.

2.3 Realização da busca

Para a busca de trabalhos, foram utilizados termos objetivando conhecer propostas já existentes sobre a detecção de monumentos históricos utilizando metodologia de RA e RM. Dessa forma, duas linhas de associação foram determinadas, sendo (1) sobre a detecção de monumentos históricos utilizando realidade aumentada e/ou mista, e (2) sobre a gamificação envolvendo monumentos históricos, não necessariamente detectando-os. Ambas as linhas possuem duas grandes condicionais, para retornar resultados em português e em inglês. As *strings* de pesquisa foram as seguintes:

Linha de associação 1 – Detecção de monumentos históricos utilizando realidade aumentada e/ou mista:

((("detection" OR "recognition") AND ("AR" OR "MR" OR "augmented reality" OR "mixed reality") AND ("culture" OR "cultural" OR "heritage" OR "monument" OR "historique" OR "historical"))) OR (("detecção" OR "reconhecimento") AND ("AR" OR "MR" OR "RA" OR "RM" OR "realidade aumentada" OR "realidade mista") AND ("cultural" OR "cultura" OR "histórico" OR "monumento")))

Linha de associação 2 – Gamificação envolvendo monumentos históricos:

((("gamification" OR "game-based" OR "game learning") AND ("culture" OR "cultural" OR "heritage" OR "monument" OR "historique" OR "historical"))) OR (("gamificação" OR "jogo" OR "aprendizado por jogo") AND ("cultural" OR "cultura" OR "histórico" OR "monumento")))

Fonte	Link
Scopus	https://www.scopus.com

ACM	https://dl.acm.org
IEEEXplore	https://ieeexplore.ieee.org

Tabela 1: Portais de busca utilizados

O período de realização pretendido para as publicações resultantes foi definido entre 2011 e 2021, de forma que o conteúdo utilizado fosse o mais relevante possível para a realidade atual.

Como Critérios de Inclusão, foram determinados que (1) o material estivesse disponibilizado de forma gratuita, (2) o material estivesse escrito em português ou inglês, (3) sua publicação datasse entre 2011 e 2021 e (4) o material abordasse detecção de localização específica com aspecto cultural e/ou monumental mediante Realidade Aumentada ou Mista ou (4) o material abordasse meios de gamificação em aplicações com uso de Realidade Aumentada ou Mista focadas em patrimônio histórico, no caso da linha de associação 2.

Já como Critérios de Exclusão, foram removidos do material coletado previamente todos os (i) artigos duplicados e (ii) que não abordassem alguma forma de interação em Realidade Aumentada ou Mista ou Gamificação com aspecto ou objetivo cultural.

2.4 Revisão e seleção dos artigos

Seguindo os exemplos de Peixoto (PEIXOTO, 2015) e Kitchenham (KITCHENHAM, 2004), para obter os estudos primários, após a aplicação dos critérios nos resultados, foram efetuados os seguintes passos: (i) análise de títulos; (ii) eliminação de artigos duplicados; (iii) análise de introdução e conclusão em cada um dos artigos, e (iv) leitura completa dos estudos.

Para ampliar o escopo de artigos relevantes ao tópico de pesquisa, o método de *snowballing* (WOHLIN, 2014) foi utilizado durante o critério de leitura completa. Alguns artigos discriminados a seguir, foram utilizados a partir deste método, que consiste em buscar, nas referências de artigos incluídos no trabalho, novas fontes que sejam de interesse para a pesquisa.

Para cada fonte analisada de cada linha de associação, o progresso de filtragem seguiu conforme descrito na Tabela 2.

Embora as bibliotecas ACM e Scopus retornem uma quantidade relevante de resultados, mais de 90% deles não se encaixava no objetivo da busca, e quase 50% dos resultados positivos da Scopus redirecionam para os trabalhos já encontrados na ACM e na IEEE.

Resultado da pesquisa de Mapeamento Sistemático

Fonte de Pesquisa	Resultado inicial	Artigos restantes após			
		Análise de títulos	Eliminação de Artigos Duplicados	Análise de Introdução e Conclusão	Leitura Completa
IEEE – Linha 1	40	22	22	11	4
IEEE – Linha 2	177	19	19	4	3
ACM – Linha 1	1953	152	152	18	6
ACM – Linha 2	2008	25	22	5	2
Scopus – Linha 1	492	9	3	0	0
Scopus – Linha 2	1106	5	3	0	0
Total	5776	232	221	38	15
Snowballing	159	23	22	7	6
Total após o snowballing	5935	255	243	45	21

Tabela 2: Resultado da pesquisa de Mapeamento Sistemático

2.4.1 Descrição dos Artigos Seleccionados

Os artigos considerados relevantes após a etapa de seleção foram analisados e classificados de acordo com a área de atuação em relação à proposta desta pesquisa. Ordenados por ano de publicação, são descritas brevemente as principais ideias de cada um deles.

Mohammed-Amin et al. (2012) descreveram conceitualmente um sistema móvel com dois modos: um deles focado em detecção de locais ou prédios por meio de RA; o outro, concentrado em reunir dados e mídia sobre os locais detectados, funcionando de forma análoga a ferramentas como o Google Goggles e o Google Translator.

Kajos & Banyai (2012) apresentaram protótipos de RA com foco no turismo cultural, revisando conceitos e tecnologias utilizados na área em meados de 2012, revelando uma visão

consistente em relação ao rumo da tecnologia e das técnicas aplicadas no desenvolvimento de aplicações.

Angelopolou et al. (2012) trouxeram os resultados de um experimento em um sítio arqueológico no qual dois grupos de crianças interagem, por meio de uma aplicação de RA, com artefatos encontrados no local e informações a respeito da época a qual pertenciam. As duas equipes competem entre si, testando seus conhecimentos e é concluído que a tecnologia oferece grandes oportunidades a organizações culturais, provendo valor adicional à experiência dos visitantes.

Han et al. (2013) apresentaram uma forma de visualização de monumento cultural em dispositivos móveis, com modelo 3D disposto de forma aumentada na imagem capturada. Além disso, é descrito o uso de algoritmos SIFT (Scale Invariant Feature Transform) e SURF (Speeded Up Robust Features) para um enquadramento satisfatório de imagem em relação à imagem da câmera e de acordo com posicionamento global triangulado por meio de coordenadas GPS.

Amato et al. (2013) descreveram um *framework* que traz conteúdo multimídia para ambientes arqueológicos e patrimônios culturais, utilizando a câmera para coletar pontos de interesse e pesquisá-los em uma base de dados. Reconstruções de RA são possíveis mesmo em locais sem infraestrutura complexa.

Gattullo et al. (2013) detalharam a prática em torno do protótipo denominado VisitAR, que torna o conceito de experiência RA por meio de dispositivo móvel mais coloquial, provendo informações turísticas sobre pontos de interesse inseridos em um mapa, projetado em RA para ajudar turistas a planejarem suas rotas. Por meio de uso conjunto entre os sensores de GPS e a bússola, presentes no *smartphone*, o rastreamento de localização é implementado.

Geiger et al. (2014) enumeraram conceitos, técnicas e protótipos focados em soluções para aplicações móveis baseadas em localização, testados em uma aplicação denominada AREA, que exibe pontos de interesse nos elementos capturados pela câmera e os apresenta de forma aumentada na tela do dispositivo móvel.

Shi. et al. (2015) abordaram um sistema de sugestão de local baseado em RA, utilizando fotos do local e localização GPS, combinados com uma base de dados de terrenos, para gerar uma imagem em RA com anotação de localização. O método é descrito como competidor direto de outros meios comerciais e o nível computacional desta aplicação é razoavelmente baixo, uma vez que 9 de 10 usuários obtiveram uma localização acurada, contra 8 de 10 que utilizaram o GPS comercial.

Shirai et al. (2015) descreveram um estudo de caso sobre a utilização do jogo Ingress para desenvolver novas comunidades e como o resultado afetou a parte da dinâmica dentro do próprio jogo.

Canciani et al. (2016) relataram a projeção aumentada de um modelo reconstruído sobre um monumento atual. Utiliza-se fotogrametria de curto alcance para isso, e o monumento em questão foi fotografado múltiplas vezes, de ângulos diferentes, para que o material de origem fosse construído sobre um modelo 3D.

Lumpoon et al. (2016) propuseram um jogo para reduzir a dificuldade entre os jovens de aprender aspectos culturais. Um programa foi previamente configurado e distribuído entre as equipes participantes do jogo para que, em seguida, rotas turísticas fossem entregues a esses grupos para competir pela maior pontuação, descobrindo lugares atrativos e variados e como consequência, produzindo nos jogadores uma atitude de engajamento, satisfação e positividade.

Marto et al. (2017) apresentaram um estudo sobre técnicas para implementar sistemas RA no contexto de patrimônio cultural para sobreposição de imagens reais em modelos virtuais. Por meio da aplicação de um protótipo operacional, obteve melhores resultados a partir de objetos com faces bem definidas, altamente influenciados por iluminação e velocidade de movimento.

Bousbahi & Boreggah (2018) combinaram GPS e câmera para escanear pontos de interesse e apresentar um guia turístico em RA que provê conteúdo de forma adaptativa, possibilitando navegação para turistas durante a visita em patrimônios culturais na Arábia Saudita. Os autores utilizaram o *SDK Wikitude* para reconhecimento de imagens *off-line* e as informações relevantes foram dispostas de forma aumentada na tela, sobre o ponto de interesse.

Bekele et al. (2018) dispuseram alguns sistemas sobre o estado da arte no campo da virtualização, sob a perspectiva de patrimônio cultural, e os categorizou considerando aspectos essenciais, grau de imersibilidade e propósito principal. Por se tratar de um mapeamento sistemático, trouxe mais material referencial à pesquisa após passar pelo recurso de *snowballing*.

Liestol (2018) utilizou gamificação em RA com uma dinâmica de caça ao tesouro, apresentando fotos com determinados ângulos e perspectivas, orientando em seguida ao jogador que replicasse tal imagem com a câmera do dispositivo para “encontrar o tesouro” – uma técnica descrita como refotografia. Com aplicação experimental envolvendo uma cidade histórica da Estônia, o projeto gerou engajamento notável entre os que o testaram, com mais

da metade dos participantes afirmando que o quebra cabeça supracitado foi a parte mais empolgante do projeto – que envolvia outros estágios como reconstrução do dia-a-dia em 3D e acesso a informações sobre o ambiente.

Bryan et al. (2019) utilizaram a RA para educar usuários sobre templos, fazendo uso de técnicas de clusterização e *download* sob demanda de imagens e vídeos necessários para interação. Ao indicar um mapa, escolhendo as regiões disponíveis e agrupadas, o usuário determina quais informações deseja carregar em seu dispositivo móvel para uma experiência *offline*.

Casimiro (2019) apresentou uma aplicação que utiliza coleções de imagens históricas e arquivos para projetar de forma aumentada, sobre um prédio em Boston, a fachada do próprio como se apresentava há 200 anos atrás, assim como uma projeção dos planos futuros de transformação do prédio.

Luiro et al. (2019) desenvolveram um jogo móvel que utiliza a história local e o patrimônio histórico em seu enredo e conteúdo. Interagindo com o mapa aberto da cidade e estimulado por uma rota traçada, o jogador progride na narrativa da história visitando localizações e validando estas visitas pelo GPS do *smartphone*, enquanto a aplicação, segundo a história de época apresentada, pontua informações sobre a aparência de tais locais reais em 1920.

Bao et al. (2020) exploraram a gamificação utilizando o GPS de dispositivos móveis para guiar o usuário a destinos específicos, a fim de iniciar experiências virtuais envolvendo a história de três personagens, cada um com seus próprios pontos de interesse e rotas. Ao seguir estas rotas, mais interações RA e explorações de locais são reveladas.

Tzima et al. (2021) implementaram e testaram uma técnica de reconhecimento híbrido de imagens em ambientes abertos. Por meio de detecção baseada em fotografia auxiliada pelo uso de marcadores, uma grande taxa de sucesso foi alcançada, seja pela combinação das técnicas ou pela preferência de uma sobre a outra.

A Tabela sintetiza as tecnologias usadas nesses trabalhos, a área abordada, se é cultura e/ou monumentos históricos e o uso de gamificação e/ou cooperação. Na seção de análise dos resultados essa tabela é discutida de forma mais detalhada, bem como é relacionada às questões de pesquisa.

2.5 Análise dos dados e resultados

Na análise de frequência de artigos elaborados por ano sobre o tema, nota-se uma estabilidade na quantidade de pesquisas envolvendo esta área no espaço de tempo pesquisado, assim como, também se nota uma produção menor entre 2020 e 2021 (Figura 2), anos estes que compõem o período mais expressivo da pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, disseminador da doença conhecida como COVID-19 (World Health Organization, 2022).

No que se refere a artigos sobre Realidade Aumentada/Mista, uma das divisões possíveis se baseia em relação a sua aplicação, classificados em cinco categorias: educação, exibição, exploração, reconstrução e museu virtual (BEKELE, 2018).

A categoria Educação contempla artigos que visam possibilitar o aprendizado de aspectos históricos sobre patrimônios tangíveis e intangíveis. A categoria Exibição agrega as aplicações que visam melhorar a experiência do visitante, como um guia turístico. Exploração, por sua vez, abrange o que apoia os usuários a visualizar e explorar estes ambientes para descobrir, interpretar e adquirir novas perspectivas e conhecimentos. Reconstrução envolve a interação com visões reconstruídas de patrimônios culturais, tangíveis ou não. Finalmente, Museu Virtual equivale a simulações e apresentações de patrimônios, tangíveis ou não, em forma de museu digital.

Um artigo pode pertencer a mais de uma categoria ao mesmo tempo, de forma que contribui para o aprendizado de um patrimônio cultural em ruínas, informando dados de registros históricos e correlações com outros pontos turísticos da região, ao mesmo tempo que oferece a possibilidade de visualizar, de forma aumentada, o lugar restaurado.

Distribuição dos artigos nas áreas e técnicas utilizadas

	Autor	Ano	Técnica de Detecção / Reconhecimento	Realidade Aumentada	Cultura	Monumentos Históricos	Gamificação	Cooperação
1.	Keil et al.	2011	✓	✓		✓		
2.	Mohammed-Amin et al.	2012	✓	✓		✓		
3.	Kajos & Banyai	2012	✓	✓	✓	✓		
4.	Angelopoulou et al.	2012	✓	✓	✓	✓	✓	
5.	Han et al.	2013	✓	✓		✓		
6.	Amato et al.	2013	✓	✓		✓		
7.	Gattullo et al.	2013	✓	✓	✓	✓		
8.	Geiger et al.	2014	✓	✓	✓	✓		

Tabela 3: Distribuição dos artigos nas áreas e técnicas utilizadas (continua)

	Autor	Ano	Técnica de Detecção / Reconhecimento	Realidade Aumentada	Cultura	Monumentos Históricos	Gamificação	Cooperação
9.	Shi et al.	2015	✓	✓	✓			
10.	Shirai et al.	2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11.	Canciani et al.	2016	✓	✓		✓		
12.	Lumpoon et al.	2016	✓		✓	✓	✓	✓
13.	Marto et al.	2017	✓	✓		✓		
14.	Bousbahi & Boreggah	2018	✓	✓	✓	✓		
15.	Bekele et al.	2018	✓	✓	✓	✓		
16.	Liestol, G.	2018	✓	✓		✓	✓	
17.	Bryan et al.	2019	✓	✓		✓		
18.	Casimiro, G.	2019	✓	✓	✓	✓	✓	
19.	Luiro et al.	2019	✓		✓	✓	✓	
20.	Bao et al.	2020	✓	✓	✓		✓	
21.	Tzima et al.	2021	✓	✓	✓	✓		

Tabela 3: Distribuição dos artigos nas áreas e técnicas utilizadas (conclusão)



Figura 2: Quantidade de artigos por ano das publicações

Embora os critérios utilizados no mapeamento busquem discernir as experiências em museus das experiências em ambiente livre, aqui descritas respectivamente pelos termos *indoor* e *outdoor*, alguns resultados expandem suas aplicações para uso em ambos os ambientes. De acordo com a classificação proposta, a Figura 3 apresenta a tendência da área de aplicação entre os artigos da pesquisa.

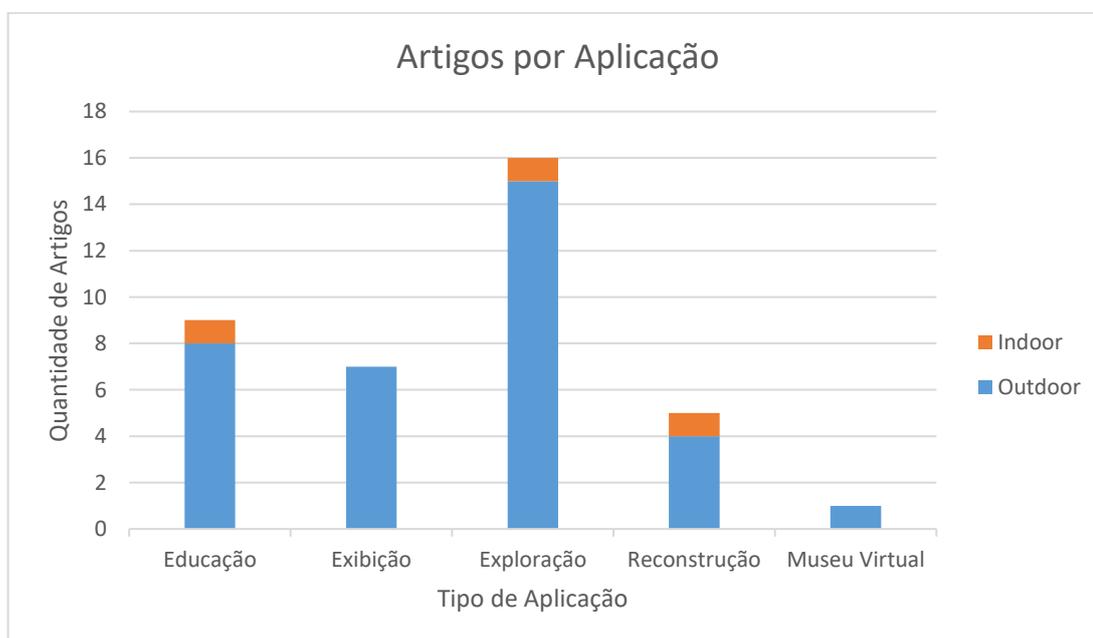


Figura 3: Quantidade de artigos por aplicação

Nessa análise, excluiu-se o artigo de Bekele (2018), uma vez que, por se tratar de um segundo mapeamento, que inclusive participou do recurso de *snowballing*, acaba por produzir duplicidade. Desta maneira, é notável a quantidade de resultados que, implementando Realidade Aumentada e/ou Mista voltada ao conhecimento Cultural e Histórico, buscam atender à demanda aplicada às categorias de educação e exploração. Para esta última, encaixaram-se também os casos em que a pesquisa culminou em atividade conhecida como turismo e/ou turismo cultural, definida como a facilitação da visita à locais por pessoas motivadas, inteiramente ou em parte, em descobrir ou redescobrir tais locais, por interesse em ofertas que pode ser de caráter científico, artístico, histórico, ou de estilo de vida (KAJOS, 2012).

A questão primária já foi respondida pela própria seleção dos artigos por meio da *string* de busca e, assim, a seguir as perguntas Secundárias são analisadas.

2.5.1 Utilização de detecção e/ou reconhecimento de monumentos históricos com realidade aumentada ou mista

Quase todos os artigos destacados na Tabela , em geral, utilizam detecção e/ou reconhecimento de patrimônio cultural como objetivo principal ou parte dele. Embora a Realidade Aumentada seja ferramenta constante, total ou parcial, Luro et al. (2019) e Lumpoon et al. (2016) não exploram a RA em seu projeto, utilizando apenas GPS, bússola e informações diretamente na tela para detectar localizações e interagir com o ambiente ao redor.

2.5.2 Disseminação de cultura

Com exceção de dois casos (KEIL,2011, CANCIANI, 2016), todas as propostas restantes envolvem algum método de interação com patrimônio cultural, porém um número considerável não tem como foco a disseminação de cultura. Keil et al. (2011), por exemplo, apesar de trazer uma visita ao passado de um prédio da Alemanha com envolvimento direto na Segunda Guerra Mundial, não se preocupa em fixar a informação no indivíduo, ou em incentivar a propagação deste conhecimento. Canciani et al. (2016) tem foco principal na preservação e reconstrução virtual de um patrimônio deteriorado, enquanto Liestol (2018) se concentra na gamificação de ambientes históricos. Porém, mesmo sem objetivar a disseminação da cultura, as experiências em si, relatadas nos artigos, possuem um alto potencial de trazer cultura ao indivíduo: (i) o histórico de registros necessários para a reconstrução proposta por Canciani et al. (2016) pode muito bem ser acompanhado dos fatos que promoveram aspecto físico erodido no monumento atual; (ii) Keil et al. (2011) na projeção com dados históricos também promove cultura, embora não se preocupe com a absorção dessas informações.

2.5.3 Uso de gamificação

Embora todas propostas resultantes tragam detecção de patrimônio cultural com alguma camada de interação, poucos trabalhos (ANGELOPOULOS, 2012, SHIRAI, 2015, LUMPOON, 2016, LIESTOL, 2018, LUIRO, 2019, BAO, 2020) se preocupam em promover esta interação de forma gamificada. Casimiro (2019) não propõe gamificação, mas discute os limites desta no patrimônio, criticando os pontos dados por aplicativos de mapas com base na opinião e acesso dos usuários. Angelopoulou et al. (2012) propõe uma gamificação bem objetiva, promovendo um embate entre duas equipes de usuários, utilizando duas formas diferentes de jogar o mesmo jogo. De forma semelhante, Lumpoon et al. (2016) aborda a gamificação na competição entre equipes e atribuição de pontos à cada acerto. Curiosamente, Shirai et al. (2015) conseguem implementar uma forma de gamificação cooperativa em um ambiente objetivado primariamente a competição. Ainda assim, há exemplos de aplicação da gamificação de forma individual, como se pode verificar em Bao et al. (2020) e Luro et al. (2019), ambos na forma de histórias lineares interativas, ou no caso de Liestol (2018), que utiliza uma proposta similar à de um quebra-cabeça para instigar o usuário a interagir.

Considerando esse aspecto de gamificação, somente em torno de 33% dos trabalhos selecionados incluem ou discutem esse aspecto.

2.5.4 Avaliações da aplicação dessas ferramentas em usos reais

Quase metade das ferramentas propostas (10 em 21) nos artigos resultantes da pesquisa foi avaliada de alguma forma prática. As abordagens de Tzima et al. (2021), Bao et al. (2020), Luro et al. (2019), Lumpoon et al. (2016), Shirai et al. (2015) e Gattullo et al. (2013), são práticas mais livres, onde há liberdade de exploração, enquanto Liestol (2018), Shi et al. (2015), Amato et al. (2013), e Angelopoulou et al. (2012), optam por situações mais controladas, com rotas definidas. Dito isto, todas as ferramentas avaliadas obtiveram resultados positivos no geral.

2.5.5 Implementação de algum tipo de ambiente colaborativo

Apenas duas aplicações, Shirai et al., (2015) e Lumpoon et al., (2016), criaram um ambiente colaborativo dentro da proposta, e não por acaso, ambas se encontram positivamente no mesmo espectro das propostas que fazem uso de algum tipo de Gamificação, especificamente a gamificação com formação de equipes. Pela natureza deste tipo de jogo, estas equipes regularmente se encontram em ambiente colaborativo entre os membros de cada grupo. Embora sejam exceções, ambas as pesquisas trazem informações importantes quanto ao efeito da atividade colaborativa dentro de seus resultados.

2.6 **Conclusão do mapeamento sistemático**

Analisando os resultados, é possível concluir, de forma teórica e prática, que a gamificação de aplicações, com ênfase em Realidades Aumentada e Mista, possui efeitos benéficos no aprendizado, conduzindo a informação ao receptor com mais facilidade e gerando uma melhor absorção de conceitos. Ainda, ao combinar uma experiência interativa com locais que são fonte de informação cultural e histórica, observa-se um maior interesse público e uma disseminação com maior alcance desse conhecimento. Portanto, espera-se que, ao desenvolver ferramentas de informação interativa sobre ambientes históricos combinadas a uma abordagem gamificada, o subsequente resultado incentive e propague estas informações, enriquecendo o processo de disseminação do conhecimento referente a cultura local de forma didática, colaborativa e transparente.

3. MONUMENTOS HISTÓRICOS E HERANÇA CULTURAL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Com o objetivo de identificar a disponibilidade de bases de dados digitais públicas sobre monumentos e patrimônio histórico no Rio de Janeiro na internet, foram realizadas algumas pesquisas, simulando as prováveis fontes e termos de busca de um usuário padrão.

3.1 Pesquisa sobre bases Públicas de Monumentos Históricos do Rio de Janeiro

De acordo com a plataforma Statcounter (Statcounter), em Fevereiro de 2022, a fatia do mercado de motores de busca pertencente ao Google é de 92,01%, e o segundo colocado é o motor Bing, com 2,96%. Outros motores, como Yahoo e DuckDuckGo, dividem os restantes 5,03%.

Os termos da busca utilizados foram “monumentos históricos rj”, “monumentos históricos rio de janeiro”, “patrimônio histórico rj”, “patrimônio histórico rio de janeiro”, “locais históricos rj” e “locais históricos rio de janeiro”.

Dentre os resultados encontrados, foram descartadas as páginas que discursavam sobre apenas uma localidade, ou que continham seleções (“15 locais maravilhosos para...” ou “25 paradas imperdíveis em...”, por exemplo). Os resultados estão na Tabela 4 e a Tabela 5 apresenta as referências de cada um dos resultados apontados na Tabela 4.

