



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Uma Abordagem Multimédia da História da Escravatura em Lisboa

Nuno Filipe Rodrigues Monteiro Silva

Mestrado em Engenharia Informática

Orientador(a):

*Doutor Pedro Figueiredo Santana, Professor Associado,
Iscte – Instituto Universitário de Lisboa*

Co-Orientador(a):

*Doutor Pedro Lopes da Silva Mariano, Investigador Integrado,
Iscte – Instituto Universitário de Lisboa*

Setembro, 2025

Departamento de Ciência e Tecnologia da Informação

Uma Abordagem Multimédia da História da Escravatura em Lisboa

Nuno Filipe Rodrigues Monteiro Silva

Mestrado em Engenharia Informática

Orientador(a):

*Doutor Pedro Figueiredo Santana, Professor Associado,
Iscte - Instituto Universitário de Lisboa*

Co-Orientador(a):

*Doutor Pedro Lopes da Silva Mariano, Investigador Integrado,
Iscte - Instituto Universitário de Lisboa*

Setembro, 2025

“O homem não nasce para trabalhar, nasce para criar, para ser o tal poeta à solta.”

– Agostinho da Silva

Aos meus pais, Luís e Fátima.

Aos meus filhos, Gonçalo e Inês.

À minha mulher, Mafalda.

Aos meus amigos, André e David.

E um beijinho muito especial à minha avó.

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha sincera gratidão a todos aqueles que fizeram parte desta jornada. Em primeiro lugar, agradeço aos professores que me acompanharam ao longo do meu percurso académico, com um agradecimento especial aos professores Pedro Santana e Pedro Mariano, providos de uma enorme paciência e dedicação, orientaram-me semanalmente na elaboração desta tese de mestrado.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer à equipa com a qual trabalho todos os dias pelo apoio prestado ao longo da realização do mestrado. O bom ambiente de trabalho e o companheirismo foram essenciais na conclusão de uma das fases mais desafiantes da minha vida.

Em terceiro e último lugar, um agradecimento muito especial à minha família pelo apoio constante na realização deste projeto pessoal. Sem vocês, nada disto faz sentido.

Resumo

A presente dissertação de mestrado descreve a construção de uma ferramenta multimédia móvel com fins educativos e turísticos, centrada na apresentação de conteúdos com base nas biografias dos protagonistas de determinada época. O conteúdo desenvolvido explora a história da escravatura em Lisboa através de uma abordagem alternativa, recorrendo a narrativas que utilizam os pontos turísticos de interesse histórico, como cenário dentro de um contexto geográfico e temporal específico. Esta abordagem abrange diversas áreas de estudo, como a História e a Geografia, tendo como principal característica a criação de percursos dinâmicos, com o objetivo de imergir o utilizador nas narrativas multimédia, suportadas por vários conteúdos pedagógicos georreferenciados. Foi envolvido um grupo de quarenta e cinco utilizadores ao longo de duas fases de avaliação, com o propósito de testar a usabilidade da ferramenta multimédia desenvolvida.

PALAVRAS-CHAVE: *Narrativa Histórica, Escravatura, Georreferenciação, Multimédia, Avaliação SUS, Desenvolvimento Android*

Abstract

This master's dissertation describes the development of a mobile multimedia tool designed for educational and touristic purposes, centred on the presentation of content based on the biographies of key historical figures from a specific era. The developed content explores the history of slavery in Lisbon through an alternative approach, making use of narratives that employ tourist sites of historical interest as settings, embedded within a specific geographical and temporal context. This approach encompasses various fields of study, such as History and Geography, and is characterised primarily by the creation of dynamic routes aimed at immersing the user in multimedia narratives supported by a range of geolocated pedagogical content. A group of forty five users was involved across two evaluation phases, with the purpose of testing the usability of the multimedia tool developed.