Descrição	Tipo de Base	Tipo de Informação				
		Dados sobre patrimônios	Identificação Visual	Breve Descrição	Acervo de Imagens e/ou Vídeos	Disponível no Google ou no Bing
IRPH – Instituto Rio Patrimônio da Humanidade	Governamental	✓				Ambos
IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional	Governamental	✓			✓	Ambos

Tabela 3: resultado das pesquisas sobre monumentos do Rio de Janeiro nos motores de busca selecionados (continua)

Descrição	Tipo de Base	Tipo de Informação				
		Dados sobre patrimônios	Identificação Visual	Breve Descrição	Acervo de Imagens e/ou Vídeos	Disponível no Google ou no Bing
FPJ – Fundação Parques e Jardins	Governamental	✓		✓		Google
Riotur	Governamental		✓	✓		Google
Inventário dos Monumentos RJ	Manualmente por um grupo de pessoas	✓	✓	✓		Ambos
Monumentos do Rio de Janeiro	Manualmente por um grupo de pessoas	✓		✓		Ambos
Rio de Janeiro Aqui	Manualmente por um grupo de pessoas	✓	✓	✓	✓	Ambos
TripAdvisor – Monumentos e estátuas em Rio de Janeiro	Agregador	✓	✓		✓	Ambos
Minube – Monumentos Históricos em Estado do Rio de Janeiro	Agregador	✓	✓	✓		Bing
Hikers Bay – Monumentos, locais históricos e atrações em Rio de Janeiro 2022	Agregador	✓	✓	✓		Bing

Tabela 4: resultado das pesquisas sobre monumentos do Rio de Janeiro nos motores de busca selecionados (conclusão)

Fonte	Link
IRPH – Instituto Rio Patrimônio da Humanidade	http://www.rio.rj.gov.br/web/irph/bens-tombados
IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional	http://portal.iphan.gov.br
FPJ – Fundação Parques e Jardins	https://www.rio.rj.gov.br/web/fpj
Riotur	https://visit.rio
Inventário dos Monumentos RJ	http://inventariodosmonumentosrj.com.br/
Monumentos do Rio de Janeiro	http://www.monumentosdorj.com.br
Rio de Janeiro Aqui	https://www.riodejaneiroaqui.com/pt/rio-historico.html
TripAdvisor – Monumentos e estátuas em Rio de Janeiro	https://www.tripadvisor.com.br/Attractions-g303506-Activities-c47-t26-Rio_de_Janeiro_State_of_Rio_de_Janeiro.html
Minube – Monumentos Históricos em Estado do Rio de Janeiro	https://www.minube.com.br/tag/monumentos-historicos-rio-de-janeiro--rj-z502
Hikers Bay – Monumentos, locais históricos e atrações em Rio de Janeiro 2022	http://hikersbay.com/southamerica/brazil/riodejaneiro/historic.html?lang=pt

Tabela 5: Links Web dos resultados coletados

3.2 Análise dos Resultados

Os resultados encontrados cobrem de forma bem variada o assunto desejado: enquanto a grande maioria das instituições pesquisadas possui de fato uma base extensa de patrimônios cadastrados e disponíveis para consulta, casos como o IPHAN e o IRPH se limitam a textos informativos sobre os bens que fazem parte de seu acervo de patrimônios, com poucas ou nenhuma identificação visual.

Nas páginas pessoais notam-se os maiores esforços em manter uma completude de informações, com descrições em cada um dos itens e alguma forma de identificação visual na grande maioria deles. Os agregadores de conteúdo, por sua vez, possuem informações mais atualizadas e avaliações pontuais de usuários das respectivas plataformas. Foi notado, também, que alguns resultados ocorreram somente por meio de um dos motores de busca Bing ou Google.

Nenhum dos resultados, no entanto, consegue concentrar todos estes aspectos: base de dados, identificação visual, descrição, acervo de imagens e avaliação.

Uma distribuição em categorias foi realizada pela análise de 34 resultados decorrentes da busca na plataforma Periódicos Capes e está disponível na Figura 4.

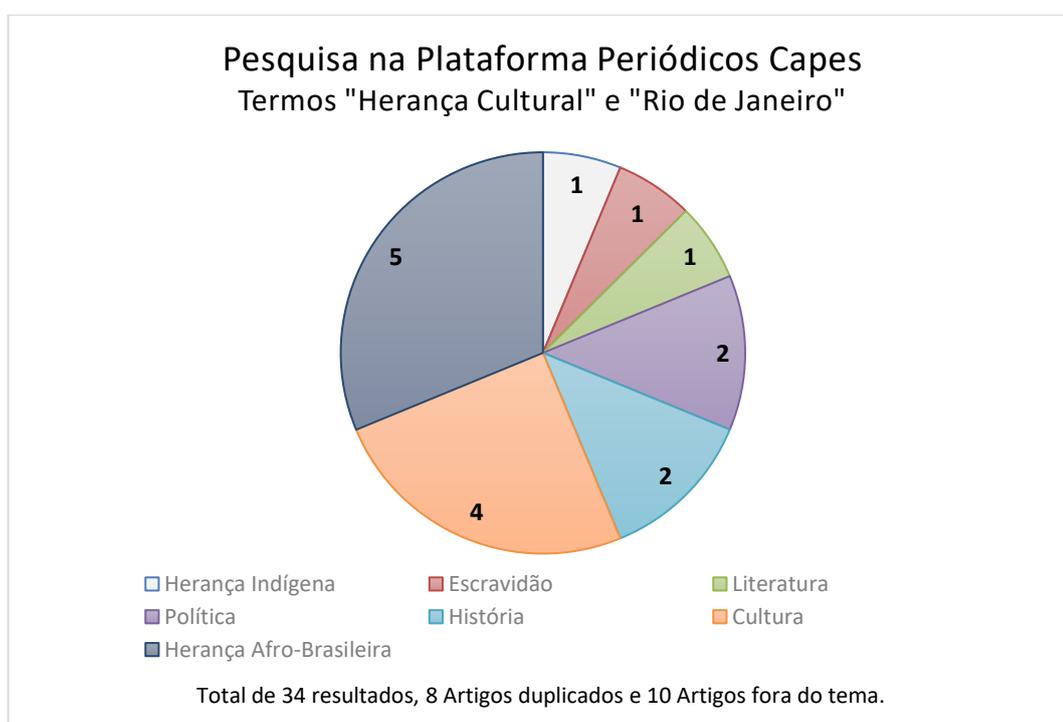


Figura 4: Pesquisa realizada na plataforma Periódicos Capes sobre Herança Cultural

4. HISTOUR: SISTEMA DE APOIO MÓVEL PARA DIFUSÃO DE CONHECIMENTO SOBRE PATRIMÔNIO HISTÓRICO CULTURAL

Considerando o resultado do mapeamento realizado no Capítulo 2, que utiliza tecnologias de detecção e reconhecimento de Monumentos, Realidade Aumentada e Gamificação foi proposto o HisTour um Sistema de Apoio Móvel para Difusão de Conhecimento sobre Patrimônio Histórico Cultural utilizando tecnologia móvel.

Segundo pesquisas do IBGE (IBGE, 2021) as pessoas no estado do Rio de Janeiro preferem usar a Internet em acesso com dispositivos móveis (IBGE, 2021). Além disso, estes dispositivos são construídos em arquiteturas que concentram hardware necessário para desenvolver aplicações que usam essas tecnologias.

Diante da falta de uma base de dados centralizada da cidade do Rio de Janeiro conforme apresentado no Capítulo 3 e bem mantida que agregue informações sobre Herança Cultural, a proposta desse sistema apresenta uma solução que, além de promover o autoaprendizado do indivíduo, também atua como um concentrador destes dados, reunindo futuras descobertas populares em uma base única, constantemente atualizada e verificada.

HistTour tem como objetivo geral gerar uma colaboração de forma positiva para a educação cultural de qualquer grupo social, de forma lúdica e intuitiva, integrando interações sociais de forma a incentivar, de forma continuada, o progresso do aprendizado. O sistema utiliza recursos como o GPS para incentivar a descoberta e a mobilidade, bem como o já citado reconhecimento por meio de Realidade Aumentada para motivar a interação do usuário com o meio físico ao seu redor. Por fim, no uso de um meio Gamificado, espera-se fomentar no usuário um interesse espontâneo, de forma a incentivar a repetição das atividades que compõem a aplicação, consequentemente gerando cada vez mais aprendizado. A cooperação é possibilitada pela disponibilização das experiências dos usuários.

A aplicação HisTour é detalhada neste capítulo apresentando uma visão geral, seus requisitos, funcionalidades e modelagem.

4.1. Visão Geral

Aplicações móveis como Ingress e Pokémon Go despertaram um interesse massivo e inesperado em exploração do ambiente físico de cidades em torno do mundo inteiro. Pokémon Go, por exemplo, em poucos dias, já possuía um engajamento superior ao de redes sociais como Twitter e Facebook (TechCrunch, 2016). Um exemplo da popularidade de Ingress pode ser visto com detalhes na publicação de Shirai et al. (2015). Cada aplicação possui sua própria maneira de instigar o usuário a interagir com um mundo disposto em RA. Enquanto a primeira utiliza do arquétipo de mapeamento de áreas para missões inspiradas em narrativas de ficção científica, a segunda utiliza como pretexto o objetivo de capturar e, posteriormente, batalhar com seres virtuais encontrados ao longo do mapa. Ambas as estratégias envolvem interação e embate entre os usuários, culminando em um ponto em que se torna praticamente impossível continuar a ter êxito em alguma das aplicações jogando de forma completamente independente. As interações sociais nestes meios, por sua vez, possuem caráter integrativo e competitivo, promovendo a formação de grupos para aumentar as chances de êxito em objetivos diversos dentro do lúdico proposto.

Desta forma, o projeto HisTour possui objetivos semelhantes, apresentando elementos de herança cultural – tais como prédios históricos, monumentos, placas comemorativas, etc – mapeados como pontos de interesse através de suas coordenadas GPS em um mapa de livre navegação, onde a interação com estes apresenta dados relacionados a sua história, existência e significado, de forma a recompensar o usuário à medida que este absorve informação, instigando-o a continuar o processo repetitivamente.

O sistema envolve o uso de contas individuais para cada usuário que a utiliza. Há um perfil de progressão simples para cada um, regido por um sistema de pontos de experiência, distribuídos em níveis. Esta progressão se acumula conforme o usuário interage de alguma maneira com pontos de interesse diversos e com as informações adquiridas por meio deles. Um histórico de atividades contém informações sobre os locais que já sofreram interação, afim de auxiliar o usuário a manter um roteiro básico de mapeamento, uma vez que este pode preferir utilizar o aplicativo de forma ostensiva ou de forma casual, perseguindo os objetivos ou apenas aproveitando o percorrer de um trajeto.

4.2. Requisitos

Os requisitos do HisTour foram definidos considerando a revisão de literatura, dividindo-os entre requisitos funcionais e não funcionais.

Os requisitos funcionais são as funções disponíveis para operação na aplicação que seus usuários realizem e os requisitos não funcionais (RNF), por sua vez, são propriedades comportamentais (WIEGERS E BEATTY, 2013). Os RNF tratados são como por exemplo, Segurança e Integridade dos dados, “invisíveis” para o usuário, mas fundamentais para o funcionamento da aplicação. Esses requisitos são, frequentemente, mais críticos que os requisitos funcionais (SOMMERVILLE, 2018).

Os principais requisitos funcionais do HisTour são:

- **RF1: Gestão de Perfil dos usuários:** Histour deverá ter um perfil de usuário administrador que será um grupo de usuários responsáveis pela gestão de pontos de interesse e seus artefatos;
- **RF2: Registro de Pontos de interesse:** O perfil administrador é responsável por essa ação.
- **RF3: Registro de dados sobre os pontos de interesse:** O perfil administrador é responsável escolher nas bases de dados disponíveis as informações a estarem associadas como artefatos dos pontos de interesse.
- **RF4: Navegação no Mapa:** o usuário navega no mapa a procura de pontos de interesse disponíveis nos seus arredores com ajuda da Realidade Aumentada;
- **RF5: Captura de Ponto de Interesse:** o usuário com ajuda da Realidade Aumentada fotografa o ponto de interesse captando-o no seu mapa;
- **RF6 Acesso ponto de Interesse:** o usuário recupera os artefatos relativos a esse ponto capturado;
- **RF7: Avaliação do próprio conhecimento pela revisão de Artefatos coletados:** o usuário pode disponibilizar os testes relativos a esse ponto capturado;
- **RF8: Visualização de *ranking*:** o usuário visualiza seu *ranking* e de outros usuários com pseudônimos.

Os requisitos não funcionais (RNF) são importantes, pois determinam como as restrições das características do sistema são considerados em relação aos requisitos funcionais

e esses são, frequentemente, mais críticos. HisTour possui os seguintes requisitos não funcionais:

- **RNF1: Usabilidade:** interface simples, com *design* intuitivo, seguindo padrões de uso já popularizados por outras aplicações para facilitar e familiarizar o usuário;
- **RNF2: Segurança:** os usuários possuem método de *login* baseado em senha, não compartilhando entre si dados sensíveis, como localização e histórico de atividade, e a aplicação não registra dados importantes do usuário, relativos à pessoa física, permanecendo com interatividade limitada;
- **RNF3: Desempenho:** o tráfego de dados deve utilizar recursos compatíveis com a mobilidade dos dispositivos, provendo informação rápida e compacta, ao mesmo tempo que a aplicação deve ser otimizada para funcionar de forma leve e responsiva na maior parte de dispositivos possíveis;
- **RNF4: Compatibilidade:** voltada inicialmente para dispositivos Android, a compatibilidade deve ser tão expansiva quanto o suporte oficial do Google às versões do sistema operacional, padrão no momento garantido a partir da versão 4.0 (Android Developers);
- **RNF5: Integridade:** as informações contidas na plataforma devem ser coerentes e confiáveis, sendo sempre revisadas ao longo do tempo.

4.3. Cenários

Para facilitar a compreensão do sistema adotou-se o modelo de cenários que visa descrever uma situação específica do sistema similar à do mundo real através de uma linguagem natural semiestruturada [LEITE et al., 2000].

A Figura 5 descreve uma visão geral dos requisitos funcionais divididos em cenários. Após o acesso ao sistema, de acordo com o ator e com sua preferência de uso, os seguintes cenários estão disponíveis: Navegação em modo Normal, Navegação em modo Guia Assistida, Gestão de Progresso e Modo Administrativo.

Um cenário pode ser detalhado e descrito na seguinte estrutura proposta na ferramenta C&L léxico (ALMENTERO, 2009):

- **Título:** É uma breve identificação do cenário;

- **Objetivos:** Definem o propósito do cenário;
- **Contextos:** São as condições iniciais ou necessidades físicas para que o cenário ocorra.
- **Atores:** Se referem aos *stakeholders* do sistema, que irão agir em prol de alguma atividade em um cenário ou em um episódio. Neste sistema, os atores podem ser pessoas ou agentes;
- **Recursos:** São os itens necessários para que os atores cumpram os seus objetivos no cenário;
- **Episódios:** Se referem às ações necessárias para o acontecimento do cenário, o descrevendo e detalhando sequencialmente. Cada ação em um episódio é realizada por algum ator e utiliza algum recurso do cenário. Um episódio pode também se referir a outro cenário.

A descrição dos cenários é apresentada nas seções que seguem.

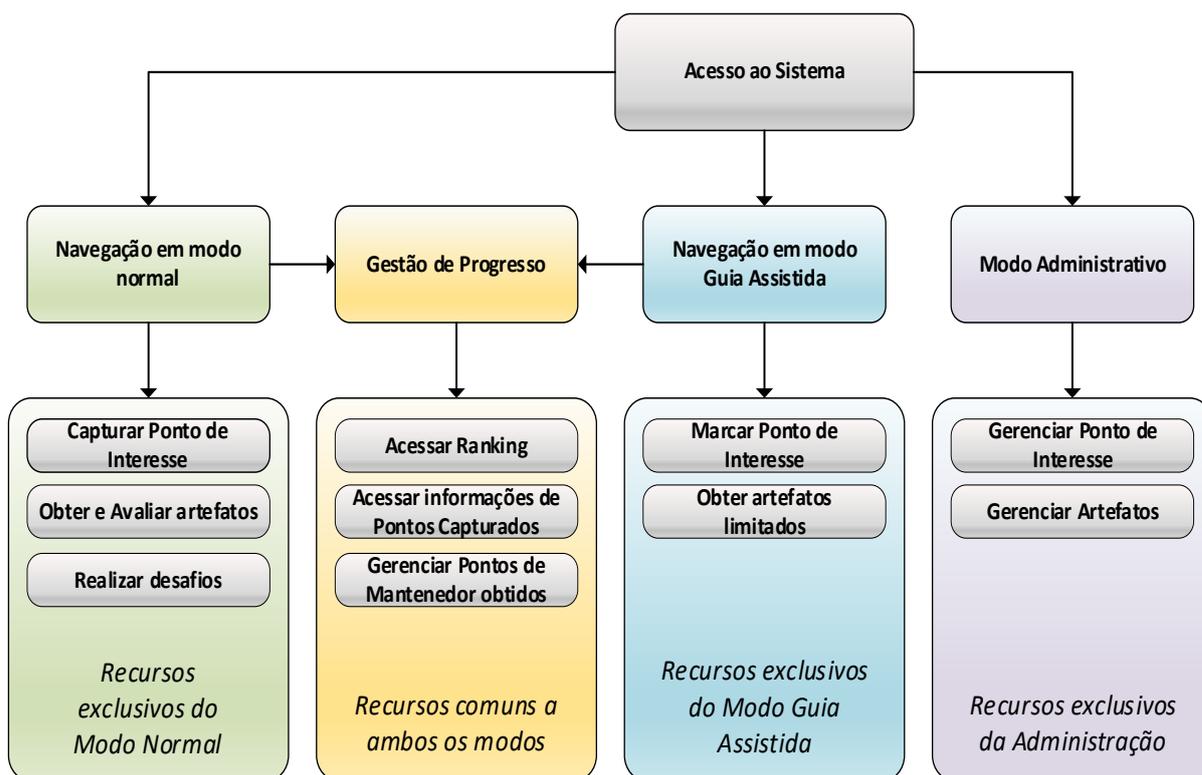


Figura 5: Visão geral dos requisitos divididos em cenários

4.3.1. Cenário 1: Acesso ao Sistema

Este cenário diz respeito ao acesso inicial à aplicação.

Título	
Acesso ao sistema	
Objetivos	Descrever como se dá o acesso ao sistema
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por dispositivos móveis. • Servidor de acesso à Internet.
Atores	Usuário do sistema e administrador do sistema
Recursos	Informações sobre os passos para <i>login</i> no sistema
Episódios	<ul style="list-style-type: none"> • Navegação em modo Normal. • Navegação em modo Guia Assistida. • Gestão de Progresso. • Modo Administrativo.

Os atores desse cenário têm suas possíveis funções dentro da aplicação:

- Usuário do Sistema – captura pontos de interesses e obtém artefatos, nivelado de acordo com o modo escolhido, além de gerenciar avatar, capturas e pontos de mantenedor.
- Administrador do Sistema – gerencia pontos de interesses cadastrados, gerencia artefatos cadastrados em cada ponto de interesse.

Com apenas dois níveis de permissão, existem inicialmente as opções de Administrador e Usuário, com seus níveis de acesso descritos a seguir:

- Administrador – sendo internamente pré-cadastrado, é responsável pela manutenção dos pontos de interesse, bem como seus artefatos, fazendo a gestão dos mesmos;
- Usuário – portador de dispositivo móvel que irá usufruir do sistema.

Em relação aos recursos, os passos para *login* no sistema e uso das funcionalidades atribuídas são os seguintes:

- O sistema apresenta tela de acesso questionando se o usuário é um novo usuário, ou se já possui *login* criado. A alternativa de *Login* por meio de redes sociais também é apresentada, como uma alternativa para *login* rápido ou criação rápida de cadastro no sistema;

- b) Em caso de usuário novo, o sistema exibe um formulário rápido para cadastro, solicitando *E-mail*, Nome de *Login* e Senha. Um *e-mail* é enviado para o endereço informado, solicitando validação de cadastro;
- c) Em caso de usuário existente, uma tela simples com os campos *Login* e Senha é apresentada, além da opção “Recuperar Senha”;
- d) Erros de *login* devem ser prontamente comunicados ao usuário com a mensagem adequada. Em caso de senha errada, após dez tentativas o *login* é bloqueado e é solicitado ao usuário que utilize a opção “recuperar senha”, ou que tente novamente após quinze minutos;
- e) Por se tratar de acesso via dispositivo móvel e pessoal, o acesso a partir da segunda execução da aplicação se dá pelo último *login* válido inserido no dispositivo.

4.3.2. Cenário 2: Navegação no modo normal

Este cenário se dá pela escolha do Modo Normal para navegação na plataforma.

Título	
Objetivos	Descrever o acesso do sistema durante o uso do modo Normal
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por dispositivos móveis. • Servidor de acesso à Internet.
Atores	Usuário
Recursos	Informações dos pontos de interesse e dos seus artefatos de forma completa
Episódios	Usuário: <ul style="list-style-type: none"> • Captura os pontos de interesse próximos o suficiente da geolocalização correspondente ao dispositivo. • Obtém artefatos oriundos dessa captura. • Realizar desafios, que são testes de conhecimento.

O cenário tem como recursos as informações relacionadas às funcionalidades disponíveis durante a navegação no modo normal.

Recursos: informações dos pontos de interesse e seus artefatos

Para cada ponto, o usuário tem acesso a:

- a) Localização do Ponto de Interesse;
- b) Nome do Local que o ponto de interesse marca;
- c) Categoria do Local (busto, estátua, monumento, marco, etc);
- d) Quantidade de artefatos adquiridos e quantidade de artefatos não adquiridos, associados ao ponto específico.

Para cada artefato, o usuário tem acesso a:

- a) Tipo de artefato;
- b) Dado sobre o artefato;
- c) Funcionalidade do artefato (informação escrita, foto anexada, teste, quebra cabeça, etc).

Para cada artefato do tipo teste, o usuário poderá responder perguntas sobre o Ponto de Interesse, baseadas no conteúdo dos outros artefatos.

4.3.3. Cenário 3: Navegação no modo Guia Assistida

Este cenário se dá pela escolha do Modo Guia Assistida para navegação na plataforma.

Título	Navegação no Modo Guia Assistida
Objetivos	Descrever o acesso do sistema durante o uso do modo guia assistida
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por dispositivos móveis. • Servidor de acesso à Internet.
Atores	Usuário
Recursos	Informações dos pontos de interesse e seus artefatos de forma limitada.
Episódios	Usuário: <ul style="list-style-type: none"> • Marcação de Ponto de Interesse em qualquer lugar pelo mapa disponível. • Obtenção de alguns artefatos relacionados ao ponto.

O cenário tem como recursos as informações relativas às funcionalidades disponíveis durante a navegação no modo de Guia Assistida.

Recursos: informações dos pontos de interesse em qualquer lugar do mapa, assim como seus artefatos de forma limitada

Para cada ponto:

- a) Localização do Ponto de Interesse;
- b) Nome do Local que o ponto de interesse marca;
- c) Categoria do Local não disponível até a captura deste Ponto de Interesse;
- d) Quantidade de artefatos não disponível até a captura deste Ponto de Interesse.

Para cada artefato:

- a) Tipo de artefato;
- b) Dado sobre o artefato;
- c) Funcionalidade do artefato bloqueada até a captura do ponto relacionado a este.

4.3.4. Cenário 4: Gestão de Progresso

Este cenário complementa as funções de ambos os modos de navegação.

Título	Gestão de Progresso
Objetivos	Descrever a gestão de dados relativos à progressão de uso do sistema
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por dispositivos móveis. • Servidor de acesso à internet.
Atores	Usuário
Recursos	Gestão dos elementos com interatividade adquirida pelo usuário
Episódios	Usuário: <ul style="list-style-type: none"> • Acesso ao <i>ranking</i> de pontuação. • Gestão de informações sobre os Pontos de Interesse já capturados. • Gestão de informações sobre os Pontos de Mantenedor.

O cenário tem como recursos as informações relativas às funcionalidades disponíveis em ambos os modos de navegação para os usuários.

Recursos: Gestão dos elementos com interatividade adquirida pelo usuário

- a) Acessar o *ranking* para verificar sua pontuação de atividades na aplicação, comparada à de outros usuários;
- b) Visualizar e verificar as informações sobre Pontos de Interesse já capturados, incluindo seus artefatos e demais itens associados;
- c) Gerenciar os Pontos de Mantenedor associados ao usuário, se houver.

4.3.5. Cenário 5: Modo Administrativo

Este cenário existe apenas para o usuário com privilégios de Administrador, para prover gerência sobre os elementos que compõem a mecânica da aplicação.

Título		Modo Administrativo
Objetivos	Descrever a gestão dos dados relativos à mecânica da plataforma	
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por dispositivos móveis. • Servidor de acesso à Internet. 	
Atores	Administrador	
Recursos	Gestão dos elementos que compõem a mecânica da plataforma	
Episódios	Administrador: <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar Pontos de Interesse. • Gerenciar Artefatos. 	

O cenário tem como recursos as informações relativas aos elementos que compõem a mecânica de Pontos de Interesse e seus respectivos Artefatos, sob a qual a plataforma é regida.

Recursos: Gestão dos elementos que compõem a mecânica da plataforma

- a) Gestão rápida e dinâmica de Pontos de Interesse, permitindo que o Administrador gerencie, adicione e remova os marcadores visuais que indicam os Pontos de Interesse, disponíveis no mapa;

- b) Gestão rápida e dinâmica de Artefatos, permitindo que o Administrador gerencie, adicione e remova individualmente os Artefatos de cada um dos Pontos de Interesse.

4.4. Funcionamento

Considerando um usuário devidamente inscrito na aplicação com processo de *login* já executado, as funcionalidades do aplicativo se concentram em torno de sua tela principal: a interface de um mapa de acordo com as coordenadas GPS atuais do dispositivo, com marcações pré-determinadas.

Estes marcadores, internamente chamados de Pontos de Interesse, convergem a localização visual no mapa com as coordenadas GPS dos objetos de herança cultural associados a eles. O contato e proximidade com um Ponto de Interesse são determinados primariamente pelo posicionamento global do dispositivo. A coloração dos pontos varia de forma relativa à proximidade do dispositivo, por meio de um código de cores análogo ao dos semáforos, seguindo a especificação: (i) cor vermelha para um ponto ainda distante, (ii) amarela quando próximo, e (iii) verde quando bem próximo. No estágio verde, a aplicação informa ao usuário que ele pode habilitar a câmera para capturar o Ponto de Interesse. Caso sinalizada a captura, a progressão para o registro se dá pela detecção do objeto em ambiente de Realidade Aumentada e, para tal, o usuário deve localizar e mirar a câmera corretamente na direção do ponto de interesse. O objeto procurado reagirá à sua detecção no ambiente de Realidade Aumentada exibindo elementos de interação e possibilitando então o registro desta detecção, que é agregada ao histórico do usuário e libera uma série de elementos de interação, chamados aqui de Artefatos.

Os Artefatos são divididos em duas categorias: Recordações e Testes. Os artefatos do tipo recordação consistem em dados sobre o ponto de interesse que foi coletado, possuindo um ou vários elementos. Os testes são avaliações de conhecimento diverso, centrado no ponto em questão.

Ambos os itens garantem pontuação de experiência acumulada ao perfil do usuário, sendo que as Recordações já pontuam pela simples coleta, enquanto o total de pontos que os testes valem só é liberado após responder corretamente as perguntas. As recordações podem

ser consultadas sempre que o usuário desejar, enquanto que os testes, uma vez respondidos, sempre constam com a informação completa, sem o elemento da pergunta.

Ao completar a experiência de uma captura (efetuou a captura, visualizou as recordações e respondeu corretamente aos testes), o usuário pode avaliar as informações dispostas nesses conteúdos e participar de votações. Como por exemplo respondendo à pergunta “este monumento carece de informações?”, estas que regularmente são monitoradas na base de dados. Desta forma, estabelece-se um ambiente de manutenção de informações. Estas votações contabilizam uma pontuação interna para uma fila de dados futuros relacionados àquele ponto.

Uma funcionalidade fixa, proposta com o objetivo de mitigar a exposição de pessoas cujo objetivo seja apenas o de interagir, se dá pela forma de um modo de exploração livre, denominado Modo Guia Assistida. Este modo permite que o usuário navegue livremente pelo mapa, explorando os pontos de interesse disponíveis na localidade que desejar. O usuário pode, também, salvar a localização destes pontos e obter deles um número limitado de artefatos, sem precisar se locomover. Os pontos salvos reagem com mais ênfase que os demais quando o modo Guia Assistida estiver desligado, recompensando o usuário com o restante dos Artefatos no ato do resgate convencional da captura dos monumentos. Desta forma, sem prejudicar o uso das demais funcionalidades da aplicação, o modo Guia Assistida visa atuar como ferramenta para, simultaneamente, auxiliar a quem deseja simplesmente interagir com a aplicação de longe, bem como atuar como ferramenta de planejamento de uma exploração futura, definindo uma rota, como é o caso de atividades turísticas.

Após a definição dos requisitos e cenários, o contexto do HisTour foi modelado usando três tipos de diagramas em UML (*Unified Modeling Language*) (FURLAN, 2014): Diagrama de Casos de Uso, Diagrama de Classes e Diagrama de Sequência.

4.4.1. Diagramas de Casos de Uso

Casos de Uso fornecem uma visão dos atores do sistema e suas funcionalidades, organizando os atores e os casos com associações entre eles (FURLAN, 2014). As Figura 6 e Figura 7 representam dois diagramas de Casos de Uso do HisTour, um com os papéis do ator Cliente e outro com o ator Administrador.

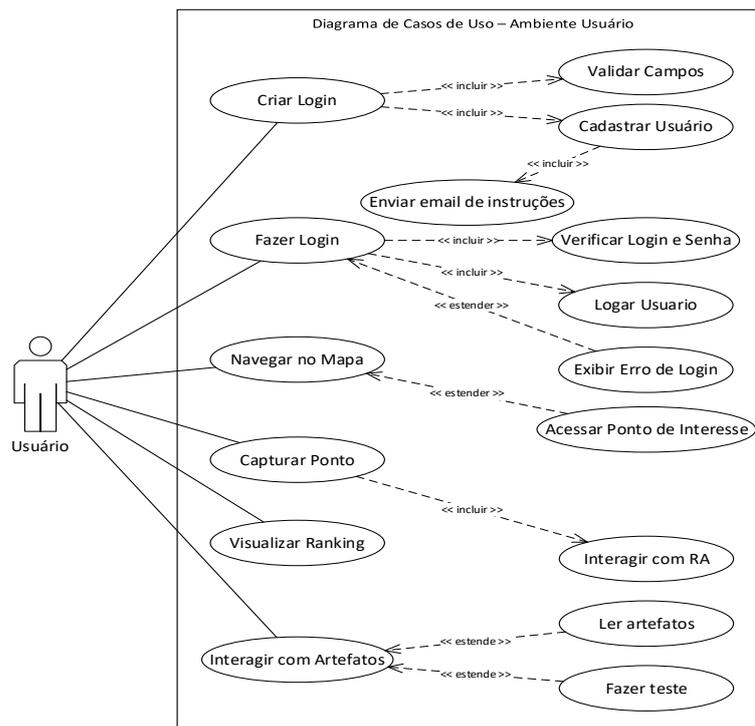


Figura 6: Diagrama de Casos de Uso no escopo do Ator Usuário

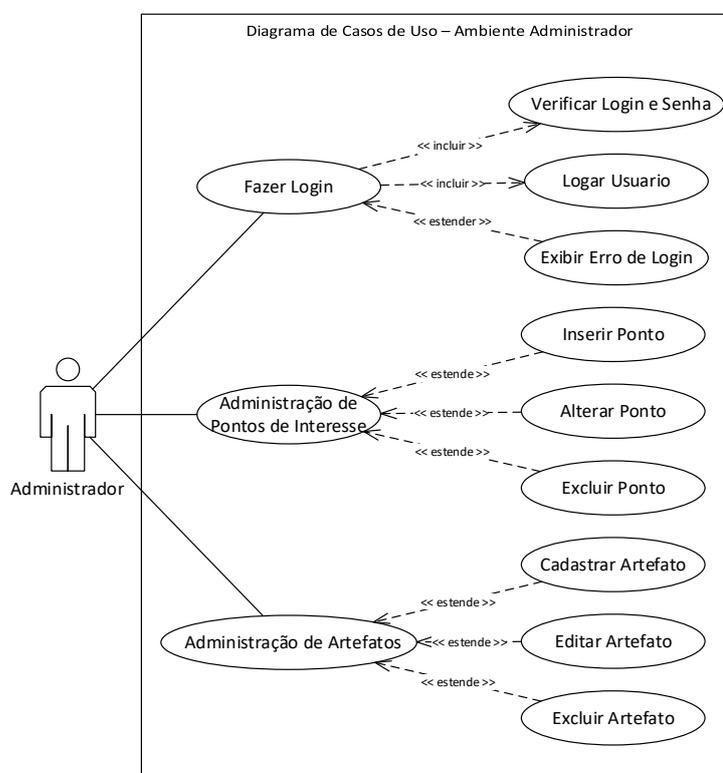


Figura 7: Diagrama de Casos de Uso no escopo do Ator Administrador

As especificações de cada Caso de Uso foram descritas em detalhes e encontram-se no Apêndice A. As Figura 8 e Figura 9 apresentam respectivamente o diagrama de Casos de Uso e a especificação de Casos de Uso relativo a Capturar Ponto.

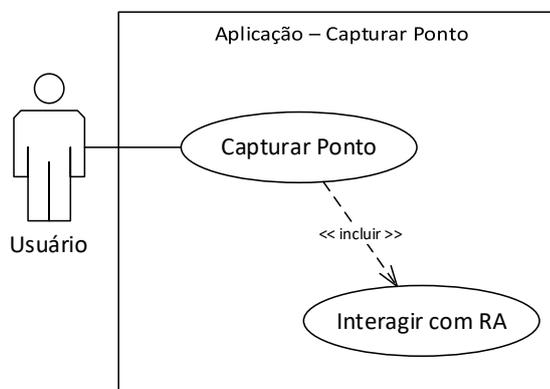


Figura 8: Diagrama de Casos de Uso – Capturar Ponto

Caso de Uso: Capturar Ponto

Descrição: Iniciar interface de busca e captura de Ponto de Interesse por meio da câmera do dispositivo e uma interface de Realidade Aumentada.

Atores: Usuário

Fluxo principal:

- a) O ator clica em Capturar.
- b) A câmera do dispositivo é aberta e a interface de Realidade Aumentada é inicializada.
- c) O ator localiza o Ponto de Interesse no ambiente real.
- d) O ator focaliza a câmera em direção ao objeto.
- e) A aplicação detecta com sucesso o objeto e projeta os elementos de Realidade Aumentada.
- f) O ator finaliza a captura por meio do botão verde, que sinaliza que a captura foi concluída com sucesso.

Fluxo alternativo:

Fluxo A-A: O ator não localizou o Ponto De Interesse.

c-1) O ator pode escolher a opção de retornar à tela anterior, cancelando a operação de Captura, ou continuar procurando o Ponto de Interesse no ambiente real.

Figura 9: Especificação do Caso de Uso - Capturar Ponto

4.4.2. Diagramas de Classes

O diagrama de classes é uma forma de representar as classes existentes num modelo e a interação entre elas na composição de uma aplicação (FURLAN, 2014). O contexto inicial descreve uma série de elementos como usuário, locais e informações sobre cada local.

A Figura 10 apresenta a modelagem de Classes do HisTour. Considera-se que um Ponto de Interesse pode ter um determinado número de artefatos associados e várias capturas de um determinado perfil. Os testes estão associados aos artefatos e o *ranking* do perfil está associado a todos os testes realizados nas capturas de cada usuário. Futuramente pretende-se adotar um ambiente mais cooperativo em que os usuários podem ser representados por avatares e terem detalhados toda a parte de gamificação. A ênfase atualmente foi na captura, RA e identificação dos pontos de interesse.

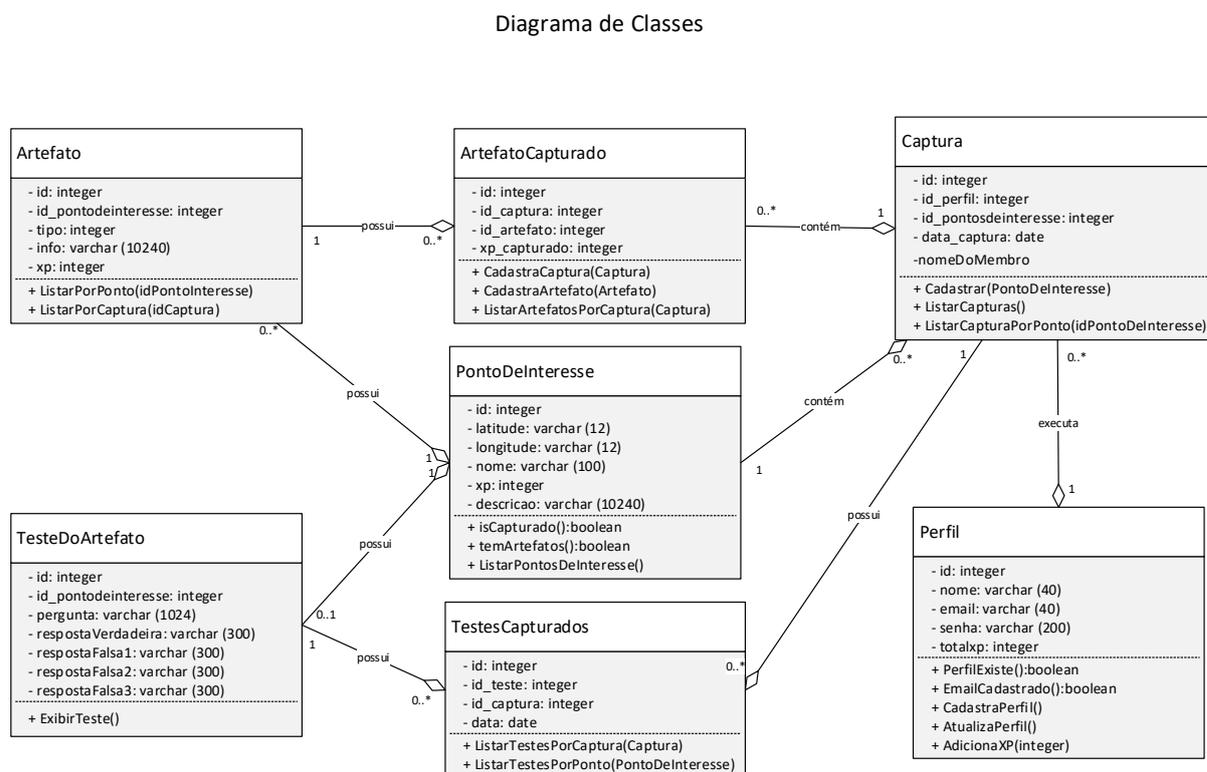


Figura 10: Diagrama de Classes da aplicação HisTOUR

4.4.3. Diagramas de sequência

Os Diagramas de Sequência são um tipo de Diagrama de Interação, e sua utilidade é a de expor aspectos do modelo que retratem o comportamento dos objetos no sistema, em uma linha do tempo, expondo operações, interações e colaborações, envolvendo as entidades do sistema (FURLAN, 2014). A partir do Diagrama de Caso de Uso Geral, elaborou-se os diagramas de sequência descritos no Apêndice B, para simplificar a modelagem usou-se Sistema e Banco como objetos genéricos nos Diagramas de Sequências. A Figura 11 tem um exemplo de Diagrama de Sequência do Caso de Uso Capturar Ponto.

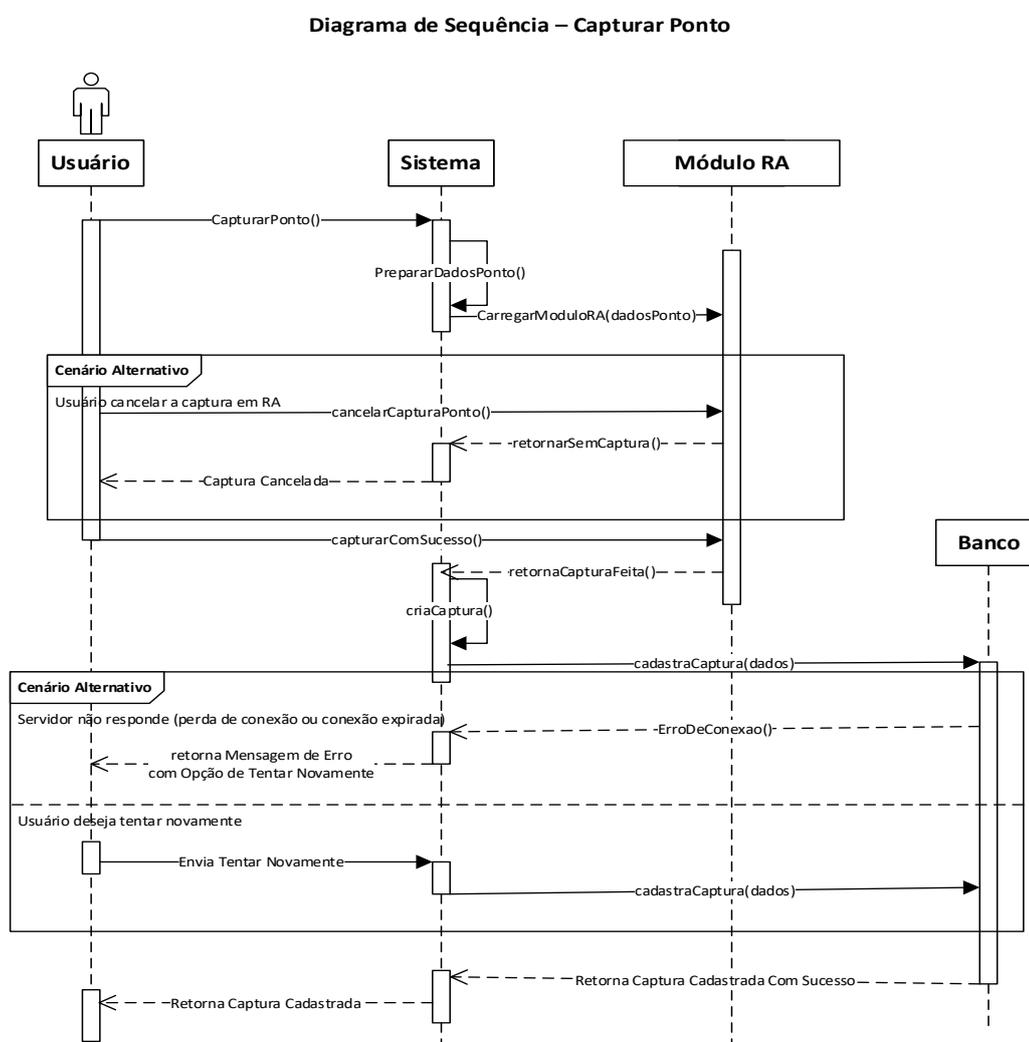


Figura 11: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Capturar Ponto”

5. PROTÓTIPO E AVALIAÇÃO DO HISTOUR

Neste capítulo o protótipo é descrito apresentando as ferramentas computacionais utilizadas, o funcionamento do protótipo implementado e a avaliação realizada.

5.1 Ferramentas e metodologias utilizadas

Para a confecção do protótipo, decidiu-se por priorizar a utilização de ferramentas prontas para soluções. A manipulação de mapas e posicionamento global, por exemplo, é suportada por dezenas de APIs diferentes, bastando escolher a que mais tem compatibilidade com o software alvo. Algumas soluções também estão disponíveis para o trabalho com Realidade Virtual/Aumentada/Mista, variando o grau de abstração do processo.

Entre as ferramentas disponíveis para desenvolvimento de software móvel, é inevitável a opção de uso da Unity. Cowan & Kapralos (2014) descrevem que, em número de resultados de busca, a Unity é a *engine/framework* mais utilizada na produção de jogos, desconsiderando a primeira colocada (Second Life) uma vez que não se tratam de jogos completos, mas sim de modificações, submissas às regras e limitações do jogo original. Foxman (2019) descreve a Unity como um exemplo de ferramenta favorável ao desenvolvimento de jogos dada a capacidade dela em ensinar e socializar desenvolvedores, sendo uma ferramenta popular para este propósito, entregando um grande rol de ferramentas que auxilia na criação de aplicações ricas em experiências 2D, 3D, além de RV e RA. Haas (2014) faz um resumo histórico da Unity descrevendo sua escalada evolutiva e os resultados dela, as premiações adquiridas pela ferramenta e o suporte a formatos externos e linguagens de *script*; suporte este que aumenta a cada dia, conforme novas tecnologias vão sendo desenvolvidas. A página *web* da Unity descreve hoje um suporte geral a dezessete grandes plataformas (Unity Multiplatform, 2023). O fato de ser uma solução grátis para uso pessoal traz como resultado uma grande comunidade de usuários, muito material de ajuda e uma ampla documentação. É, portanto, natural que a ferramenta seja adotada como a principal fonte de desenvolvimento do projeto.

Uma vez determinada a ferramenta de desenvolvimento principal, a busca por ferramentas secundárias visa encontrar módulos que facilitem a implementação dos elementos principais da aplicação: Mapas e Realidade Aumentada.

Em ampla pesquisa das ferramentas disponíveis com integração à Unity, comparando principalmente seus pontos de destaque e sua facilidade em produzir resultados, conclui-se que apenas quatro ferramentas se encontram no nível de maturidade necessário para uso em um projeto que empregue RA. Conforme a Tabela 6, é perceptível que utilizar tanto Vuforia quanto AR Foundation produziria resultados de forma satisfatória. No entanto, como o objetivo inicial é abstrair o máximo possível a codificação destes elementos, optou-se por executar o trabalho com a Vuforia, uma vez que a AR Foundation não possui compatibilidade completa de suas funções entre as plataformas suportadas, incluindo a função de rastreamento de objetos. A Tabela 6 apresenta dados da comparação entre ferramentas RA que estão disponíveis para a Unity: ARKit 6 (ARKit6, 2023), ARCore (ARCore, 2023), AR Foundation (AR Foundation, 2023) e Vuforia (Vuforia, 2023).

	ARKit 6	ARCore	AR Foundation	Vuforia
Plataformas Suportadas	Somente iOS	Múltiplas	Múltiplas	Múltiplas
Deteção de Objetos	Sim	Não	Sim	Sim
Suporte a diferentes dispositivos	Somente dispositivos iOS modernos (iPhone 6s ou superior, iPad Pro ou superior)	Nem todos, emulador disponível para teste um a um	Mesmo suporte que a Unity	Mesmo suporte que a Unity
Suporte considerável da comunidade	Sim	Sim	Sim	Sim
Complexidade de codificação	Média	Média	Média	Baixa
Custo	US\$ 99/ano	Grátis	Mesma precificação da Unity	Grátis com número limitado de processamentos

Tabela 6: comparação entre ferramentas RA disponíveis para a Unity

Uma análise semelhante foi executada entre ferramentas que disponibilizassem a manipulação e indexação de mapas e seus pontos geográficos. Inicialmente iria ser utilizada a ferramenta de Mapas do Google, porém esta já havia findado seu suporte a serviços externos

(Google Maps, 2023), e seu guia de transição possui uma curva de aprendizado grande. Sendo assim, duas ferramentas se destacam: o Mapbox (MapBox, 2023) e o ArcGIS (ArcGis, 2023). Foram feitos testes com ambas utilizando exemplos já prontos e, embora ambas apresentem resultados excelentes executando as mesmas tarefas, o Mapbox provou ser customizável de forma mais rápida de acordo com as necessidades da aplicação, além de conter um suporte comunitário maior. Ambas as ferramentas possuem limitações e critérios de precificação parecidos, sendo o limite gratuito do Mapbox virtualmente impossível de ser alcançado em termos de zona de teste com uma pequena quantidade de usuários, já que é justamente baseado em quantidade de usuários individuais mensais e este limite é de 25 mil usuários por mês.

O padrão de arquitetura de software escolhido para iniciar a codificação da aplicação se baseia no padrão MVC (Model-View-Controller). Olsson et al. (2015) observam, ao fazer uma pesquisa sobre aplicações da arquitetura MVC em jogos de variados gêneros, que a forma como o padrão é aplicado depende fortemente do tipo de jogo pretendido. A aplicação, portanto, objetiva seguir o padrão, por exemplo, como descrito por Freeman et al. (2021), adaptando a estrutura aos conceitos únicos, pertinentes ao desenvolvimento de um jogo.

O Mapbox instancia objetos pré-programados para a exibição do mapa e a informação da posição do dispositivo neste mapa, como pode ser visto na Figura 12. Também é preparado para gerenciar tráfego de dados em conexões intermitentes e pré-carregar fragmentos do mapa, de acordo com a direção que o dispositivo traça ao longo do tempo de uso. Uma implementação básica de marcadores no mapa é incluída, e foi modificada para atender aos objetivos do protótipo e carregar os dados específicos do ponto ao qual indica. A interface que rege a orientação da câmera também foi modificada para inicialmente seguir a posição do dispositivo e, sob um arrastar da tela, deixar de segui-lo para uma navegação livre, disponibilizando um botão na interface para que o usuário volte a seguir a posição do dispositivo quando desejar. Além disso, a rotação do mapa foi travada, uma vez que o Mapbox não rotaciona as informações textuais em seus mapas automaticamente, sendo necessário enviar uma nova requisição para o servidor e renderizar novamente todo o mapa próximo do dispositivo, aumentando o consumo de dados de forma considerável, caso o usuário deseje rotacionar o mapa em 90 graus, por exemplo. Para fins de orientação, um apontador em forma de bússola foi implementado ao redor do cursor que representa o dispositivo, apontando para a direção que coincide com a apontada pela parte traseira do aparelho.