KEYWORDS: *Historical Narrative, Slavery, Geolocation, Multimedia, SUS Evaluation, Android Development*

Conteúdo

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de acrónimos	xi
Capítulo 1. Introdução	1
1.1. Motivação	1
1.2. Contexto	2
1.3. Questões de Investigação	3
1.4. Objetivos	3
1.5. Metodologia	4
1.6. Divulgação do Trabalho Académico	5
1.7. Organização da Dissertação	5
Capítulo 2. Revisão Bibliográfica	7
2.1. Roteiros Turísticos Sobre a Escravatura em Lisboa	7
2.1.1. História da Lisboa Africana	7
2.1.2. African Lisbon Tour	8
2.1.3. The Slave Trade in Lisbon	8
2.1.4. Análise Conclusiva Sobre os Roteiros Turísticos	8
2.2. Trabalhos Relevantes Sobre a Escravatura	9
2.2.1. Escravos e Senhores da Lisboa Quinhentista	9
2.2.2. A Herança Africana em Portugal	9
2.2.3. Escravos em Portugal: Das origens ao século XIX	9
2.2.4. Análise Conclusiva dos Trabalhos Relevantes Sobre a Escravatura	10
2.3. Trabalhos Académicos Relacionados	10
2.3.1. Setúbal Negra	11
2.3.2. A Cidade Invisível	12
2.3.3. Aplicação Dinamizadora do Turismo em Belém	13
2.3.4. Análise Conclusiva dos Trabalhos Académicos Relacionados	13
2.4. Aplicações Relacionadas e Desenvolvidas pelo Mercado	14

2.4.1. <i>Rewind Cities Lisbon</i>	14
2.4.2. Roteiro Literário Levantado do Chão	14
2.4.3. Passados Presentes	15
2.4.4. Análise Conclusiva das Aplicações Desenvolvidas pelo Mercado	16
2.5. Gamificação e Jogos Sérios como Estratégia de Aliciamento	16
2.5.1. Gamificação	17
2.5.2. Jogos Sérios	18
2.5.3. Jogos Sérios como Instrumentos de Ensino sobre a Escravatura	19
2.5.4. Jogos Ubíquos	20
2.5.5. Análise Conclusiva das Estratégias de Aliciamento	21
2.6. Conclusão da Revisão Bibliográfica	22
 Capítulo 3. Implementação e Desenvolvimento	 23
3.1. Descrição do Processo de implementação e Desenvolvimento	23
3.1.1. Protótipo Figma	24
3.1.2. Arquitetura de Sistema	25
3.1.3. Diagrama de Classes	27
3.1.4. Modelo de Dados	29
3.1.5. API <i>Google Maps</i>	30
3.1.6. Comunicação	31
3.1.7. Segurança do Sistema	32
3.1.8. Desenvolvimento Aplicacional, Implementação <i>Android</i> e APK	34
3.1.9. Análise Conclusiva da Descrição do Processo de Desenvolvimento	35
3.2. Versão Final da Ferramenta Multimédia HBP	36
3.2.1. Funcionalidades e Informações dos Separadores/UI Principais	37
3.2.2. Gestão de Expectativas (Avaliações e Métricas dos Percursos)	42
3.2.3. UI Percurso/Botão Fazer Circuito (UI Circuitos/UI Personagens)	44
3.2.4. UI/Botão Visitar (UI Pontos Turísticos)	49
3.2.5. Análise Conclusiva da Versão Final da Ferramenta Multimédia HBP	51
3.3. Conclusão da Implementação e Desenvolvimento	52
 Capítulo 4. Avaliação	 55
4.1. Avaliação do Protótipo Figma	56
4.2. Avaliação da Versão Final da Ferramenta Multimédia HBP	59
4.3. Conclusão da Avaliação de Resultados	64
 Capítulo 5. Conclusões e Trabalho Futuro	 65
5.1. Conclusões	66
5.2. Trabalhos Futuros	69
 Referências	 71
Anexo A – Diagrama de Classes Ampliado	79
Anexo B – Diagrama do Modelo de Dados Ampliado	80

Lista de Figuras

1.1 Modelo de processo de pesquisa científica de design	4
2.1 Setúbal Negra	11
2.2 A Presença Negra em Setúbal	12
2.3 Coimbra Invisível	12
2.4 Aplicação Dinamizadora do Turismo em Belém	13
2.5 Roteiro Literário Levantado do Chão	15
2.6 Passados Presentes	16
2.7 Definição de Jogos Sérios	18
3.1 Protótipo Figma	25
3.2 Arquitetura do Sistema	26
3.3 Diagrama de Classes	27
3.4 Modelo de Dados	29
3.5 Imagem de Apresentação da HBP	37
3.6 Separadores/UI Principais	38
3.7 Funcionalidades de Proximidade, Favoritos e <i>Scroll</i>	39
3.8 Carrossel de Imagens	40
3.9 Botão Ver Detalhes	41
3.10 Associação Entre Personagens e Pontos Turísticos	42
3.11 Características dos Circuitos e Avaliações	43
3.12 UI Percurso	45
3.13 Funcionalidades Ampliar Texto e Ir para Ponto Turístico	46
3.14 Adaptação de Funcionalidades na UI Percurso	47
3.15 Realização do Circuito	48
3.16 Modal de Avaliação e Redimensionamento de Caixas	49
3.17 UI Visitar	50
3.18 Avaliação e Conclusão da Visita	51