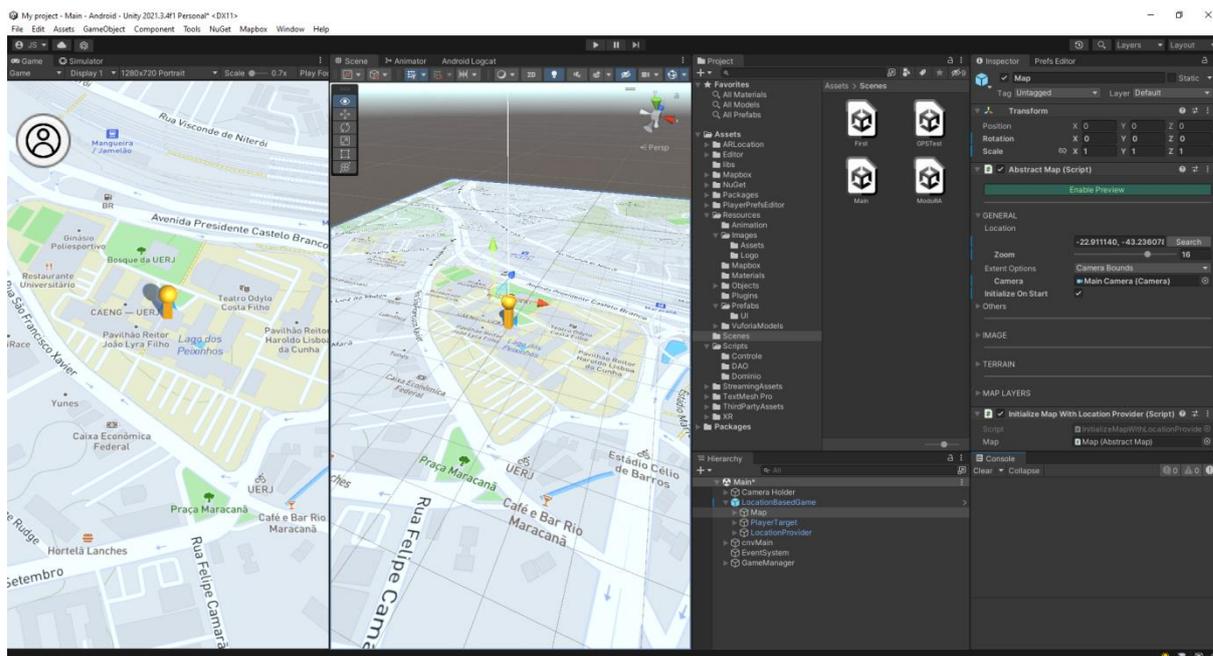


Figura 12: Ambiente de desenvolvimento da ferramenta Unity, com a ferramenta de mapas Mapbox implementada

Ao analisar as opções para gerenciamento de dados, uma vez que o banco de dados da aplicação necessariamente precisa ser hospedado na internet, optou-se pelo sistema de gerenciamento que fornecesse a resposta mais rápida possível, no que compete ao processamento, uma vez que é necessário lidar com a possibilidade de demora na comunicação, se realizado em um serviço de dados de telefonia móvel comum. Nesse contexto, Gudilin et al. (2023) fazem uma comparação entre os bancos de dados relacionais mais populares - PostgreSQL, MySQL e MS SQL – e seus resultados demonstram que, em todos os testes aos quais foram submetidos, o PostgreSQL obteve o tempo de resposta mais curto. Por isso, optou-se pelo PostgreSQL para gerenciar a comunicação com a aplicação.

O Vuforia é utilizado não apenas para o módulo de Realidade Aumentada, como também, para a detecção de objetos. A detecção desejada para a aplicação é o tipo de detecção de um objeto completo, a uma distância curta, de qualquer ângulo sob iluminação suficiente. A Biblioteca de Desenvolvimento do *framework* possui documentado um tipo de detecção que satisfaz os requisitos e é referida como *Model Target*. Ela utiliza metodologia proprietária e um passo a passo detalhado é oferecido para criar tais ambientes nas IDEs (Integrated Development Environment) as quais oferece suporte (Vuforia, 2023).

O primeiro passo para implementar um *Model Target* é possuir um objeto 3D do alvo. Para os alvos, foram criados modelos 3D a partir do processo de Fotogrametria, descrito por

Baqersad et al. (2016) como “uma técnica de medida utilizada para extrair a geometria, deslocamento e deformação de uma estrutura utilizando fotografias ou imagens digitais”.

Dado o acesso ainda bastante limitado a dispositivos equipados com câmeras estéreo (3D), que calculam a geometria de objetos através da captura visual de dois ângulos levemente diferentes simultaneamente (Hartley & Zisserman, 2004), e sensores LiDAR, que auxiliam na medição da geometria de objetos coletando dados de forma dedicada através de lasers infravermelhos (JENSEN, 2014), foi utilizado o método Structure-from-Motion (SfM) para capturar as imagens necessárias a fim de modelar o objeto 3D, método esse que extrai características a partir de um conjunto grande de imagens em sequência, tiradas de um mesmo objeto, em ângulos diferentes. São calculadas então as correspondências de pontos entre as imagens, triangulando a posição de cada ponto e construindo uma nuvem de pontos que formará a imagem em 3D (Westoby et al., 2012).

Em seguida, foram realizadas as capturas de imagens para o cadastro de sete monumentos, presentes no bairro Centro da cidade do Rio de Janeiro, tomando como preferência lugares bem movimentados e pouco ermos, dado o contexto de segurança percebida sob a manipulação de dispositivos eletrônicos em lugares públicos. Para o processamento Fotogramétrico foi utilizada a ferramenta *open source* Meshroom (Meshroom, 2023).

Na Figura 13 observa-se uma imagem, referente ao monumento da Estátua de Tiradentes, situado em frente ao prédio da ALERJ, que fez parte dos monumentos mapeados para a elaboração do protótipo. Tomando como exemplo, foram capturadas 58 imagens dele, enquanto era executada uma volta completa em torno dele, mantendo a distância mais uniforme possível. Para cada monumento, essa distância variou entre 2 e 10 metros, de acordo com o tamanho do alvo, de forma a ser distante apenas o suficiente para que cada um coubesse completamente nas imagens capturadas. Foram utilizadas apenas as lentes normais da câmera, evitando distorções comuns de lentes com formato grande angular, por exemplo. Da mesma forma, foi posteriormente capturado um vídeo que, no ato do processamento, foi seccionado, gerando outras 97 imagens, totalizando um banco de 155 imagens para este monumento. É possível ver o resultado em forma de objeto 3D na imagem da direita, assim como alguns detalhes – em forma de pontos esparsos no segundo plano – relativos ao ambiente no entorno do monumento, alguns erros de cálculo “sujando” o objeto 3D resultante e, por fim, a posição da câmera – cada um dos retângulos brancos – no momento da captura de cada uma das imagens, que foi utilizada no processamento do monumento.

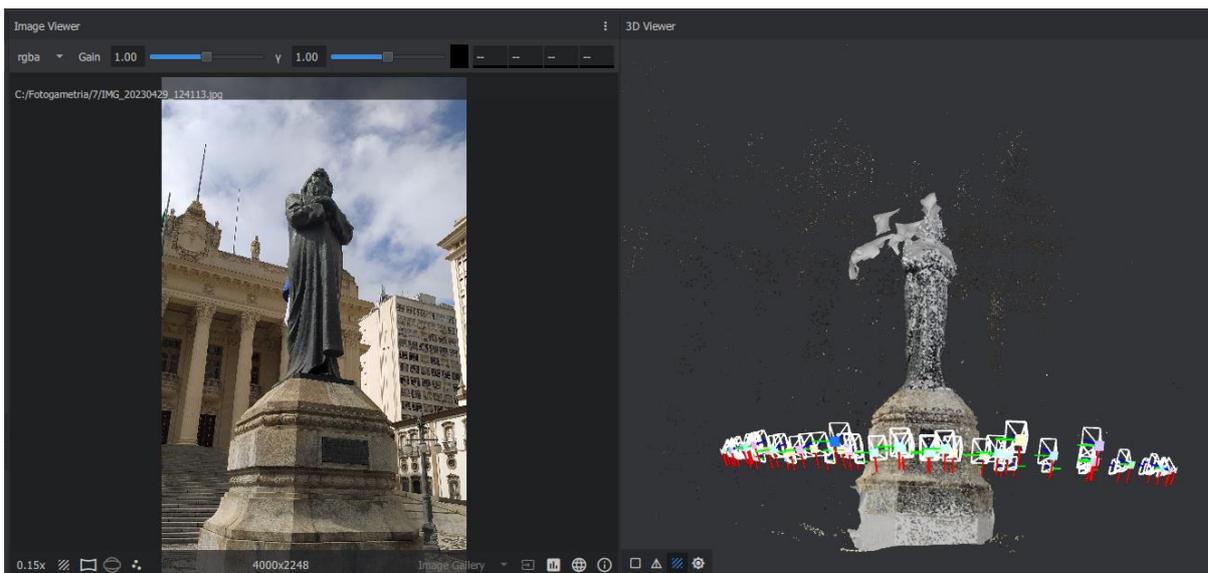


Figura 13: Referência e Resultado do processamento fotogramétrico da Estátua de Tiradentes

O objeto resultante é exportado em formato Wavefront OBJ, que passa então por um processo de limpeza em software de modelagem 3D (Figura 14). O software escolhido para esta tarefa foi o Blender, também *open source*. A limpeza é feita por meio da seleção e exclusão de vértices e faces, e inclusão de faces em locais que as imagens não tenham possibilitado uma geração de superfície correta.

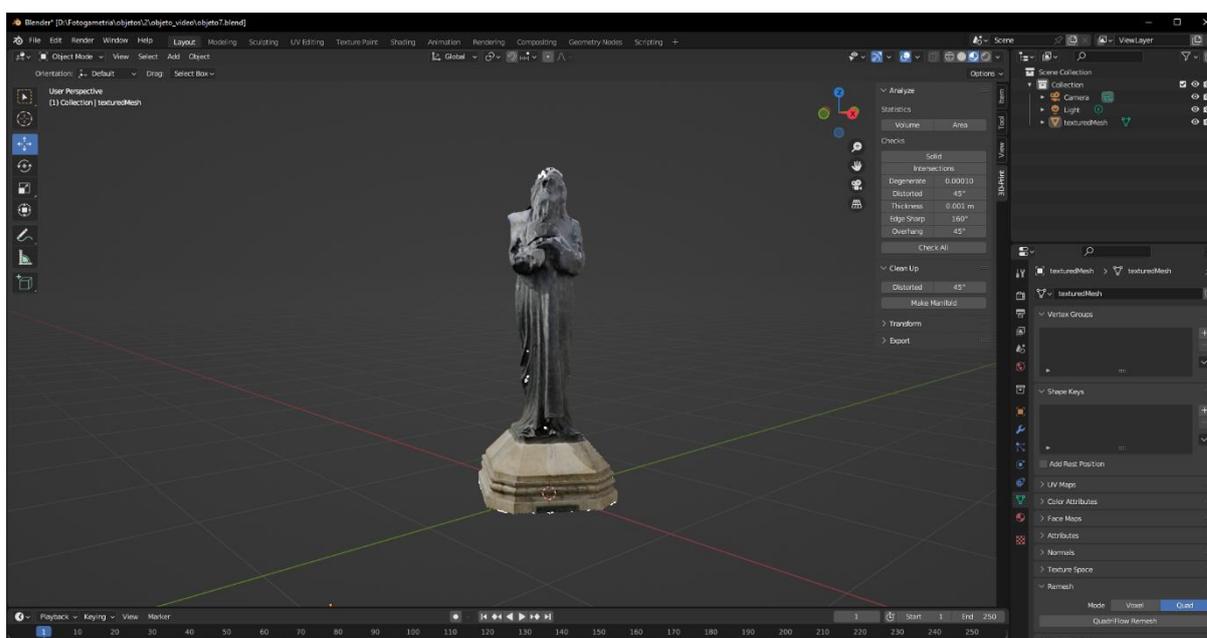


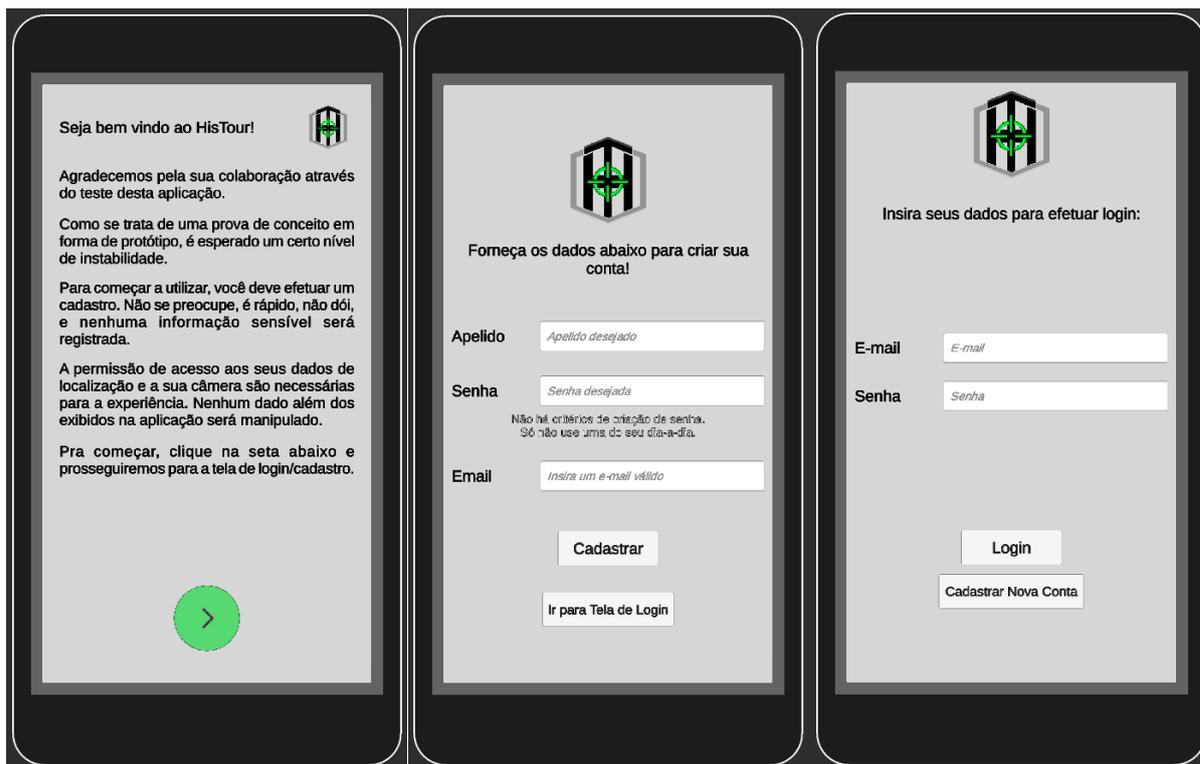
Figura 14: Objeto 3D já otimizado para ser utilizado com o Vuforia

Após a etapa de limpeza do objeto 3D, ainda resta a criação do objeto *Model Target*, executada pelo software Model Target Generator, disponibilizado pelo próprio Vuforia. O uso gratuito da ferramenta inclui o processamento de dez modelos, o que, para fins de construção de protótipo, é uma quantidade suficiente de detecções. Os sete objetos, que possuem proporção muito próxima ao tamanho real dos monumentos, foram então inseridos nessa aplicação e configurados para detecção em 360 graus. Em seguida, ocorre um processamento em nuvem das características dos objetos. Este processamento durou cerca de dez horas e o resultado é um arquivo no formato *unityengine*. Este arquivo está pronto para ser importado diretamente para a Unity, contendo os dados necessários para serem utilizados com objetos do tipo *Model Target*.

O desenvolvimento da aplicação pôde ser plenamente iniciado após a importação e o teste com sucesso de ambos os *frameworks*, Mapbox e Vuforia, e a implementação do banco de dados *online* integrados com Unity na biblioteca Npgsql. Esse desenvolvimento teve como base a modelagem descrita no Capítulo 4.

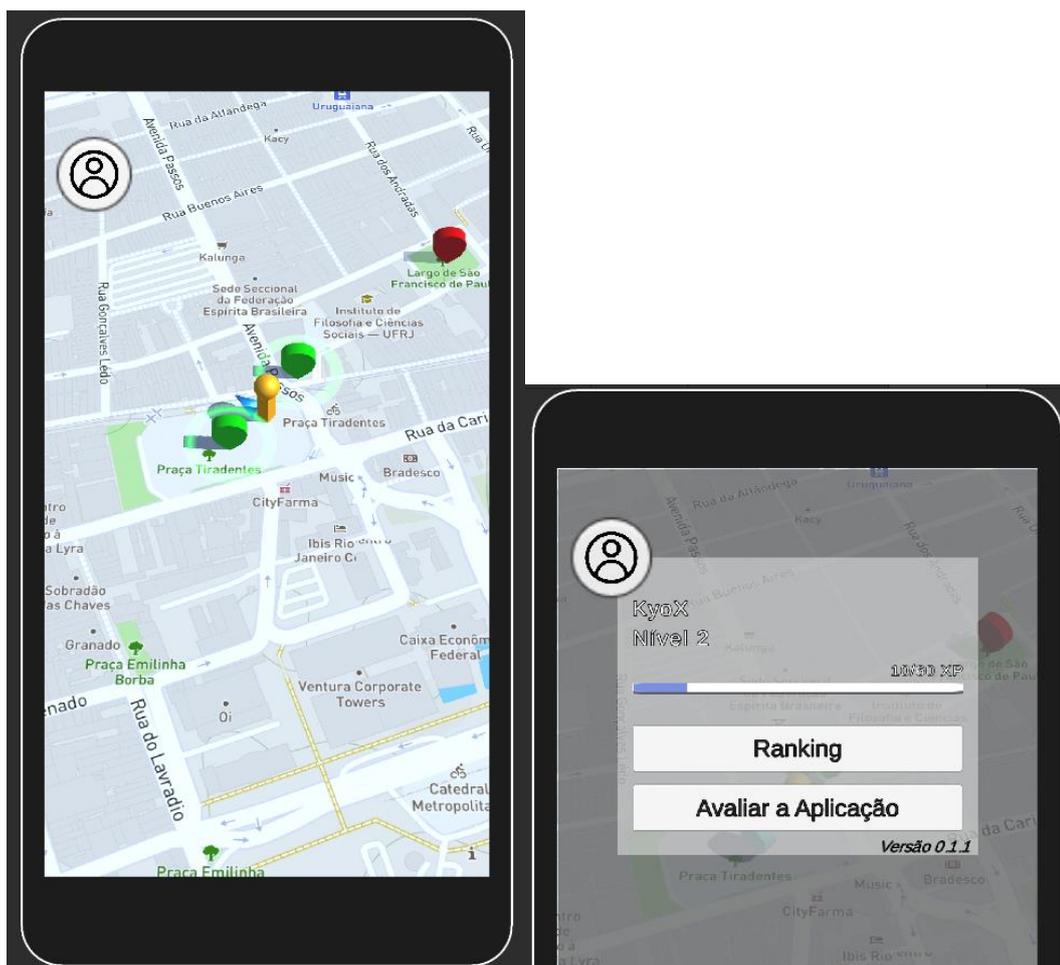
5.2 O protótipo

A aplicação inicia pela primeira vez com informações básicas de boas-vindas (Figuras 15), seguida de um formulário de cadastro simples (Figura 16), que possibilita um usuário previamente cadastrado a alterná-lo para um formulário de *Login*, o mesmo que é apresentado após um cadastro concluído com sucesso (Figura 17). Uma vez efetuado o *Login* corretamente, os dados da sessão são salvos localmente, para que o usuário possa efetuar um *login* rápido nas próximas sessões.



Figuras 15, 16 e 17: Telas, respectivamente, de Boas vindas, Criação de Conta e *Login*

Progredindo o aplicativo apresenta ao usuário a tela principal (Figuras 18), em que permite a execução da maior parte das ações. O pino dourado ao centro representa o jogador, posicionado no mapa em ponto geográfico referente à posição atual do dispositivo. Ao seu redor podem existir ‘Pontos de Interesse’, caso esteja em um lugar com ‘Pontos cadastrados’. No topo superior esquerdo, um botão apresenta um menu de contexto (Figura 19) contendo os dados de progressão do jogador, bem como, a possibilidade de consultar sua posição no *Ranking* de jogadores, e efetuar, em formulário disponível via Google Forms (e também no Apêndice D), a avaliação do aplicativo, conforme descrito na seção 5.3. Este menu também é utilizado para informar o versionamento da aplicação, informação útil nas fases de testes. O usuário pode também deslizar o dedo pelo mapa para verificar livremente os arredores, que não estão presentes na área apresentada em tela. Neste modo, o usuário tem disponível um botão no canto inferior esquerdo que interrompe a navegação livre e o posiciona novamente no lugar onde o pino está.



Figuras 18 e 19: Tela principal da aplicação e Menu de Contexto expandido

Cada Ponto de Interesse (PDI), representado pelos marcadores implementados, possui uma janela de interação que é exibida toda vez que o usuário clica sobre o respectivo marcador. Ela traz as informações do PDI de acordo com o *status* dele no progresso do usuário, indicado inicialmente pela cor do marcador conforme Figura 20.

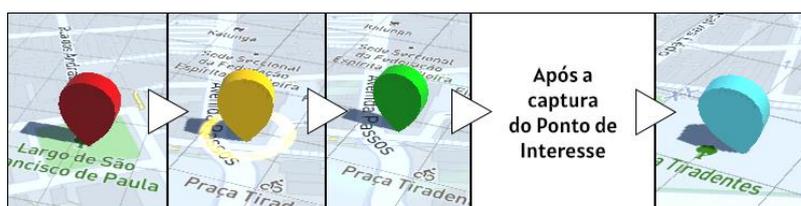


Figura 20: Estados dos Pontos de Interesse

O PDI apresenta a cor vermelha quando sua distância, traduzida para a distância real que o mapa representa, se encontra completamente fora das proximidades do dispositivo. Na cor amarela, o PDI se encontra próximo, mas não o suficiente para que possa ser executada uma interação correta com o módulo de Realidade Aumentada. Na cor verde, a distância é suficiente para que a interação possa ocorrer com sucesso. Nos dois primeiros estados, ao clicar sobre o PDI, uma janela informando sobre a proximidade insuficiente é exibida. No terceiro estado, é disponibilizado um botão para alternar para o módulo de RA. Em um quarto estado, disponível para o PDI apenas após a captura com sucesso, a cor deste torna-se azul e, independente da distância, a janela informativa traz dados sobre o PDI e as demais formas de interação disponíveis (Figura 21).



Figura 21: Janelas de informação dos PDI quando, respectivamente, nas cores vermelho/amarelo, azul e verde

O comando de captura iniciado no *status* verde carrega a interface do módulo de RA, inicializando o modelo correspondente ao PDI clicado, e disponibilizando a câmera para enquadramento do objeto real correspondente. Uma vez enquadrado e reconhecido, a aplicação sinaliza uma captura de sucesso, por meio de uma seta projetada sobre o monumento, além de quadros contendo imagens históricas no torno dele, como a Figura 22 ilustra. O usuário pode, enquanto neste modo, caminhar em torno do monumento para visualizar as características aumentadas de perto. Enquanto neste estado, a aplicação exibe um botão “Confirmar”, o qual deve ser clicado para que a captura seja efetuada e contabilizada.

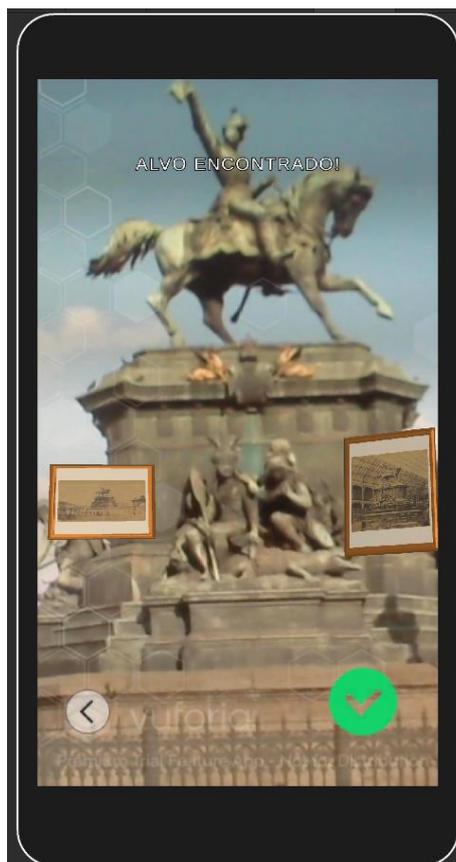


Figura 22: exemplo de captura detectada com sucesso e projeções de RA

Um PDI cujo monumento foi detectado com sucesso passa a exibir em sua janela de informação as interações disponíveis para aquele local. Categorizadas entre Info, Recordar e Desafio, as interações contêm, respectivamente:

- **Info:** breve informação sobre o Ponto de Interesse, além do histórico da captura;
- **Recordar:** bolhas de informação, cuja quantidade varia de acordo com o PDI, cada uma contendo um dado importante sobre o referido monumento;
- **Desafio:** um teste sobre o monumento, utilizando todas ou algumas das informações disponibilizadas nas categorias anteriores.

Cada um dos itens presentes na categoria Recordar pode ser avaliado com um recurso de votação, presente na Figura 23 durante a visualização de uma recordação do tipo texto: muitos votos positivos garantem ao item uma posição de destaque no menu e mais pontos de experiência. Entretanto, muitos votos negativos trazem ao item o *status* de “em revisão”, durante o qual deve ser submetido à revisão pela equipe de administradores, com o propósito de avaliar se a informação contém dados datados, sensíveis ou falsos. Por meio destes

elementos, procura-se incentivar a Cooperação entre os jogadores para a constante manutenção dos dados da plataforma.



Figura 23: exemplo de informação com recurso de votação

Os itens presentes na categoria Desafio são testes individuais, de múltipla escolha, utilizando uma ou mais informações sobre o monumento em questão, podendo envolver outros monumentos previamente capturados pelo usuário. O usuário é livre para tentar quantas vezes desejar, mas só pode acertar a pergunta e coletar os pontos correspondentes ao teste uma só vez. Um exemplo do teste se encontra na Figura 24.

Os pontos de experiência, nomeados pela sigla XP podem ser conferidos a qualquer momento a partir da tela principal e tem o objetivo de incentivar não apenas a competitividade entre os jogadores, como também o exercício da atividade de exploração de retratos da história da cidade, em forma de monumentos históricos, que estão por toda parte. Praticamente qualquer atividade relacionada a interação com PDIs recompensa o usuário com pontos de experiência: desde a captura em si até a leitura das Recordações, assim como a avaliação delas.

O modo administrativo é apresentado como uma série de formulários simples que permite a um usuário previamente cadastrado como Administrador executar manutenção sobre os PDIs existentes, bem como cada item que o compõe, além de poder inserir novos PDIs.

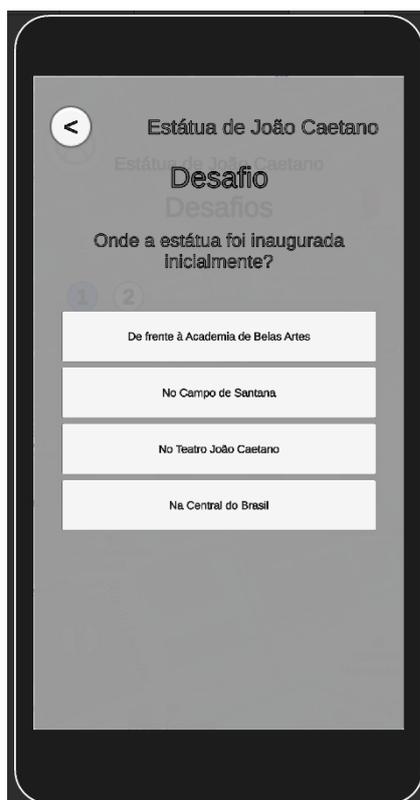


Figura 24: exemplo de um teste sendo executado

5.3 Avaliação

A avaliação do aplicativo tem como objetivo avaliar a aceitação da tecnologia, considerando questões relativas ao uso das tecnologias móveis, posicionamento global, Realidade Aumentada e gamificação na condução de aprendizado sobre Herança Cultural.

Na literatura existem normas e escalas de avaliação de qualidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2023), de usabilidade (BANGOR, 2008) e de observação controlada (PREECE, 2002). Cada uma delas apresenta diferentes graus de complexidade na aplicação das avaliações. Entretanto, todos esses apresentam questões

relacionadas à percepção do desempenho do usuário no uso do software e sua opinião em relação à interface e à comunicação, mas com poucas possibilidades do usuário indicar a aceitação do conjunto de práticas propostas no produto e do seu desejo de utilizá-lo.

Para avaliar esse primeiro protótipo do HisTour adotou-se o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM-Technology Acceptance Model) (DAVIS, BAGOZZI, WARSHAW, 1989), por ser uma metodologia predominante para verificar a aceitação de tecnologias de informação (GROVER et al., 2019).

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), proposto por DAVIS (1989) está baseado nas variáveis: Facilidade de uso percebida e Utilidade percebida além da atitude que exprime o desejo do usuário de utilizar o sistema. Essas duas dimensões influenciam a intenção do usuário em usar o sistema. “Ele examina o papel mediador da facilidade de uso percebida e da utilidade percebida em sua relação entre as características do sistema (variáveis externas) e a probabilidade de uso do sistema (um indicador de sucesso do sistema)” (LEGRIS, INGHAM, COLLERETTE, 2003). Nesse caso, as duas dimensões podem ser definidas por: i) Utilidade percebida de uso – É o grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema pode ajudá-la a ganhar algo; b) Facilidade percebida de uso - É o grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema não vai demandar grandes esforços para a sua utilização.

O modelo TAM considera 5 Dimensões com métricas associadas a:

- Utilidade Percebida (UP): representa a capacidade de “fazer usuários de dispositivos móveis acreditarem que o aplicativo é relevante em promover a disseminação de aspectos culturais originários de monumentos históricos na cidade do Rio de Janeiro”;
- Percepção de facilidade de uso (PFU): representa o quanto “um usuário acredita que a aplicação é capaz de manter curta a própria curva de aprendizado necessária para a plena manipulação dela”;
- Atitude relacionada (AR): representa o quanto “um indivíduo acredita que o aplicativo vale a pena ser usado regularmente;
- Intenção comportamental de uso (ICU): representa o “comportamento do usuário enquanto efetua a utilização do aplicativo”;
- Uso em si (U): representa o quanto o “usuário se encontra satisfeito com o uso e os resultados adquiridos a partir do aplicativo”.

Assim sendo, foi realizada uma avaliação com os usuários, utilizando a metodologia TAM. Os participantes do experimento são pessoas com habilidades no uso de *smartphones*. Após usar o sistema, eles responderam um questionário que está apresentado no Apêndice D.

Para respostas do questionário foram utilizadas afirmações em níveis na escala de Likert: (1) Discordo plenamente, (2) Discordo, (3) Nem concordo nem discordo; (4) Concordo, (5) Concordo plenamente.

Foi utilizado o método Bola de Neve (VINUTO, 2014) para contatar as pessoas da pesquisa, tendo a origem a rede social dos pesquisadores e depois, cada participante encaminhou a pesquisa para mais pessoas de sua relação pessoal ou profissional, expandindo a amostra. As pessoas incluídas na pesquisa após aceitarem a participação receberam as instruções de uso iniciais da aplicação por *e-mail* ou mensagem. Após o uso do aplicativo preencheram o formulário eletrônico de forma anônima (Apêndice C).

5.3.1 Análise dos Resultados

Com o aumento na quantidade de sistemas de informação, é crescente a necessidade de se verificar a sua utilidade, facilidade de uso e intenção de utilizá-lo. O Modelo TAM tem dimensões que são passíveis de serem utilizadas para verificar essas questões. Nesse sentido, a avaliação do HisTour visou perceber algumas questões relacionadas a sua utilidade e facilidade de uso. As seguintes questões são analisadas a partir das respostas dos participantes da pesquisa:

QP1: O quão o aplicativo HisTour é capaz de mobilizar um usuário comum de dispositivo móvel a interagir com os monumentos históricos de sua cidade?

QP2: O quão fácil é a operação do aplicativo HisTour no contexto de uma pessoa minimamente familiarizada com um dispositivo móvel?

QP3: O quão eficiente é o aplicativo HisTour em despertar a iniciativa de explorar ambientes em um usuário de dispositivo móvel?

QP4: O quão motivados os usuários ficam ao efetuar uso do aplicativo HisTour?

QP5: O quão satisfeitos estão os usuários com o uso do aplicativo HisTour?

Em um primeiro momento foi realizado um teste-piloto com duas pessoas, que utilizaram o sistema em todos os pontos com monumentos cadastrados e forneceram opiniões, que foram essenciais para realizar alterações no sistema. As sugestões foram discutidas e

foram realizadas alterações na interface de cadastramento, tamanho de letra e posicionamento de informações. Após a alterações desses itens, o software pode ser avaliado por um maior número de pessoas.

A avaliação foi realizada em duas etapas. Na primeira, o usuário fez um cadastro inicial contendo seu *e-mail* e um nome. Em seguida, recebeu instruções iniciais sobre como usar a aplicação na prática.

Atualmente, a aplicação possui cadastro de sete monumentos específicos localizados no bairro do Centro, na cidade do Rio de Janeiro, em pontos comumente turísticos e de fácil acesso ao usuário. O usuário é livre para se locomover a todos os pontos, e o objetivo desta etapa é submetê-lo à experiência completa por pelo menos uma vez.

Ao finalizar a experiência com o aplicativo, os 6 participantes puderam preencher o formulário.

Os participantes têm idades que variam de 28 a 56 anos tendo uma média de 39 anos (Figura 25), todos com graduação e 4 deles, com pós-graduação; metade é do sexo feminino, sendo que 4 trabalham com Tecnologia da Informação e 2 na área de administração pública.

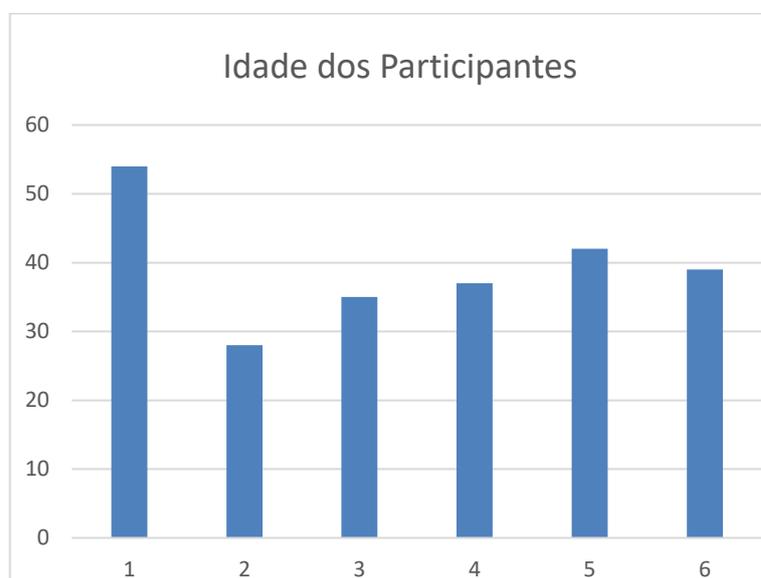


Figura 25: Idade dos Participantes

As respostas dos formulários estão apresentadas em formato de gráficos, disponíveis nas Figuras 26, 27, 28, 29 e 30.

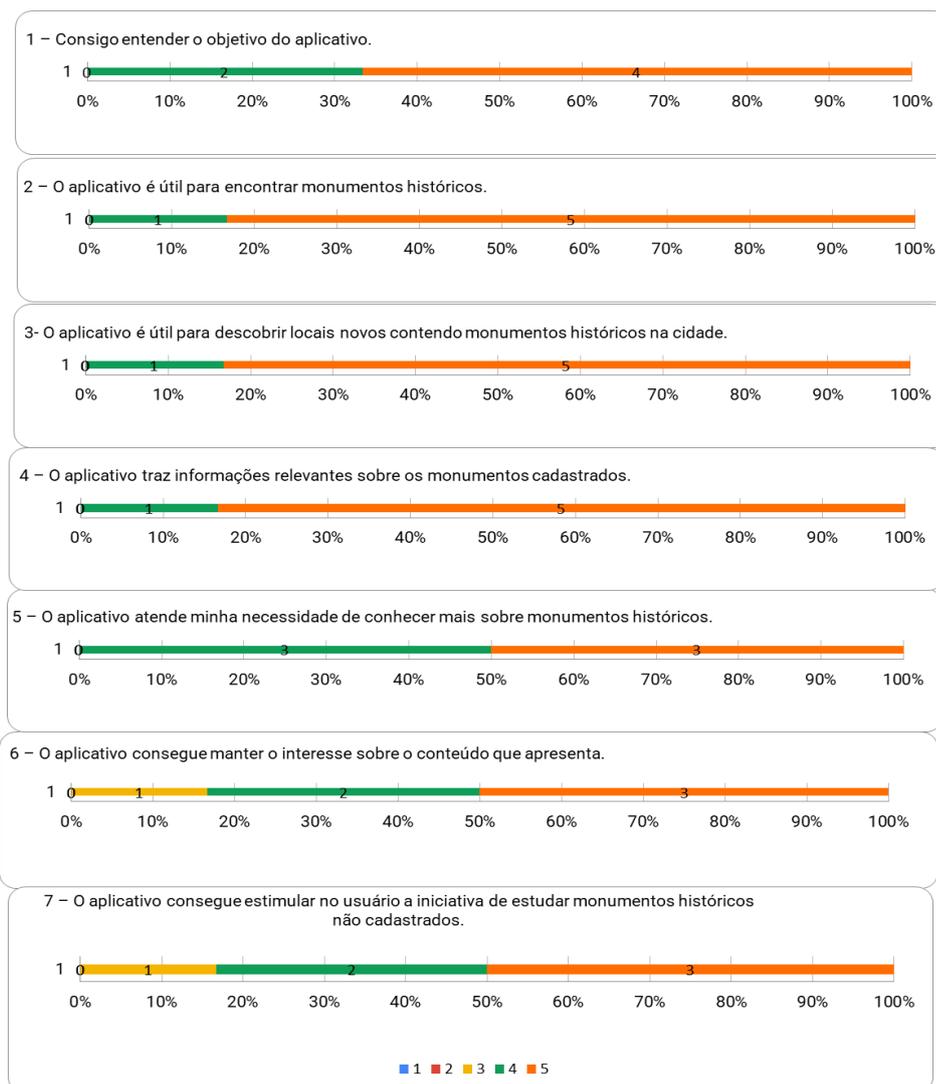


Figura 26: Respostas relativa à Dimensão 1 - Utilidade Percebida

Em relação a Dimensão Utilidade Percebida (Figura 26) no caso da questão 1 sobre entendimento do HisTour todos os participantes concordam que entenderam o objetivo do aplicativo. As respostas das questões 2, 3 e 4 desta dimensão fornecem elementos essenciais para se observar o grau de percepção de utilidade do aplicativo. Neste caso, 5 participantes concordaram plenamente na percepção do potencial do sistema para encontrar novos monumentos, novos locais com monumentos e que o aplicativo forneceu informações relevantes sobre os monumentos. Além disso todos os participantes consideram que HisTour atende as necessidades de conhecimento (questão 5).

A percepção do potencial de manutenção do interesse nesse assunto, assim como geração de estímulos limitados na iniciativa de busca de monumentos não cadastrados tem

resposta que maioria concorda, entretanto, um participante se sente neutro em relação a esses critérios.

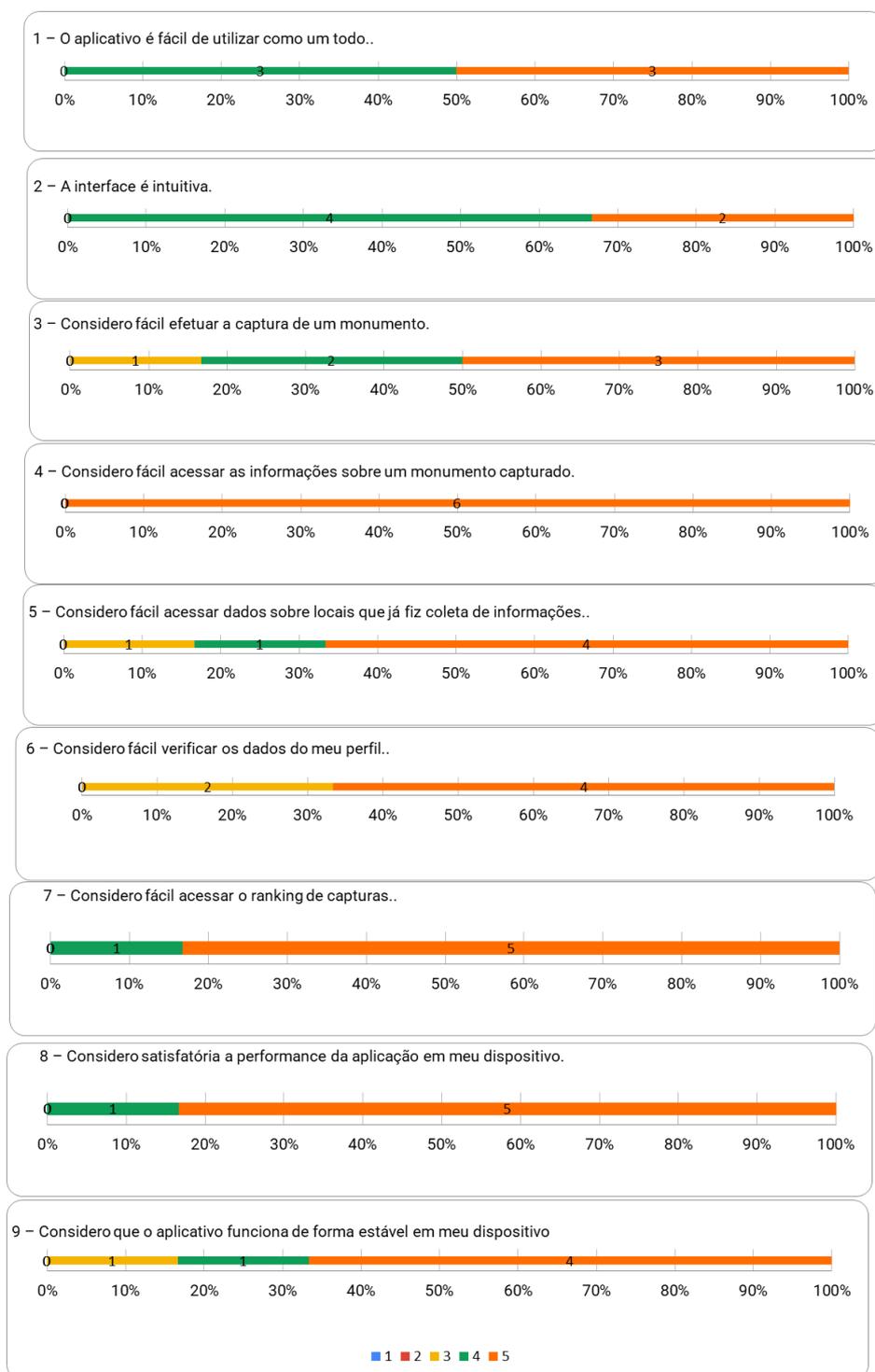


Figura 27: Respostas relativa à Dimensão 2 - Facilidade de Uso Percebida

A Facilidade de Uso (Figura 27) pode ser percebida principalmente, pelas questões 1, 2, 3 e 4. No caso de facilidade de utilização, 50% concordaram plenamente e 50% concordaram com a facilidade de uso. A intuitividade da interface também teve alta concordância, com 4 participantes concordando, enquanto o acesso às informações sobre o monumento foi o ponto alto, com 100% dos participantes concordando plenamente com a facilidade de acesso ao conteúdo apresentado.

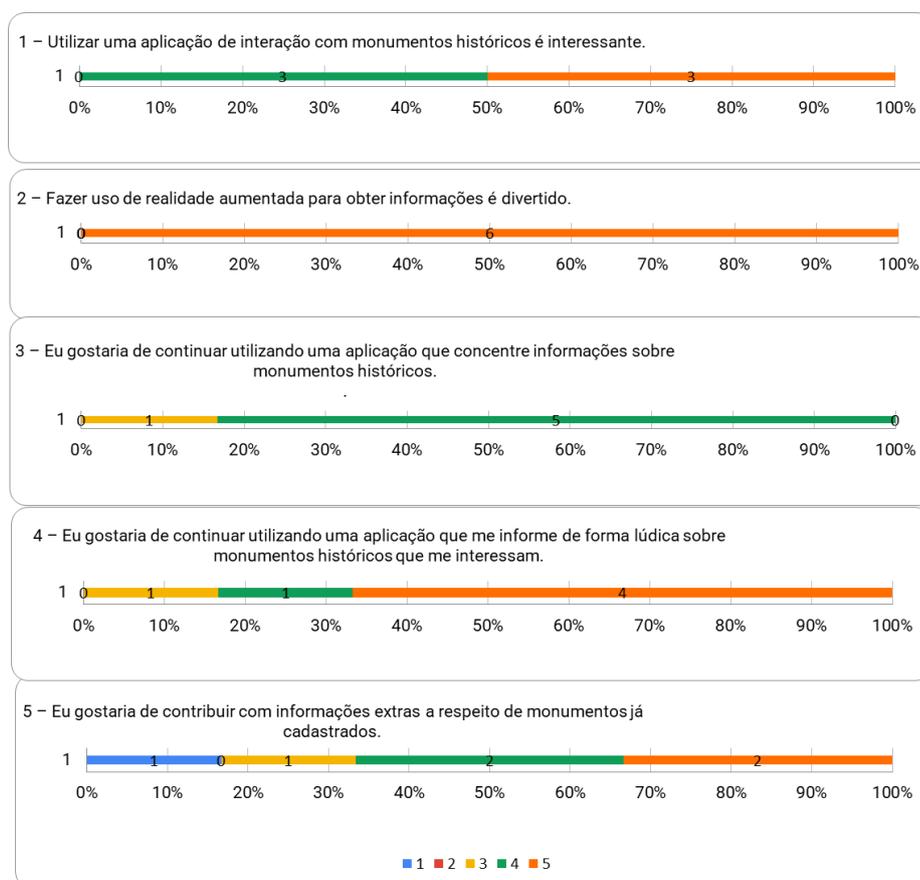


Figura 28: Respostas relativa à Dimensão 3 - Intenção de Uso

Na intenção de uso (Figura 28) a maioria dos participantes considera divertido o uso de RA (questão 2) e todos concordam que uma aplicação desse tipo é interessante (questão 1). Em termos de continuar utilizando a aplicação sobre monumentos históricos a maioria concorda, entretanto, uma pessoa é neutra. Em termos da aplicação ser lúdica a maioria concorda plenamente e uma pessoa só concorda e outra é neutra. Em termos de contribuição futuras mais da metade concorda ou concorda plenamente, mas 1 pessoa discorda e outra é neutra.

A intenção de continuar usando o aplicativo (Dimensão 4- Figura 29) como forma de se informar sobre monumentos históricos ainda é alta, mas um usuário mostrou menos interesse em continuar esse uso.

O interesse na gamificação também se mostra mais fraco, com um participante colocando que não tem interesse em participar da competição com outros usuários. Mas, todos concordaram em usar a aplicação para distribuir o conhecimento adquirido.

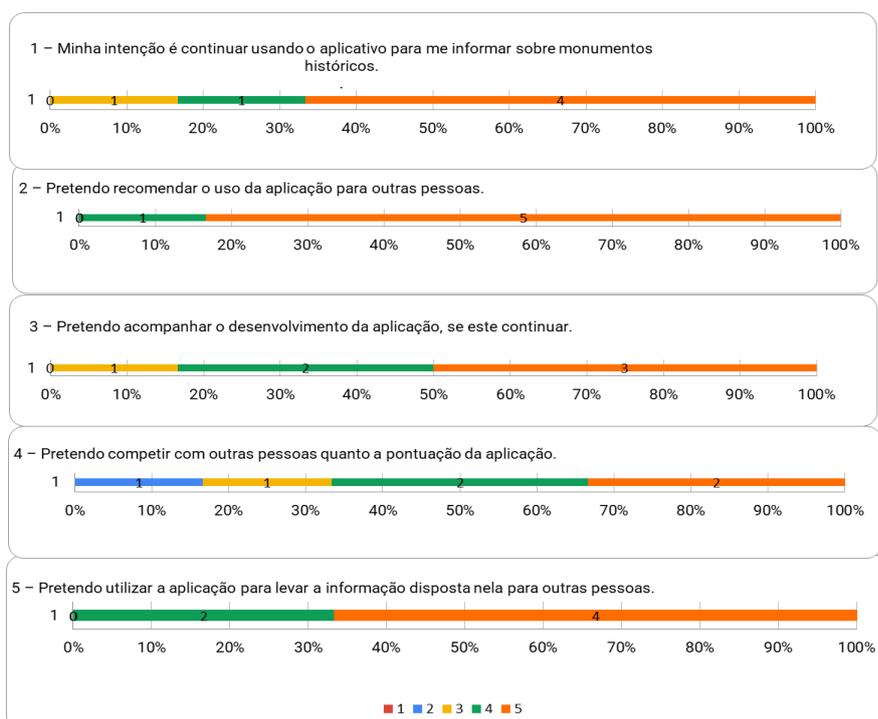


Figura 29: Respostas relativas à Dimensão 4 - Comportamento na Intenção de Uso

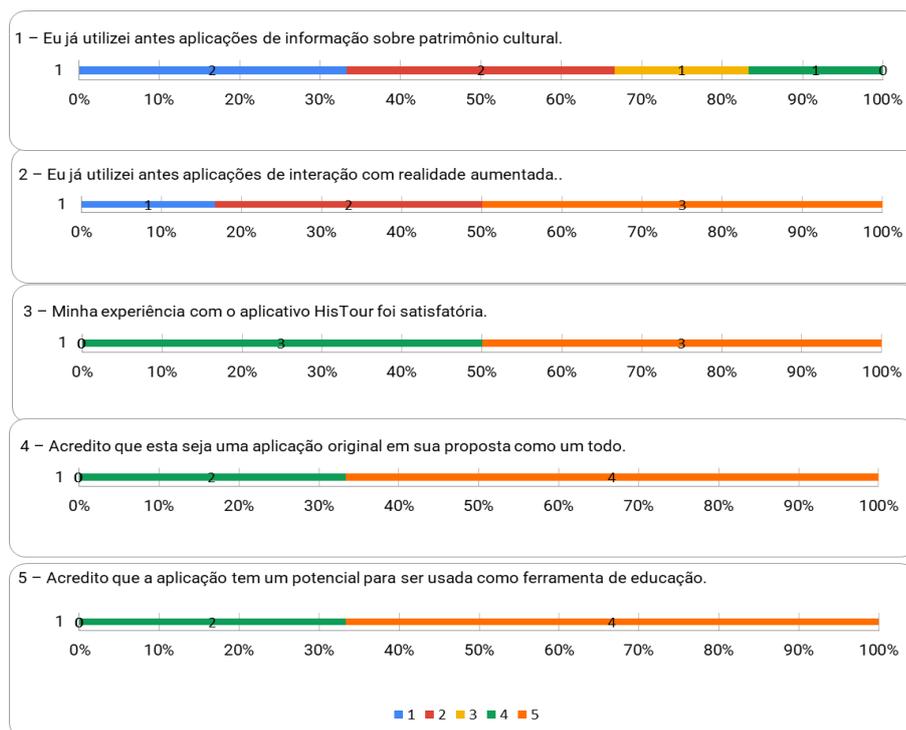


Figura 30: Respostas relativa à Dimensão 5 – Uso Real

Os gráficos da quinta dimensão (Figura 30) ressaltaram que aplicações semelhantes ao HisTour não são conhecidas dos participantes, apesar de 50% dos participantes já terem usado aplicações de RA. Todos concordaram/concordaram plenamente que a aplicação é original, que a experiência foi satisfatória e que o aplicativo tem potencial para ser usado na educação.

A partir das respostas dos instrumentos podemos responder às questões de pesquisa mencionadas:

QP1: O quão o aplicativo HisTour é capaz de mobilizar um usuário comum de dispositivo móvel a interagir com os monumentos históricos de sua cidade?

A partir das respostas da dimensão 3 podemos perceber que os usuários têm pouca resistência no uso de aplicativos desse perfil, mas pouco interesse em contribuir. Entretanto, confirmam a utilidade percebida e facilidade de uso nas respostas das Dimensões 1 e 2, mostrando que o aplicativo gera interesse e é considerado fácil de usar.

QP2: O quão fácil é a operação do aplicativo HisTour no contexto de uma pessoa minimamente familiarizada com um dispositivo móvel?

Fazendo a correlação das respostas da Dimensão 2 com a Dimensão 5, observa-se que os participantes têm experiência no uso de novas tecnologias e que consideraram fácil o uso do aplicativo.