Lista de Tabelas

4.1 Resultados Obtidos na UX/UI Apresentada pelo Protótipo Figma	57
4.2 Resultados da Avaliação da Utilidade e da Usabilidade do Protótipo Figma	58
4.3 Resultados Obtidos na UX/UI Apresentada pela Ferramenta Multimédia HBP	61
4.4 Questionário SUS	62
4.5 Resultados da Avaliação da Utilidade e da Usabilidade da HBP	63

Lista de acrónimos

API: *Application Programming Interface*

APP: Aplicação Multimédia

BD: Base de Dados

GPS: Sistema de Posicionamento Global

HBP: História Baseada em Personagens

ICGI'24: *International Conference on Graphics and Interaction*

ID: Identificação

IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

IP: *Internet Protocol Address*

JSON: *JavaScript Object Notation*

RA: Realidade Aumentada

SGBD: Sistema de Gestão de Base de Dados

SO: Sistema Operativo

SP: *Stored Procedure*

SUS: *System Usability Scale*

TI: Tecnologias de Informação

UI: *User Interface*

URL: *Uniform Resource Locator*

UTAD: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

UX: *User Experience*

.APK: *Android Application Package*

CAPÍTULO 1

Introdução

A abordagem multimédia utilizada recorre a uma forma alternativa de apresentar o passado, através da utilização de narrativas históricas baseadas em biografias, tornando possível aproximar o utilizador das personagens marcantes de uma era em que a escravatura estava profundamente enraizada na economia, nas práticas e nos costumes de Portugal.

O desafio abrange diversas matérias de estudo, incluindo o desenvolvimento multimédia, a história dos Descobrimentos e a geografia. Embora esteja circunscrita à área de Lisboa, a investigação de estratégias educativas apoiadas por um conjunto de Tecnologias de Informação (TI), como jogos sérios, georreferenciação, entre outros, resultou numa Aplicação Multimédia (APP) intitulada História Baseada em Personagens (HBP).

A HBP apresenta a história da Escravatura em Lisboa, convidando o utilizador a realizar um passeio pela cidade, através de percursos dinâmicos e narrativas desenroladas entre os séculos XV e XIX, período em que a escravatura era uma prática normalizada. Esta abordagem permite não só compreender a época apresentada, como também envolve o utilizador na história, ao dar a conhecer algumas vítimas dessa condição social e os locais que sustentaram a escravatura.

1.1. Motivação

A escravatura é uma prática social que tem como objetivo privar um ser humano da sua liberdade e direitos, para ser submetido à vontade de outrem, que o considera sua propriedade, imposta por meio da violência física ou moral [1]. A definição de escravatura parece remeter para práticas do antanho, porém esta forma de exploração teima em não desaparecer, mesmo nas culturas ocidentais. Só em Portugal estima-se que em 2016 seriam 26.000 as vítimas de trabalho forçado [2], um número que tende a aumentar. De acordo com os dados mais recentes do INE, “em 2021 (...) haverá nessa condição de escravatura moderna 39,6 mil pessoas no país. Números superiores, de acordo com o estudo, aos do Burkina Faso, Essuatíni ou Serra Leoa, entre outros” [3].

A distinção entre a escravidão moderna e a escravidão clássica não reside na relação entre o escravizador e o escravizado mas na diferença legislativa aplicada a esta prática ancestral. A escravatura clássica estava regulamentada e era permitida por lei, enquanto a escravatura moderna é considerada um crime, punível com pena de prisão [4].