QP3: O quão eficiente é o aplicativo HisTour em despertar a iniciativa de explorar ambientes em um usuário de dispositivo móvel?

Esta questão pode ser respondida considerando-se a dimensão 4 e a questão 3 da Dimensão 5 e as questões 3 e 4 da dimensão 3. Neste caso, observa-se que os usuários têm interesse em acompanhar o desenvolvimento futuro da aplicação, considerando a utilização do protótipo como sendo satisfatória e que a maioria tem interesse em usar aplicações que distribuam conhecimentos sobre monumentos históricos.

QP4: O quão motivados os usuários ficam ao usar o aplicativo HisTour?

A motivação pode ser percebida na Dimensão 3, pelo interesse em continuar utilizando aplicativos de distribuição de informações sobre monumentos históricos e por julgá-la interessante e por recomendar o uso para outras pessoas (questão 2, dimensão 4).

QP5: O quão satisfeitos estão os usuários com o uso do aplicativo HisTour?

As respostas das dimensões 1 apresentam alto grau de percepção de utilidade e as respostas da dimensão 4 mostram interesse em continuar a usar a aplicação. Logo, combinando essas respostas, podemos observar que o sistema gerou satisfação em seu uso.

As ameaças à validade da pesquisa, está principalmente pelo pequeno número de participantes, no entanto, se for considerado o perfil da amostra, em que nem todos tem interesse por História da cidade onde moram pode ser considerado que era um número razoável, principalmente pela dificuldade das pessoas se submeterem a testar um aplicativo *outdoor* numa cidade violenta como Rio de Janeiro.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma combinação tecnológica de baixo custo para o desenvolvimento de uma aplicação direcionada a interações dinâmicas entre a sociedade e o patrimônio histórico e cultural explorando soluções tecnológicas agregadas ao conceito lúdico de gamificação.

Nesse caso, a partir dos resultados de um Mapeamento Sistemático, foram identificados os requisitos do sistema, realizada a modelagem e construído um protótipo. O Mapeamento Sistemático trouxe uma visão ampliada acerca das pesquisas realizadas nas áreas de apoio deste trabalho, apresentando diferentes execuções para objetivos distintos e clarificando quais funcionam de forma apropriada e quais ainda carecem de amadurecimento.

Para atingirmos esse objetivo, foi definido o uso de tecnologia de posicionamento global, em conjunto com uma base de dados de monumentos e suas características dispostos em suas respectivas localizações em um mapa. O uso de realidade aumentada possibilita associar de forma direta os conhecimentos históricos a cada monumento, estimulando o acesso a essas informações no tempo real em que a visita é realizada. Para tornar essa experiência mais lúdica, foram incorporadas estratégias de gamificação, para distribuir dados de forma mais motivadora. Há ainda, a participação dos usuários no processo reconhecimento e validação das informações fornecidas, em um processo cooperativo de construção do conhecimento.

O protótipo, denominado HisTour, foi construído utilizando tecnologias gratuitas, ou de código aberto. E foi necessário acessar bases de conhecimentos históricos para associá-los aos monumentos cadastrados. O protótipo também apresentou características importantes como, capacidade de reconhecer os monumentos em tempo real, capturando sua imagem a partir de qualquer posição da câmera e projeção de dados sobrepostos ao monumento escaneado, explorando a tecnologia de Realidade Aumentada. O aplicativo tem ainda, aspectos de gamificação, para torná-lo mais atrativo.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa e a avaliação do protótipo foi aprovada para ser realizada com participantes contatados a partir da técnica de Bola de Neve.

Diferentemente da maior parte dos trabalhos citados no mapeamento da literatura, o HisTour, foi testado e avaliado por 6 pessoas e obteve pontuações elevadas quanto à satisfação do usuário e à facilidade de uso. Em relação ao número de participantes na avaliação do sistema, Nielsen (2000) ressalta que uma amostra de pelo menos 5 participantes

permite identificar a maior parte de problemas de qualidade de um sistema, considerando diferentes dimensões. Neste caso, foi possível identificar uma boa aceitação da tecnologia explorada no HisTour.

Como contribuições este trabalho apresentou uma integração de tecnologias gratuitas/livres para construir um sistema que realiza a identificação do posicionamento do usuário, identifica monumentos históricos e distribui conhecimentos históricos sobre ele.

A maior dificuldade encontrada durante o desenvolvimento deste trabalho foi a integração das várias tecnologias de software, que por serem gratuitas, têm limitações de uso. Durante as etapas de prototipagem, em vários momentos, foi necessário buscar alternativas de programação para que fosse evitado o uso de componentes de software pagos, principalmente no caso da tecnologia de Realidade Aumentada. Em relação ao processo de avaliação de uso do HisTour, uma das dificuldades relaciona-se ao uso do *smartphone* em áreas públicas do centro da cidade. Outro aspecto a ser ressaltado é o alto tempo de processamento dos monumentos capturados, para que depois possam ser reconhecidos pelo software.

Corroborando as colocações de Vlachos et al. (2022), percebeu-se falta de acurácia no posicionamento do GPS em alguns momentos, o que dificultou o processo de reconhecimento dos monumentos. Neste caso, foram feitas otimizações no algoritmo da API, inicialmente muito sensível à alternância de dados GPS, para que a aplicação permanecesse mais estável que nos estágios iniciais de implementação.

Em relação às possibilidades de distribuição de conhecimentos associados à herança cultural, consideramos que este trabalho abre perspectivas de pensar o patrimônio histórico-cultural como indutor do conhecimento histórico e como um instrumento de ensino-aprendizagem, de acordo com as colocações de Zarbato et al. (2019). Consideramos ainda, que não há menção a trabalhos semelhantes realizados com os monumentos da cidade do Rio de Janeiro.

Como ameaças à validade, ressaltamos o baixo número de monumentos cadastrados no sistema e que foram utilizadas nos testes, que podem não ter sido suficientes para avaliar o potencial de distribuição do conhecimento do sistema. Nesse contexto destacamos ainda, o pequeno número de participantes na pesquisa e o uso de uma única escala de avaliação.

Como trabalhos futuros pretende-se cadastrar mais monumentos. Outra evolução, a ser implementada no sistema HisTour, seria a adição de um módulo de cadastramento desses monumentos para que o administrador possa incluir os monumentos e as informações associadas, de maneira mais fácil.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. R. e ARAÚJO JR, C. *O Uso de Dispositivos Móveis no Contexto Educativo: Análise de Teses e Dissertações Nacionais*. Revista Tempos e Espaços em Educação, Vol. 6, N. 11. p. 25 - 36. 2013.
- ALMENTERO, E. *Re-engenharia do software C&L para plataforma Lua-Kepler utilizando princípios de transparência*. Tese de Doutorado. Master Thesis, PUC-Rio, Brazil. 2009.
- AMATO, A. et al. *Image Recognition and Augmented Reality in Cultural Heritage Using OpenCV*. MoMM '13: Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia. p. 53 – 62. 2013.
- AMIT, Y. *2D object detection and recognition: models, algorithms and networks*. p. 1 – 12. MIT Press, 2002.
- ANDROID: *Biblioteca de Suporte*. Disponível em: <<https://developer.android.com/topic/libraries/support-library>>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- ANGELOPOLOU, A. et al. *Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage*. International conference on mobile wireless middleware, operating systems, and applications. p. 15 – 22. 2012.
- ARCGIS: *Sobre o ArcGIS - Plataforma de Mapeamento & Análises*. Disponível em: <<https://www.img.com.br/pt-br/arcgis/visao-geral/visao-geral>>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- ARCORE: *ARCore - Google for Developers*. Disponível em: <<https://developers.google.com/ar?hl=pt-br>>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- AR FOUNDATION: *AR Foundation*. Disponível em: <<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@5.0/manual/index.html>>. Acesso em: 22 mai 2023.
- ARKIT: *ARKit 6 – Augmented Reality*. Disponível em: <<https://developer.apple.com/augmented-reality/arkit/>>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9241-11: ergonomia da interação humano-sistema – Parte 11: usabilidade: definições e conceitos*. 2.ed. 2021. Disponível em: <<https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/30395/identificar/visitante>>. Acesso em: 02 jun. 2023
- AZUMA, R. et al. *A survey of augmented reality*. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, Vol. 6, no. 4. P. 355 – 385. 1997.
- AZUMA, R. et al. *Recent Advances in Augmented Reality*. IEEE Computer Graphics & Applications, Nov/Dez 2001.

- BAO, D. et al. *Gamification of Tourism Culture Learning: An Analysis of Immersive Games*. 12th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics. p. 36 – 39. 2020.
- BANGOR, A.; KORTUM, P. T.; MILLER, J. T. *An empirical evaluation of the system usability scale*. International Journal of Human-Computer Interaction, Taylor Francis, v. 24, n. 6, p. 574–594, 2008.
- BAQERSAD, Javad et al. *Photogrammetry and optical methods in structural dynamics—A review*. Mechanical Systems and Signal Processing, v. 86, p. 17-34, 2017.
- BARR, M. et al. *Playing Video Games During the COVID-19 Pandemic and Effects on Players' Well-Being*. Games and Culture, vol. 17, no. 1. p. 122 – 139. 2022.
- BEKELE, M. et al. *A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage*. Journal on Computing and Cultural Heritage, vol. 11, no. 2. p. 1 – 36. 2018.
- BELLONI, M.L. *Educação a distância*. 3ª edição. Campinas, Editora Autores Associados. 2003.
- BIMBER, O. et al. *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. p.1 – 8, CRC Press, 2005.
- BOTELHO, L. et al. *COVID-19 e ambiente alimentar digital no Brasil: reflexões sobre a influência da pandemia no uso de aplicativos de delivery de comida*. Cadernos de Saúde Pública, vol. 36, no. 11. p. 1 – 5. 2020.
- BOUSBAHI, F. et al. *Mobile Augmented Reality Adaptation through Smartphone Device Based Hybrid Tracking to Support Cultural Heritage Experience*. ICSDE'18: Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Digital Environment. p. 48 – 55. 2018.
- BRYAN, L. J. et al. *Finding Hidden Shrines using AR and Clustering Techniques*. 2019 International Conference on Cyberworlds (CW). p. 348 – 351. 2019.
- BURKE, B. *Gamify: How Gamification Motivates People to do Extraordinary Things*. Bibliomotion, 2014.
- CANCIANI, M. et al. *3D Survey and Augmented Reality for Cultural Heritage. The Case Study of Aurelian Wall at Castra Praetoria in Rome*. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. p. 931 – 937. 2016.
- CARMIGNIANI, J. et al. *Handbook of Augmented Reality*. p. 3 – 46. Springer, 2011.
- CASIMIRO, G. *Augmented Heritage: digital tools for historical experience*. ARTECH 2019: Proceedings of the 9th International Conference on Digital and Interactive Arts. p. 1 – 5. 2019.
- CENDÓN, B. V. *Ferramentas de busca na Web*. Ciência da Informação, v. 30, no. 1. p. 39-49. 2001.

CORONAVIRUS: *World Health Organization*. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1>. Acesso em: 04 jun. 2022.

COWAN, B. & KAPRALOS, B. *A Survey of Frameworks and Game Engines for Serious Game Development*. 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies. p. 662 – 664. 2023.

DAVIS, F. D., & BAGOZZI, R. P., & WARSHAW, P. R. *User acceptance of computer Technology: a comparison of two theoretical models*. *Management Science*, 35(8), 982-1002. 1989.

DENMEADE, N. *Gamification with Moodle*. p. 1 – 28. Packt Publishing, 2015.

DIECK, M. et al. *Mapping requirements for the wearable smart glasses augmented reality museum application*. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, vol. 7. p. 230 – 253. 2016.

DOS SANTOS, L. C.; DE FREITAS, A. S.; FERREIRA, J. B. *Whatsapp como ferramenta de ensino e aprendizagem por professores do ensino superior: uma avaliação utilizando o modelo de aceitação de tecnologia TAM*. *RECADM*, v. 19, n. 2, p. 257-279, 2020.

EL-RABBANY, A. *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. p. 1 – 11. Artech House, 2002.

FOMBONA, J., PASCUAL-SEVILLANO, M., GONZÁLEZ-VIDEGARAY, M. *M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository*. *Media Education Research Journal*. *Comunicar*, n. 52, Vol. 25. p. 63 - 71. 2017.

FOWLER, M. *UML Essencial: um breve guia para linguagem padrão*. Bookman, 2014.

FOXMAN, M. *United We Stand: Platforms, Tools and Innovation With the Unity Game Engine*. *Social Media + Society*, 5(4). 2019.

FRANCO, A. A. et al. *M-learning: Celulares utilizados como ferramenta didática numa escola pública de Ensino Médio*. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação. p. 575 - 582. 2016.

FREEMAN, E et al. *Head First Design Patterns. Second Edition*. Canada: O'Reilly Media. 2021.

GALVÃO, A. de O.; CHAGAS, O. B.; AIRES, S. B. K.; AIRES, J. P. *Alternativas para o desenvolvimento de software, sem custo, para micro e pequenas empresas*. *Revista ADMPG*, v. 2, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/admpg/article/view/13914>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

GATTULLO, M. et al. *VisitAR: a mobile application for tourism using AR*. SA '13: SIGGRAPH Asia 2013 Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications, no. 103. p. 1 – 6. 2013.

GEIGER, P. et al. *Location-based Mobile Augmented Reality Applications: Challenges, Examples, Lessons Learned*. 10th International Conference on Web Information Systems and Technologies, vol. 2. p. 383 – 394. 2014.

GOOGLE: *Google Maps - Guia de transição para serviços relacionados a jogos*. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/gaming/transition-guide?hl=pt-br>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

GRAZIOLA JUNIOR, P. G. *Aprendizagem com mobilidade na perspectiva dialógica: reflexões e possibilidades para práticas pedagógicas*. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Vol. 7. p. 1 - 10. 2009.

GREENFIELDBOYCE, N. *Web Security Words Help Digitize Old Books*. 2008. Disponível em <<https://www.npr.org/2008/08/14/93605988/web-security-words-help-digitize-old-books>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GROVER, Purva et al. *Perceived usefulness, ease of use and user acceptance of blockchain technology for digital transactions—insights from user-generated content on Twitter*. Enterprise Information Systems, v. 13, n. 6, p. 771-800, 2019.

GUDILIN, D.S. et al. *Relational Database Performance Comparison*. 2023 5th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). Vol. 5. IEEE, 2023.

HAAS, J. K. *A History of the Unity Game Engine*. Worcester: Worcester Polytechnic Institute, 2014.

HAKIMA, C. *The Internet of Things: Connecting Objects to the Web*. p. 1 – 33. ISTE Ltd. 2010.

HAMARI, J. et al. *“Working out for likes”*: An empirical study on social influence in exercise gamification. Computers in Human Behavior, vol. 50. p. 333 – 347. Set 2015.

HAMARI, J. *Gamification*. The Blackwell Encyclopedia of Sociology. p. 1 – 3. Nova Jersey, EUA. 2019.

HAN, Jong-Gil. et al. *Cultural Heritage Sites Visualization System Based on Outdoor Augmented Reality*. Aasri Procedia, vol. 4. p. 64 – 71. 2013.

HAN, S. et al. *Mapping consumer’s cross-device usage for online search: Mobile- vs. PC-based search in the purchase decision process*. Journal of Business Research. 142, p. 387 - 399. 2022.

HARTLEY, R., ZISSERMAN, A. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press, p. 262 – 278. 2004.

HOU, W. *Augmented Reality Museum Visiting Application based on the Microsoft HoloLens*. Journal of Physics: Conference Series, vol. 1237, no. 5. p. 1 – 7. 2019.

IBGE: *Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, PNAD/CA – Tabela 7312: Domicílios e Moradores em que havia utilização da Internet, por equipamento utilizado para acessar a Internet*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7312>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

INOUE, Y. et al. *Changes in consumer dynamics on general e-commerce platforms during the COVID-19 pandemic: An exploratory study of the Japanese market*. Heliyon, vol. 8, no. 2. p. 1 – 15. 2022.

IVERSEN, J. et al. *Learning Mobile App Development: A hands-on Guide to Building Apps with iOS and Android*. Pearson, p. 3 – 11. 2013.

JENSEN, J. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Pearson, p. 337 – 342. 2014.

KAJOS, A. et al. *Beyond Reality - The possibilities of Augmented Reality in Cultural and Heritage Tourism*. 2nd International Tourism and Sport Management Conference. p. 120 – 125. 2012.

KARANTZALOS, K. et al. *Recognition Driven Two Dimensional Competing Priors Toward Automatic and Accurate Building Detection*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 47, no. 1. p. 133 – 144. Jan 2009.

KATSUMATA, S. et al. *Changes in the use of mobile devices during the crisis: Immediate response to the COVID-19 pandemic*. Computers in Human Behavior Reports, vol. 5. p. 1 – 12. 2022.

KEIL, J. et al. *The House of Olbrich - An Augmented Reality Tour through Architectural History*. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities. p. 15 – 18. 2011.

KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Technical Report TR/SE-0401, Department of Computer Science, Kelle University, UK. 2004.

LAATO, S. et al. *Location-Based Games and the COVID-19 Pandemic: An Analysis of Responses from Game Developers and Players*. Multimodal Technologies and Interaction, vol. 4, no. 2. p. 1 – 25. 2020.

LEE, J. et al. *Developing Museum Education Content: AR Blended Learning*. International Journal of Art & Design Education, vol. 40, no. 3. p. 1 – 19. 2021.

LEGRIS, P.; INGHAM, J.; COLLERETTE, P. *Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model*. Information & management, v. 40, n. 3, p. 191-204, 2003.

LEITE, J.C.S.P., HADAD, G.D.S., DOORN, J.H., KAPLAN, G.N.; *A Scenario Construction Process*. Requirements Engineering Journal, Vol.5, N° 1, 2000, Pages 38-61.

- LIESTOL, G. *The Photo Positioning Puzzle: Creating Engaging Applications for Historical Photographs by Combining Mobile Augmented Reality and Gamification*. 2018 3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE) em conjunto com 2018 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018). p. 1 – 8. 2018.
- LIU, D. et al. *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education*. Smart Computing and Intelligence. p. 1-16. Springer, 2017.
- LUIRO, E. et al. *Exploring Local History and Cultural Heritage through a Mobile Game*. MUM '19: Proceedings of the 18th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, no. 42. p. 1 – 4. 2019.
- LUMPOON, P. et al. *Effects of Integrating a Mobile Game-based Learning Framework in a Cultural Tourism Setting*. 10th International Conference on Software, Knowledge, Information Management & Applications. p. 281 – 285. 2016.
- MAPBOX: *Maps, Geocoding and Navigation APIs & SDKs – MapBox*. Disponível em: <<https://www.mapbox.com/>>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- MESHROOM: *Alicevision – Meshroom – 3D Reconstruction Software*. Disponível em: <<https://alicevision.org/#meshroom>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- MARTO, A. G. R. et al. *DinofelisAR Demo: Augmented Reality Based on Natural Features*. 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies. p. 1 – 6. 2017.
- MATURO, A. et al. *Digital Health and the Gamification of Life: How Apps Can Promote a Positive Medicalization*. p. 29 – 46. Emerald Publishing Limited, 2018.
- MICHELUCCI, U. *Advanced Applied Deep Learning*. p. 71 – 110. Springer, 2009.
- MILGRAM, P. et al. *Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. IEICE Transactions on Information Systems, vol. E77-D, no. 12. p. 1321 – 1329. 1994.
- MLILO, S. e THATCHER, A. *Changes in users' mental models of Web search engines after ten years*. Ergonomics SA: Journal of the Ergonomics Society of South Africa, v. 26, no. 2. p. 50-66. 2014.
- MOHAMMED-AMIN, R. L. et al. *Mobile Augmented Reality for Interpretation of Archaeological Sites*. PATCH '12: Proceedings of the second international ACM workshop on Personalized access to cultural heritage. p. 11 – 14. 2012.
- OCULUS: *Oculus Quest Basic Tutorial*. Meta Quest, Youtube, 2019. Disponível em <<https://youtu.be/pVFcsedWsKE>>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- OLIVEIRA, F. L., NÓBREGA, L. *Aprendizagem em dispositivos móveis: o uso do Whatsapp como plataforma no m-learning*. Revista de Tecnologia Aplicada, Vol. 10, N. 1. p. 50 - 59. 2021.

- OLLSSON, T. et al. *Evolution and evaluation of the model-view-controller architecture in games*. 2015 IEEE/ACM 4th International Workshop on Games and Software Engineering. IEEE, 2015.
- OYELUDE, A. *Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in libraries and museums*. Library Hi Tech News, vol. 35, no. 5. p. 1 – 4. 2018.
- PAPARODITIS, N. et al. *Building Detection and Reconstruction from Mid and High Resolution Aerial Imagery*. Computer Vision and Image Understanding, vol. 72, no. 2. p. 122 – 142. 1998.
- PAPERT, S. A. *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York :BasicBooks, 1993.
- PEIXOTO, D. et al. *Avaliação de Jogos Educacionais Multiusuários: Uma Revisão Sistemática da Literatura*. XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió. p. 519 – 528. 2015.
- PREECE, J.; Rogers, Y.; Sharp, E. *Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction*. New York, NY: John Wiley & Sons. 2002.
- PS VR: *Configuração do PS VR – Parte 3 – Area de jogo*. Playstation Support. Disponível em: <<https://youtu.be/U5LBzaYkZ2A>>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- RODRIGO, L. *The Didactic and Methodological Use of Tablets in Classrooms of Primary and Secondary Education in Catalonia*. Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación. n. 48, p. 9 - 25. 2016.
- ROLLO, M. F. *Desafios e responsabilidades das humanidades digitais: preservar a memória, valorizar o patrimônio, promover e disseminar o conhecimento*. O programa Memória para Todos. Estudos Históricos, Vol. 33, N. 69. p. 19 - 44. 2020.
- ROMERO-RAMOS, O. et al. *The Impact of the M-Learning Methodology on University Students*. Journal of Technology and Science Education, Vol. 12. p. 121 - 131. 2022.
- SAVI, A. H. S. *Ferramentas para ilustrações digitais de imagens vetoriais e bitmaps com tecnologias livres ou gratuitas para o ambiente acadêmico e profissional*. Trabalho de Conclusão curso da Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Araranguá. 2021.
- SCIANNA, A. et al. *Digital Photogrammetry, Tls Survey and 3D Modelling for VR and AR Applications in CH*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, vol. 43. p. 901 – 909. 2020.
- SHI, Z. et al. *A Novel Individual Location Recommendation System Based on Mobile Augmented Reality*. 2015 International Conference on Identification, Information, and Knowledge in the Internet of Things. p. 215 – 218. 2015.
- SHIBASAKI, S. S. S., LIMA, D. C. *O uso de dispositivos móveis no ensino/aprendizagem de Língua Inglesa*. Fólio - Revista de Letras. Vol. 10, N. 2. p. 679 - 697. 2018.

- SHIRAI, A. et al. *Gamification and construction of virtual field museum by using augmented reality game "Ingress"*. VRIC '15: Proceedings of the 2015 Virtual Reality International Conference, no. 4. p. 1 – 4. 2015.
- SILVA, A. L. et al. *Almamater: a Herança Cultural da Universidade de Coimbra em Acesso Aberto*. Ciência da Informação, v.48 n.3 (Supl.), p. 314 - 318. Brasília, 2019.
- SILVA, M.P.R. & DIAS, S.M.V. *Playing and Learning: Uma Prática Pedagógica Baseada em Jogo Digital para o Ensino de Língua Inglesa*. Revista Philologus, Ano 28, n. 84. p. 1166 - 1178. 2022.
- SIMIONATO, A. C. et al. *Álbuns Fotográficos Digitais: Organização, Representação e Preservação da Herança Cultural*. Informação@Profissões, v. 6, n. 1, p. 04 – 27. Londrina, 2017.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. Pearson Education do Brasil. São Paulo. 2018.
- SONEGO, A. H. S., BEHAR, P. A. *M-learning: o uso de dispositivos móveis por uma geração conectada*. Educação. Vol. 42, N. 3.p. 525 - 534. 2019.
- SRIVASTAVA, L. *Mobile phones and the evolution of social behaviour*. Behaviour & Information Technology, Vol. 24, No. 2. p. 111 - 129. 2005.
- STATCOUNTER: *Search Engine Market Share Worldwide - Statcounter Global Stats*. Disponível em: <<https://gs.statcounter.com/search-engine-market-share>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- TECHCRUNCH: *Pokémon Go tops Twitter's daily users, sees more engagement than Facebook*. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2016/07/13/pokemon-go-tops-twitters-daily-users-sees-more-engagement-than-facebook/>>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- TRČEK, D. *Herilegger - A New Generation of Blockchains for Cultural Heritage Preservation*. Sensors 2022, 22, 8913. 2022.
- TZIMA, S. et al. *Augmented Reality in Outdoor Settings: Evaluation of a Hybrid Image Recognition Technique*. Journal on Computing and Cultural Heritage, vol. 14, no. 3. p. 1 – 17. 2021.
- UCKELMANN, D. et al. *Architecting the Internet of Things*. p. 1 – 8. Springer, 2011.
- UNESCO. *World Heritage Centre*. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/about/>>. Acesso em: 09 jan. 2023.
- UNESCO. *Charter on the Preservation of the Digital Heritage – UNESCO Digital Library*. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229034>>. Acesso em: 09 jan. 2023.
- UNITY. *Desenvolvimento de jogos em várias plataformas para o futuro*. Disponível em: <<https://unity.com/pt/solutions/multiplatform>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

VAN DIGGELEN, F. *A-GPS: Assisted GPS, GNSS, and SBAS*. p. 1 – 7. Artech House, 2009.

VINUTO, J. *A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto*. *Temáticas*, Campinas, v. 22, n. 44, p. 203-220, 2014.

VLACHOS, A.; PERIFANO, M.; ECONOMIDES, A. A. *Augmented Reality Applications for Urban Cultural Heritage Sites: An Overview*. In: 2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE, 2022. p. 322-324.

VUFORIA. *Model Target Generator User Guide - Vuforia Library*. Disponível em: <<https://library.vuforia.com/objects/model-target-generator-user-guide>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

WESTOBY, M. J. et al. *Structure-from-Motion 'photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications*. *Geomorphology*, v. 179, p. 300-314, 2012.

WORLDWIDEEBSIZE. *The Size of the World Wide Web (The Internet)*. Disponível em: <<https://www.worldwidewebsize.com>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

WOHLIN, C. *Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering*. *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. 2014. p. 1-10.

ZARBATO, J. A. M.; SCHOSSLER, J. C.; CARVALHO, A. V. *Educação patrimonial, História pública e ensino: análise e possibilidades para a História*. *Fronteiras*, v. 21, n. 38, p. 55-70, 2019.

APENDICE A - Especificações dos Casos de Uso

1. Nome do caso de uso: Criar Login

Na figura X visualiza-se o diagrama de Casos de Uso de criar Login.

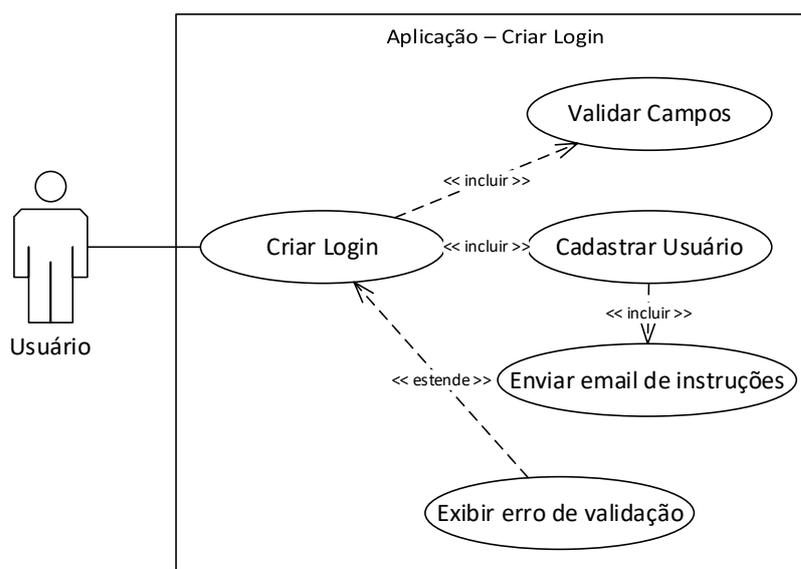


Figura 31: Diagrama de Casos de Uso – Criar Login

Descrição: Prover a habilidade de criar uma conta nova na plataforma.

Atores: Usuário

Fluxo principal:

- O ator clica em Criar Login.
- O ator insere os campos solicitados, incluindo uma conta de e-mail.
- O ator clica em Confirmar.
- A conta é criada e o ator recebe, na conta de e-mail informada no passo b, uma mensagem contendo informações sobre a conta que acabou de criar.

Fluxo de exceção:

Fluxo E-A: O ator inseriu um e-mail já cadastrado no sistema.

- c-1) Um alerta avisa que o e-mail já possui uma conta cadastrada e interrompe o novo cadastro.
- c-2) O ator é direcionado ao campo preenchido de forma errada para consertar o erro ou cancelar a operação.

Fluxo E-B: O ator deixou algum dos campos obrigatórios vazio.

- c-1) Um alerta avisa que o campo obrigatório precisa ser preenchido.
- c-2) O ator é direcionado ao campo não preenchido para consertar o erro ou cancelar a operação.

2. Nome do caso de uso: Fazer Login

Na figura X visualiza-se o diagrama de Casos de Uso de Fazer Login.

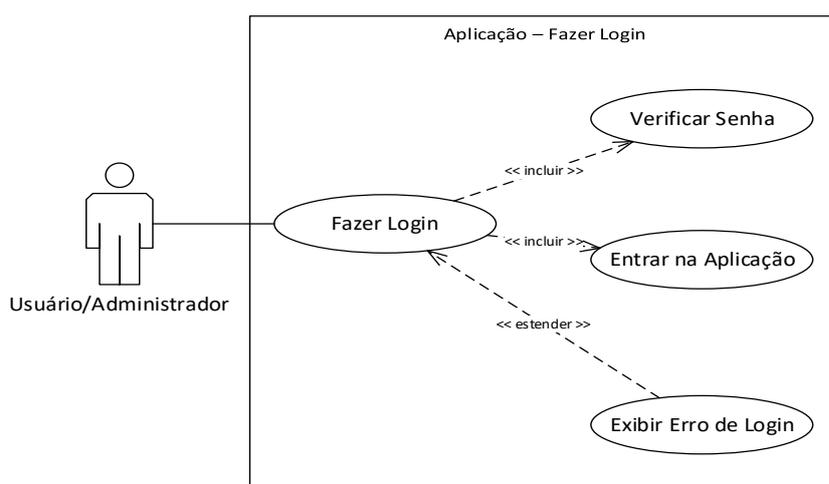


Figura 32: Diagrama de Casos de Uso – Fazer Login

Descrição: Efetuar o login na plataforma por meio de uma conta previamente criada.

Atores: Usuário ou Administrador

Fluxo principal:

- a) O ator clica em Fazer Login.
- b) O ator preenche os campos solicitados.
- c) O ator clica em Logar.

- d) O login é feito, as credenciais do usuário são salvas no dispositivo e o ator é direcionado à tela principal do aplicativo.

Fluxo de Exceção:

Fluxo E-A: O ator inseriu algum dado incorreto.

- c-1) Um alerta avisa que um dado incorreto foi inserido e interrompe o processo de login.
c-2) O ator é direcionado à tela anterior para consertar o erro ou cancelar a operação.

Fluxo E-B: O ator inseriu um e-mail que não consta cadastrado no sistema.

- c-1) Um alerta avisa que o e-mail inserido não foi encontrado no sistema.
c-2) O ator é direcionado à tela anterior para consertar o erro ou cancelar a operação.

3. Nome do caso de uso: Navegar no Mapa

Na figura X visualiza-se o diagrama de Casos de Uso de Navegar Mapa.

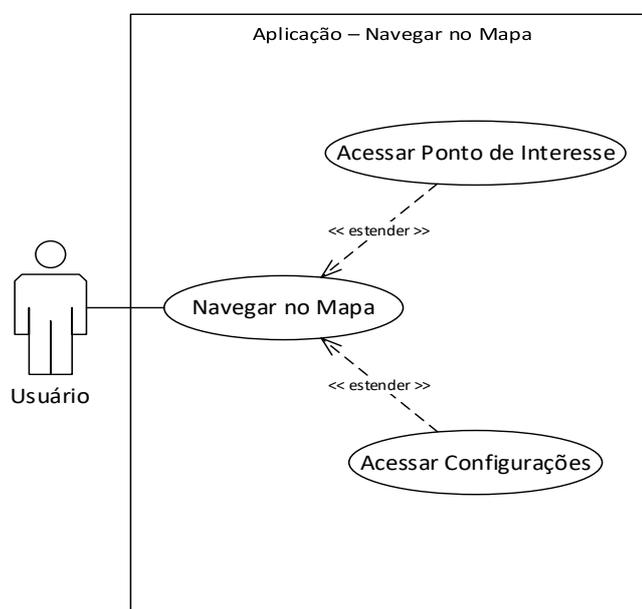


Figura 33: Diagrama de Casos de Uso – Navegar no Mapa

Descrição: Permitir acesso ao mapa da aplicação e a funções secundárias.

Atores: Usuário

Fluxo principal:

- a) O ator interage com Pontos de Interesse do mapa, clicando neles, ou com o mapa em si, através do gesto de arrastar pela tela para navegar livremente.

Fluxo alternativo:

Fluxo A-A: O ator interagiu com um Ponto de Interesse do mapa.

- a-1) As opções de interação com o Ponto serão disponibilizadas segundo o nível de interação permitido.
a-2) O ator pode escolher uma das opções ou fechar a janela, voltando para a tela anterior.

Fluxo A-B: O ator efetuou o gesto de arrastar pela tela.

- a-1) O mapa percorre por sua extensão na direção que o ator efetuou o gesto.
a-2) O ator pode repetir o gesto livremente ou pode clicar no item “Centralizar” para retornar o mapa à posição original.

Fluxo A-C: O ator interagiu com o Menu de Configurações.

- a-1) As opções do menu de configurações aparecerão na tela de forma modal.
a-2) O ator pode escolher a opção desejada ou pode fechar a janela e retornar à tela anterior.

4. Nome do caso de uso: Capturar Ponto

Na Figura 34 visualiza-se o diagrama de Casos de Uso de Capturar Ponto.

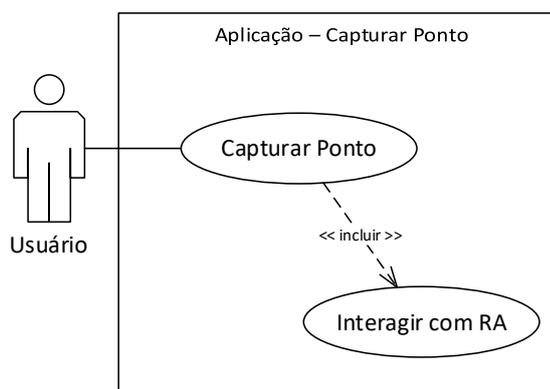


Figura 34: Diagrama de Casos de Uso – Capturar Ponto

Descrição: Iniciar interface de busca e captura de Ponto de Interesse por meio da câmera do dispositivo e uma interface de Realidade Aumentada.

Atores: Usuário

Fluxo principal:

- g) O ator clica em Capturar.
- h) A câmera do dispositivo é aberta e a interface de Realidade Aumentada é inicializada.
- i) O ator localiza o Ponto de Interesse no ambiente real.
- j) O ator focaliza a câmera em direção ao objeto.
- k) A aplicação detecta com sucesso o objeto e projeta os elementos de Realidade Aumentada.
- l) O ator finaliza a captura por meio do botão verde, que sinaliza que a captura foi concluída com sucesso.

Fluxo alternativo:

Fluxo A-A: O ator não localizou o Ponto De Interesse.

- c-2) O ator pode escolher a opção de retornar à tela anterior, cancelando a operação de Captura, ou continuar procurando o Ponto de Interesse no ambiente real.

5. Nome do caso de uso: Interagir com Artefatos

Na Figura 35 visualiza-se o diagrama de Casos de Uso de Interagir com Artefatos.

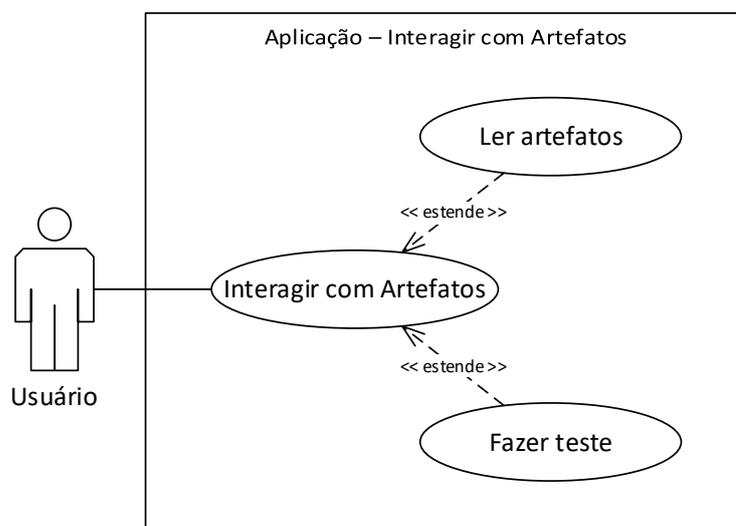


Figura 35: Diagrama de Casos de Uso – Interagir com Artefatos

Descrição: Permitir que o ator explore os artefatos disponíveis a partir do Fluxo Alternativo A-A do Caso De Uso “Navegar no Mapa”.

Atores: Usuário

Fluxo principal:

- a) O ator clica no Ponto de Interesse, como descrito inicialmente no Fluxo Alternativo A-A do Caso de Uso “Navegar no Mapa”.
- b) A aplicação exibe os itens referentes ao Ponto de Interesse com o qual houve a interação.
- c) O ator interage com a opção desejada, entre Recordações e Testes.
- d) A aplicação exibe a lista de itens correspondente à opção escolhida.
- e) O ator escolhe o item que deseja visualizar.

Fluxo alternativo:

Fluxo A-A: O ator escolhe a categoria Recordações.

- c-1) A aplicação exibe os artefatos do tipo Recordação cadastrados para aquele Ponto de Interesse.
- c-2) O ator pode escolher entre as recordações para visualizar ou escolher a opção de retornar à tela anterior.

Fluxo A-B: O ator escolhe a categoria Testes.

- c-1) A aplicação exibe os artefatos do tipo Testes cadastrados para aquele Ponto de Interesse.
- c-2) O ator pode escolher entre os testes para realizar algum deles ou escolher a opção de retornar à tela anterior.

Fluxo de Exceção:

Fluxo E-A: O ator não efetuou a captura do Ponto com o qual interagiu.

- a-1) A aplicação exibe apenas a opção Capturar na tela, em vez das demais opções habilitadas ao efetuar a captura.

APENDICE B – Diagramas de Sequência

1. Diagrama de Sequência: Criar Login

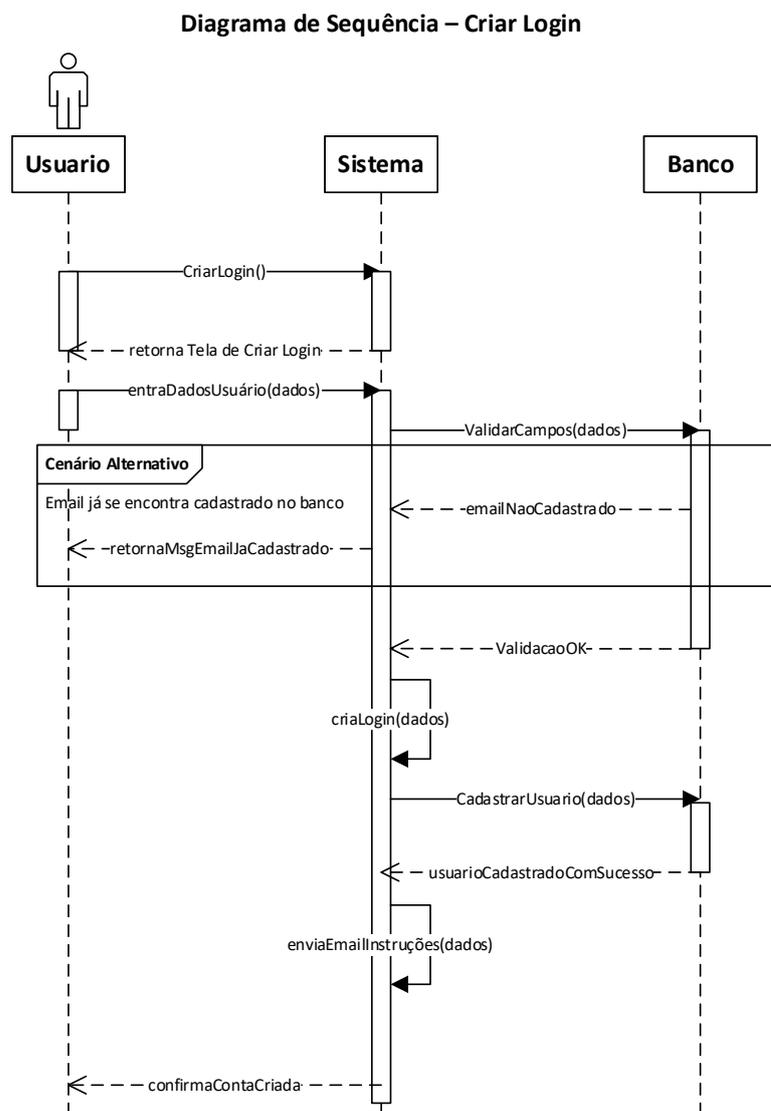


Figura 36: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Criar Login”

2. Nome do caso de uso: Fazer Login

O Diagrama de Sequência “Fazer Login”, representa ambos os atores, já que estes compartilham a mesma funcionalidade.

Diagrama de Sequência – Fazer Login

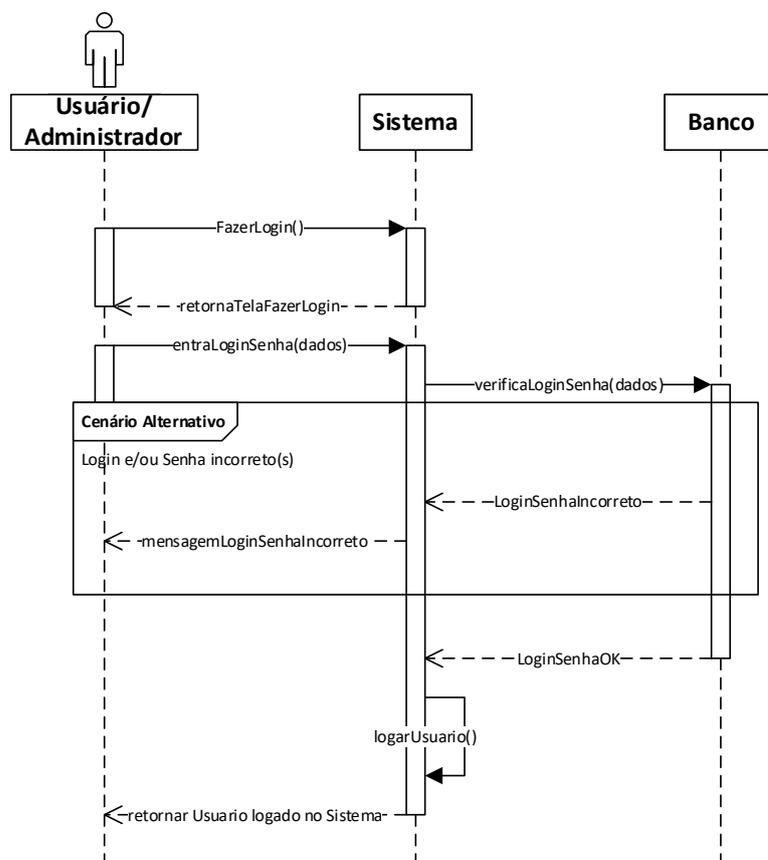


Figura 37: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Fazer Login”

4. Nome do caso de uso: Navegar no Mapa

Diagrama de Sequência – Navegar no Mapa

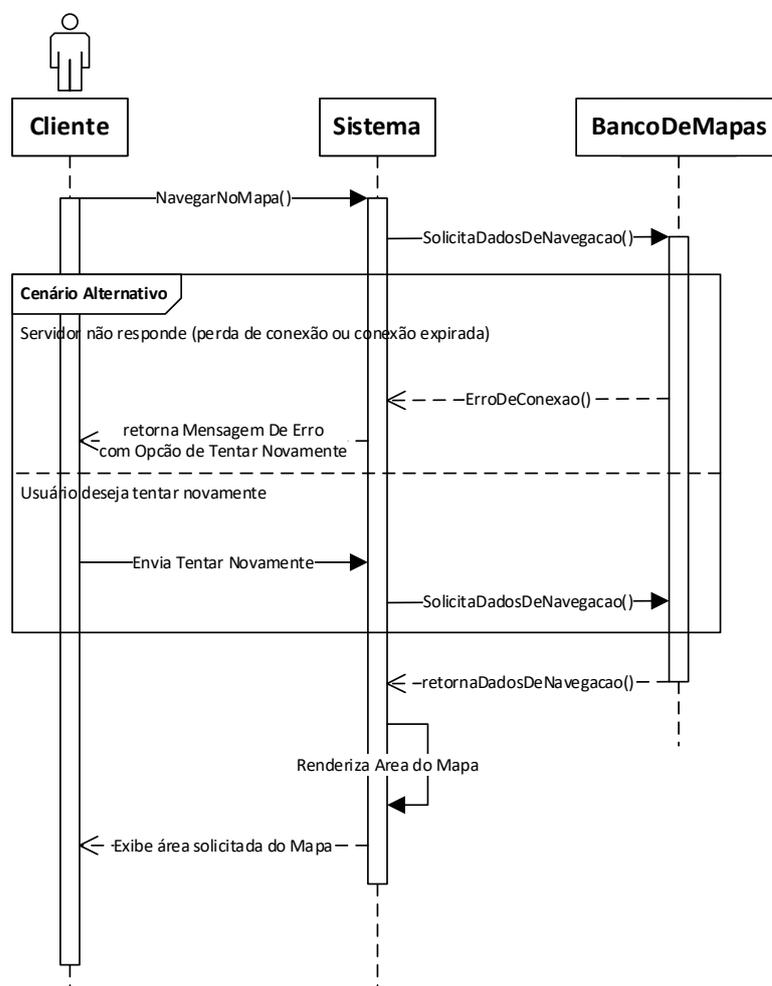


Figura 38: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Navegar no Mapa”

6. Nome do caso de uso: Acessar Pontos de Interesse

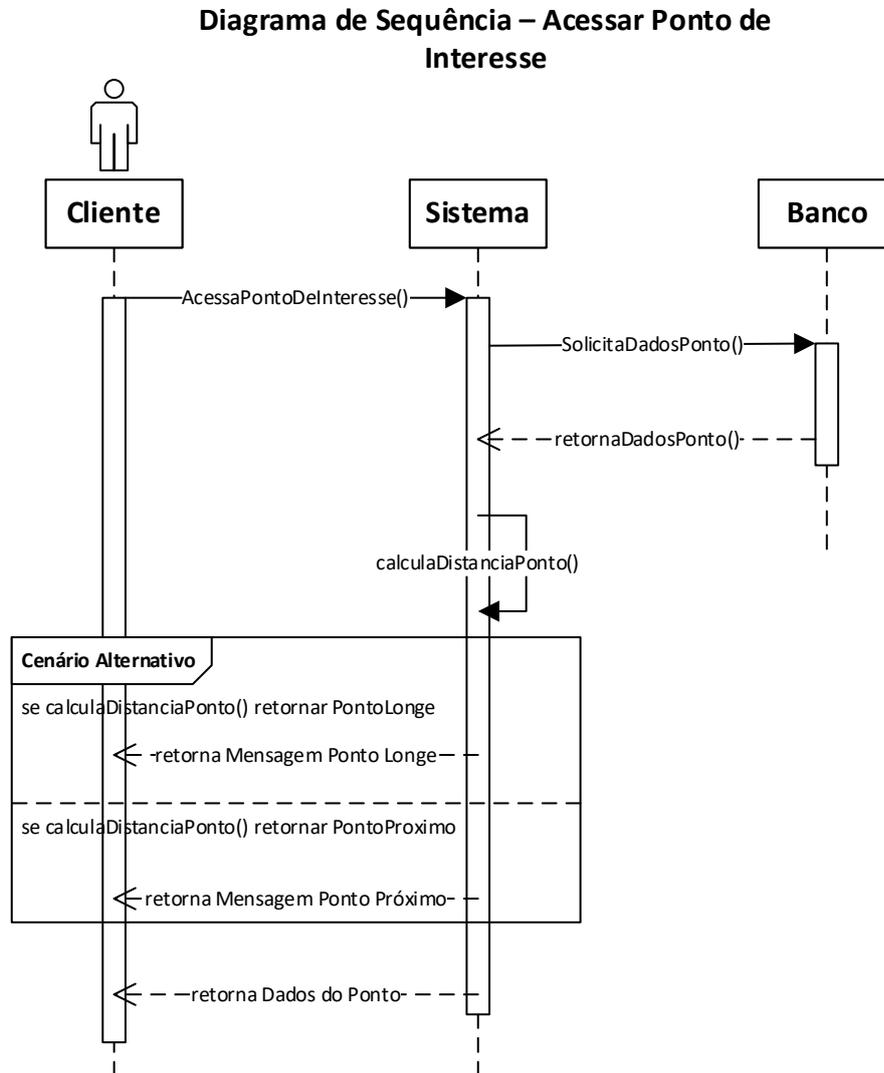


Figura 39: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Acessar Ponto de Interesse”

8. Nome do caso de uso: Capturar ponto

Diagrama de Sequência – Capturar Ponto

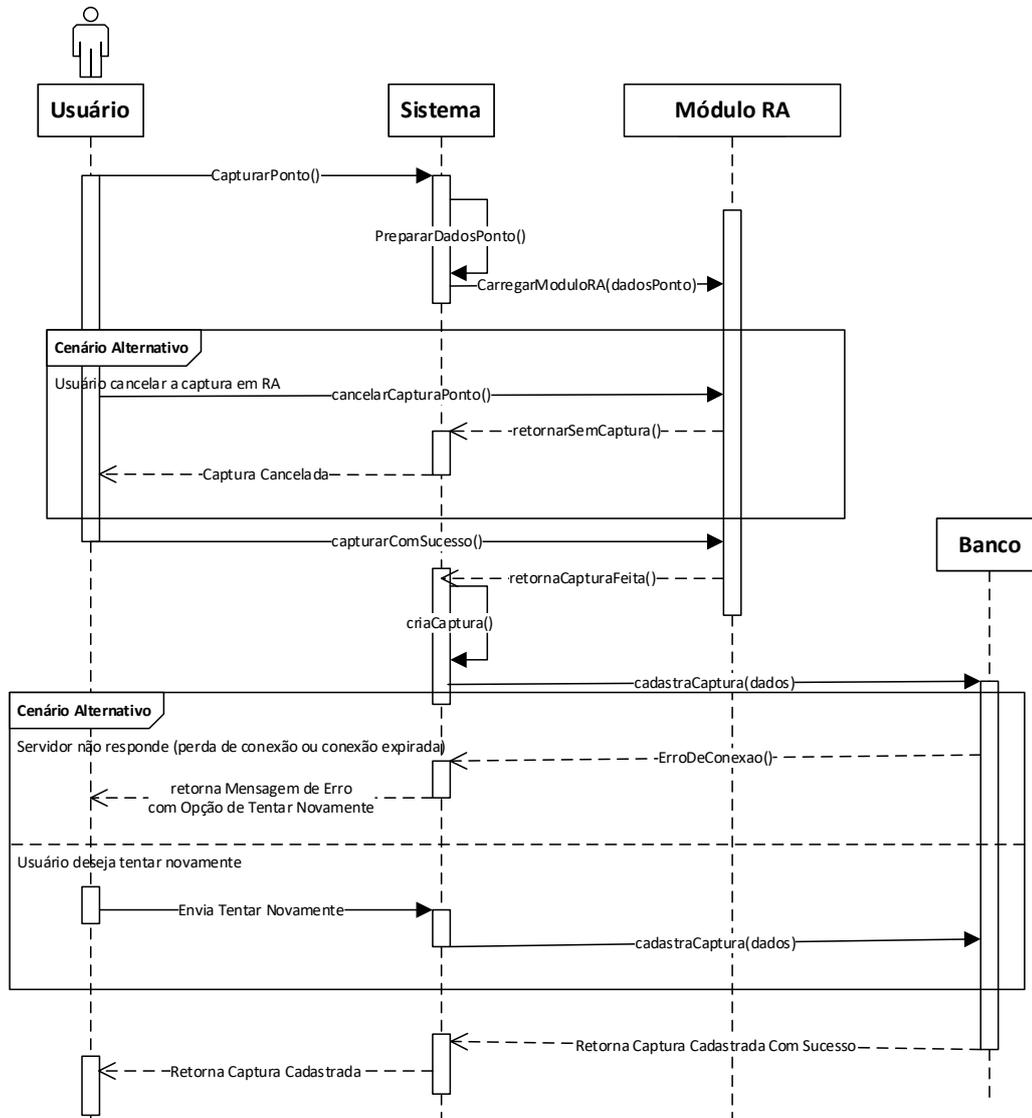


Figura 40: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Capturar Ponto”

10. Nome do caso de uso: Visualizar Ranking

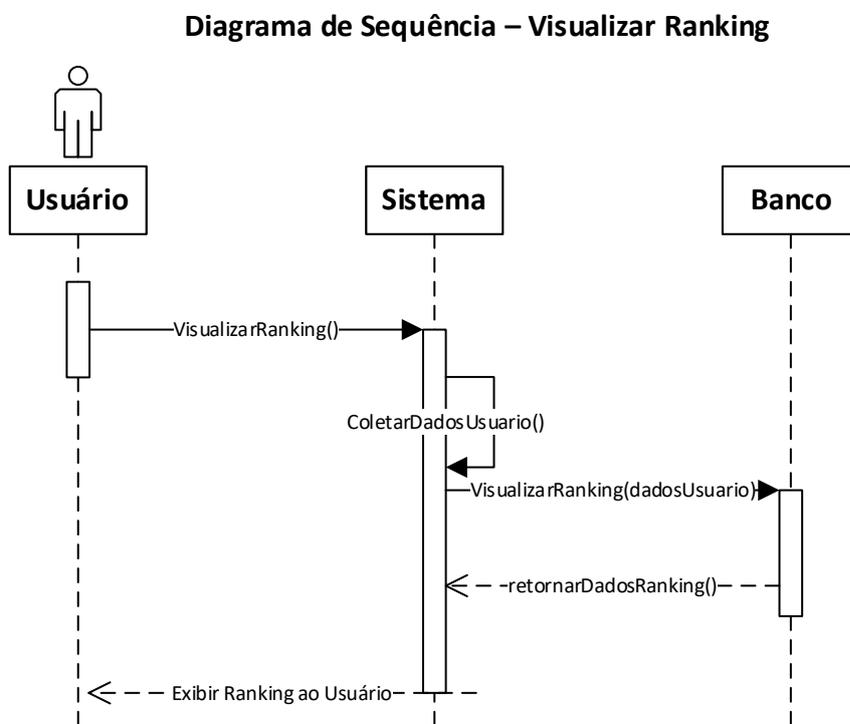


Figura 41: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Visualizar Ranking”

12. Nome do caso de uso: Interagir com Artefatos

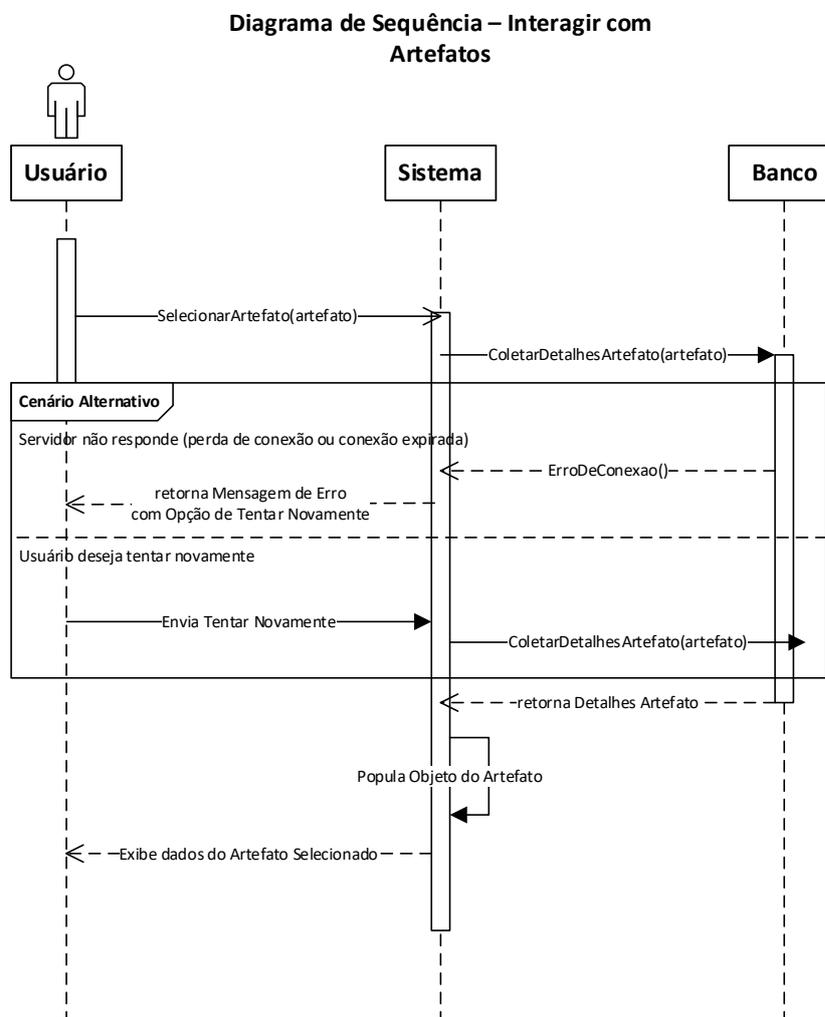


Figura 42: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Interagir com Artefatos”

14. Nome do caso de uso: Fazer Teste

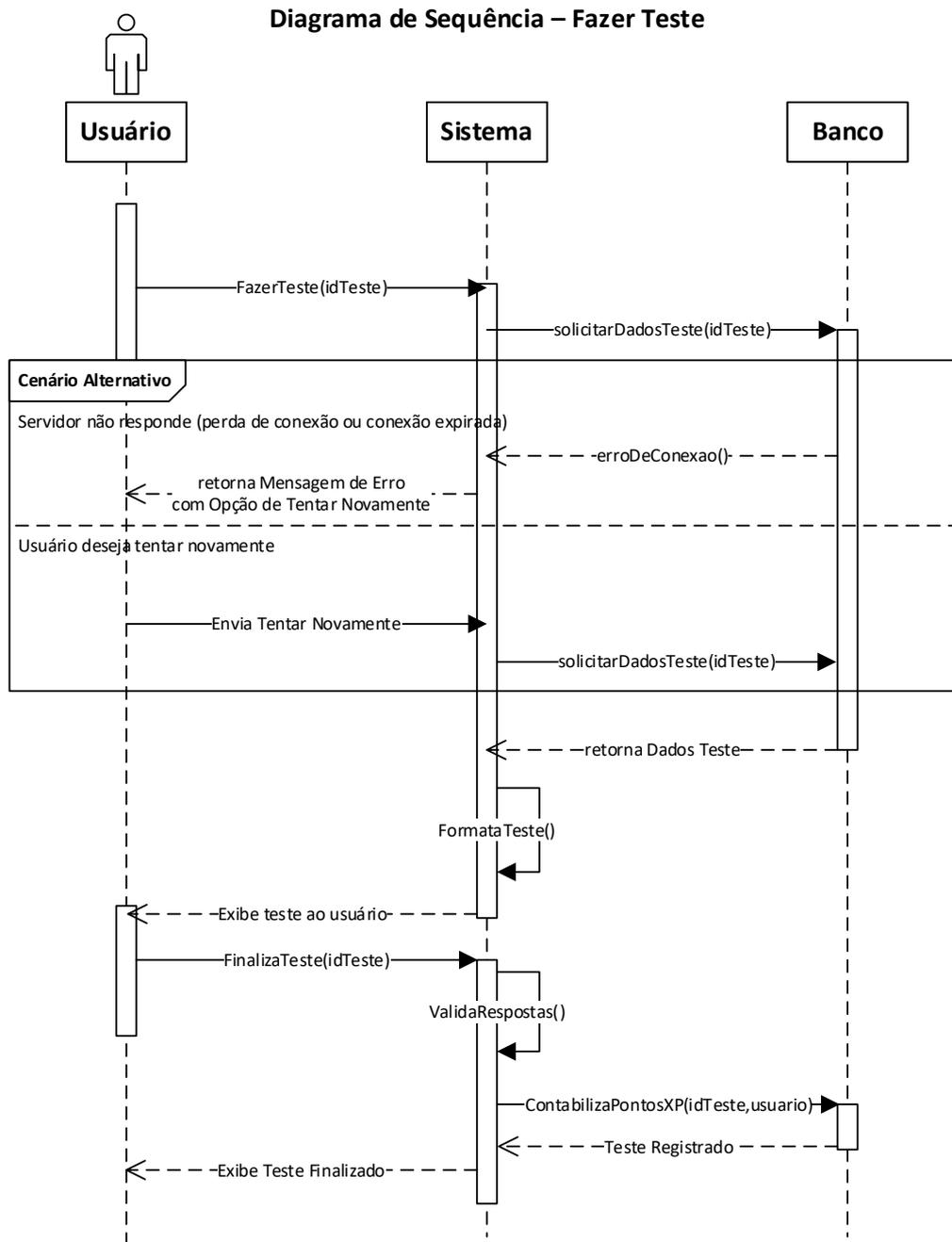


Figura 43: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Fazer Teste”

Finalmente, a seguir, os Diagramas de Sequência referentes aos Casos de Uso restantes pertencentes ao Ator “Administrador”:

16. Nome do caso de uso: Administração de Pontos

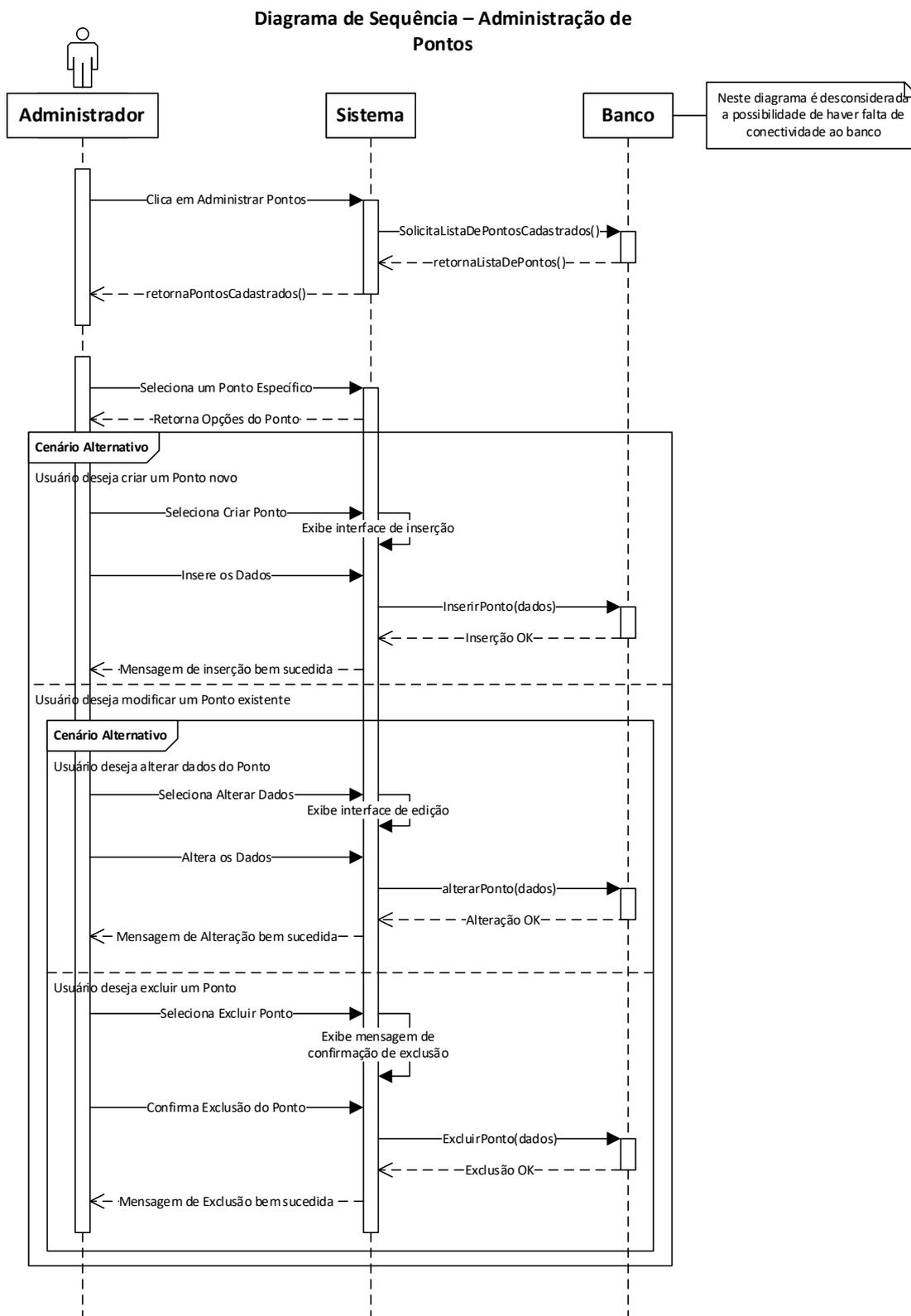


Figura 44: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Administração de Pontos”

17. Nome do caso de uso: Administração de Artefatos

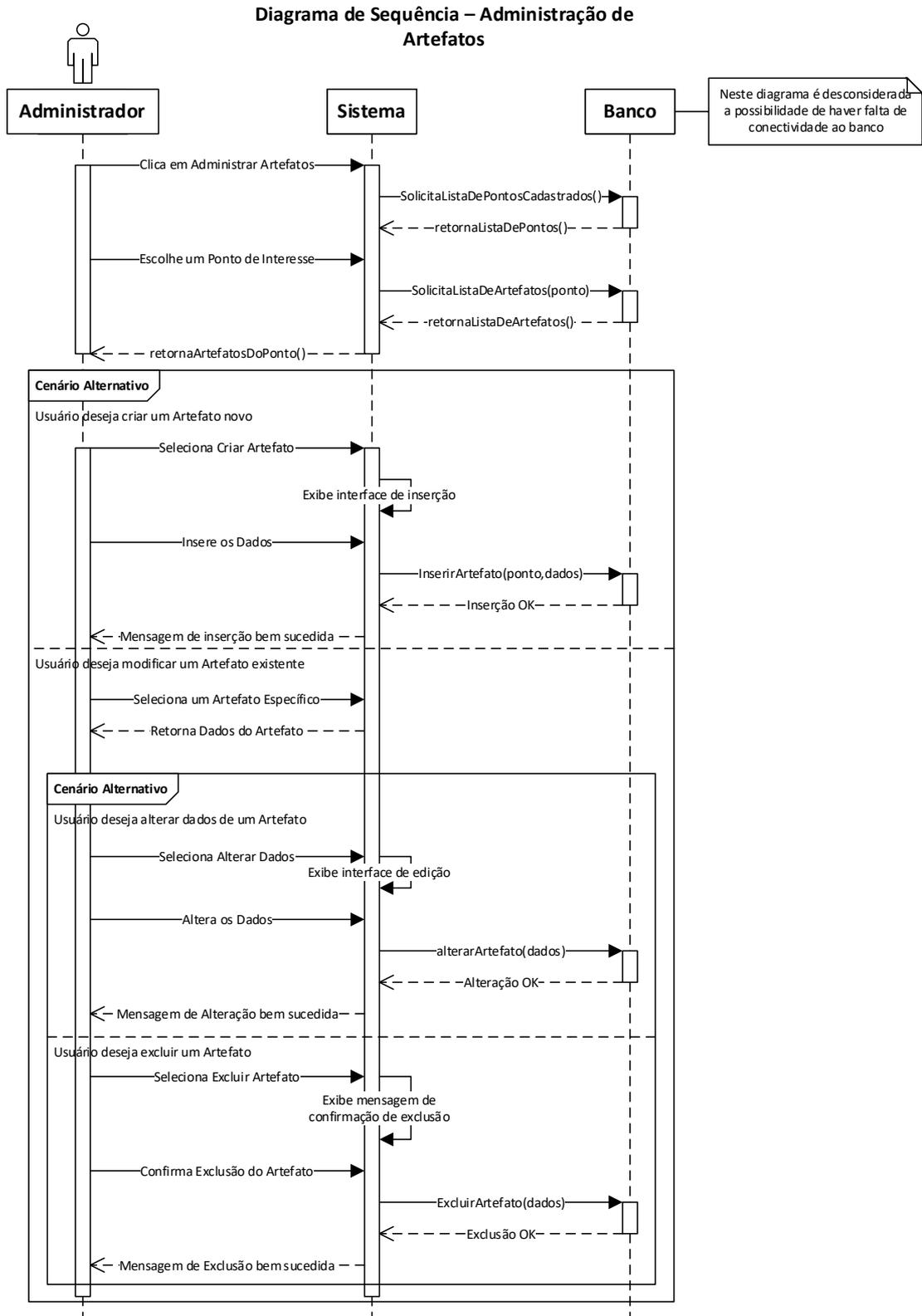


Figura 45: Diagrama de Sequência do Caso de Uso “Administração de Artefatos”

APENDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “Posicionamento Global e Realidade Aumentada: uma proposta de gamificação à serviço da Herança Cultural”, conduzida por Jorge André dos Santos Silva e Vera Maria Benjamim Werneck, pesquisadores(as) do IME-UERJ. Este estudo tem por objetivo avaliar uma aplicação sobre monumentos históricos, com o objetivo de medir o uso de tecnologias móveis na condução de aprendizado sobre Herança Cultural.

Você foi selecionado(a) por ser uma pessoa minimamente familiarizada com o uso de tecnologia móvel. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não lhe acarretará prejuízo.

A pesquisa apresenta riscos mínimos para os participantes, com possibilidade de constrangimento em responder alguma das questões e na dificuldade do uso de alguma tecnologia. Nesse caso poderá interromper o teste ou o pesquisador poderá apoiar o uso, sem nenhum prejuízo. O benefício desta pesquisa é disponibilizar um aplicativo que integre as várias tecnologias utilizadas com objetivo de aprender sobre herança cultural de uma cidade.

Sua participação não é remunerada e nem implicará em gastos para você. Caso se sinta prejudicado, você tem direito de ser indenizado por danos decorrentes da pesquisa, nos termos da lei e de ser ressarcido de despesas decorrentes da participação na pesquisa, de acordo com os itens VI e VII do artigo 9o, do Cap. III, da Resolução 510/2016.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em utilizar o aplicativo por meio de instruções que serão enviadas por *Email* ou mensagem. Após o uso do aplicativo responderão a um formulário disponível num questionário eletrônico armazenado de forma anônima.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação. Os dados coletados serão armazenados somente para o âmbito da pesquisa de forma anônima numa base de dados particular por cinco anos de acordo com a Resolução 510/16 Art. 28.

O pesquisador responsável se compromete a tornar público nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável da pesquisa. Ao assinar este documento, você não renunciará a nenhum direito legal, assim como poderá sair do estudo a qualquer momento sem prejuízo nenhum.

Os comitês de ética são responsáveis pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. Se você tem alguma dúvida sobre seus direitos como participante de uma pesquisa ou se quiser fazer alguma reclamação, pode procurar o pesquisador responsável ou o comitê de ética em pesquisa nos contatos a seguir:

Pesquisador Responsável: Jorge A. dos S. Silva, mestrando do Programa de Ciências Computacionais da UERJ, e-mail: kyoxngbr@gmail.com, (021) 98287-5763

Co pesquisador Responsável: Vera M. B. Werneck, Professora Titular da UERJ e-mail: vera@ime.uerj.br, (021) 98712-1713

Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro – UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524 – sala 7.003-D, Maracanã, Rio de Janeiro, CEP 20550-013, telefone (21) 2334-0235, ramal 211. E-mail: cep.ims.uerj@gmail.com.

Ao enviar este documento, o(a) participante declara que entende os objetivos, riscos e benefícios de sua participação, e que concorda em ser incluído(a) na pesquisa.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APENDICE D – Questionário com uma caracterização geral e para medição de aceitação, uso e eficiência do aplicativo HisTour

Questionário com uma caracterização geral e para medição de aceitação, uso e eficiência do aplicativo HisTour (será online)

Idade: _____

Formação:

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Graduação em andamento
- Graduação
- Pós-Graduação

Qual: _____

Ocupação: _____

Fase 1 – Assinale o quanto você concorda com cada item abaixo, no que diz respeito a capacidade do aplicativo em mobilizar um usuário comum de dispositivo móvel a interagir com monumentos em sua cidade.

	1 – Discordo Plenamente	2 - Discordo	3 – Não concordo nem discordo	4 - Concordo	5 – Concordo Plenamente
1 – Consigo entender o objetivo do aplicativo.					
2 – O aplicativo é útil para encontrar monumentos históricos.					
3 – O aplicativo é útil para descobrir locais novos contendo monumentos históricos na cidade.					
4 – O aplicativo traz informações relevantes sobre os monumentos cadastrados.					
5 – O aplicativo atende minha necessidade de conhecer mais sobre monumentos históricos.					
6 – O aplicativo consegue manter o interesse sobre o conteúdo que apresenta.					
7 – O aplicativo consegue estimular no usuário a iniciativa de estudar monumentos históricos não cadastrados.					

Fase 2 – Assinale o quanto você concorda com cada item abaixo, no que diz respeito a facilidade de operação do aplicativo.

	1 - Discordo Plenamente	2 - Discordo	3 - Não concordo nem discordo	4 - Concordo	5 - Concordo Plenamente
1 – O aplicativo é fácil de utilizar como um todo.					
2 – A interface é intuitiva.					
3 – Considero fácil efetuar a captura de um monumento.					
4 – Considero fácil acessar as informações sobre um monumento capturado.					
5 – Considero fácil acessar dados sobre locais que já fiz coleta de informações.					
6 – Considero fácil verificar os dados do meu perfil.					
7 – Considero fácil acessar o ranking de capturas.					
8 – Considero satisfatória a performance da aplicação em meu dispositivo.					
9 – Considero que o aplicativo funciona de forma estável em meu dispositivo.					

Fase 3 – Assinale o quanto você concorda com cada item abaixo, no que diz respeito a acreditar que o aplicativo valha a pena ser usado regularmente.

	1 - Discordo Plenamente	2 - Discordo	3 - Não concordo nem discordo	4 - Concordo	5 - Concordo Plenamente
1 – Utilizar uma aplicação de interação com monumentos históricos é interessante.					
2 – Fazer uso de realidade aumentada para obter informações é divertido.					
3 – Eu gostaria de continuar utilizando uma aplicação que concentre informações sobre monumentos históricos.					
4 – Eu gostaria de continuar utilizando uma aplicação que me informe de forma lúdica sobre monumentos históricos que me interessam.					
5 – Eu gostaria de contribuir com informações extras a respeito de monumentos já cadastrados.					

Fase 4 – Assinale o quanto você concorda com cada item abaixo, no que diz respeito ao comportamento do usuário enquanto efetua a utilização do aplicativo.

	1 – Discordo Plenamente	2 - Discordo	3 – Não concordo nem discordo	4 - Concordo	5 – Concordo Plenamente
1 – Minha intenção é continuar usando o aplicativo para me informar sobre monumentos históricos.					
2 – Pretendo recomendar o uso da aplicação para outras pessoas.					
3 – Pretendo acompanhar o desenvolvimento da aplicação, se este continuar.					
4 – Pretendo competir com outras pessoas quanto a pontuação da aplicação.					
5 – Pretendo utilizar a aplicação para levar a informação disposta nela para outras pessoas.					

Fase 5 - Assinale o quanto você concorda com cada item abaixo, no que diz respeito ao quanto você se encontra satisfeito com o uso e os resultados adquiridos a partir do aplicativo.

	1 – Discordo Plenamente	2 - Discordo	3 – Não concordo nem discordo	4 - Concordo	5 – Concordo Plenamente
1 – Eu já utilizei antes aplicações de informação sobre patrimônio cultural.					
2 – Eu já utilizei antes aplicações de interação com realidade aumentada.					
3 – Minha experiência com o aplicativo HisTour foi satisfatória.					
4 – Acredito que esta seja uma aplicação original em sua proposta como um todo.					
5 – Acredito que a aplicação tem um potencial para ser usada como ferramenta de educação.					