Com uma precedência histórica em relação a Portugal, é possível concluir que Lisboa sempre foi uma cidade multicultural, onde as influências dos vários povos persistiram no tempo [5]. Paralelamente, a prática da escravatura persistiu, adaptando-se às dinâmicas sociais e culturais dos diferentes povos que invadiram a cidade, praticando a escravatura

sobre as populações locais [6]. Os escravos eram revendidos [7] e utilizados para trabalhar na mineração, no artesanato e nos serviços domésticos [8], chegando a ser a espinha dorsal do sistema económico [9].

O comércio de escravos em larga escala foi iniciado pelos árabes, devastando a África subsariana durante treze séculos sem interrupção, resultando em milhões de seres humanos deportados e desaparecidos [10]. No entanto, este comércio ganhou um novo significado no final do século XV, quando os marinheiros portugueses deram início à expansão marítima e abriram os canais de comunicação marítimos entre os diferentes povos e culturas [11], resultando no aumento da multiculturalidade, que já era evidente na cidade a que chamamos hoje de Lisboa. Porém, vivemos numa época de polarização acentuada, onde o tema da escravatura é frequentemente instrumentalizado para justificar posições extremadas e atos de vandalismo, como ataques a estátuas e monumentos [12].

Os sentimentos nacionalistas são alimentados pela culpabilização de figuras proeminentes da história e dos feitos de uma nação [12], tornando este tema sensível e frequentemente associado a questões como o racismo. No entanto, a escravatura prospera nas diferenças entre indivíduos, estando ligada a diversos fatores como por exemplo: diferenças religiosas, sociais e geográficas [13]. É neste ponto que reside a motivação para o desenvolvimento de uma ferramenta multimédia capaz de apresentar as histórias de vida das pessoas que sofreram estas injustiças sociais.

Ao ser utilizado como base o trabalho sobre a história dos escravos em Portugal [14] e o Roteiro histórico de uma Lisboa Africana [15], é possível desvendar não apenas os locais e o quotidiano, como também as biografias e as experiências vividas pelas vítimas da prática da escravatura nos tribunais da Inquisição.

Foram aplicadas diversas TI no desenvolvimento de uma abordagem multimédia da história da escravatura em Lisboa, possibilitando reconstituir a época dos Descobrimentos Portugueses de uma perspetiva diferente, neste caso, a de quem foi escravizado. A ferramenta multimédia desenvolvida no âmbito desta dissertação, procura promover a compreensão da sociedade com base no quotidiano e nas pessoas de um determinado período histórico, disponibilizando o acesso ao conhecimento do passado para responder às questões do presente e auxiliar no planeamento de um futuro melhor.

1.2. Contexto

A presente dissertação centra-se numa abordagem multimédia que permita apresentar, desde a sua origem, a história da escravatura, recorrendo a percursos turísticos pela cidade de Lisboa, incidindo nas comunidades africanas, enraizadas na cidade há séculos.

No entanto, independentemente de os indivíduos representados nas biografias utilizadas nas narrativas serem ou não de origem africana, é impossível discutir a escravatura sem mencionar o povo africano. Por essa razão, ao abordar este tema, foi procurado identificar os locais geográficos onde a cultura deste povo é evidente.

Foram analisados livros, roteiros, locais e abordagens multimédia relacionados com o tema, resultando numa contextualização histórica da escravatura. Esta pesquisa foi crucial para delinear os pontos necessários na construção da componente prática da dissertação.

A abordagem multimédia adotada, estabelece uma conexão entre os locais geográficos traçando rotas entre eles, enquanto narra a história dos indivíduos submetidos à escravatura. As biografias apresentadas resistiram ao tempo e são contadas através da identificação de pontos geográficos relevantes na vida destes indivíduos. Esta ferramenta multimédia possibilita uma aproximação do utilizador à personagem em questão [16], funcionando não apenas como um roteiro turístico, mas também como uma aula de história.

No contexto desta dissertação, foram abordadas estratégias pedagógicas para alcançar resultados de aprendizagem sobre os conteúdos apresentados, despertando a curiosidade e o interesse do utilizador através da tomada de decisões relacionadas com as personagens em determinados pontos turísticos ou circuitos.

A finalidade da integração de jogos sérios e questionários na ferramenta multimédia tem o intuito de tornar a interação do utilizador apelativa e educativa [17], enquanto explora os locais de interesse relacionados com o tema apresentado, promovendo o exercício físico e a cultura relacionada com determinado local através de passeios turísticos de interesse histórico e cultural.

A abordagem multimédia além de apelativa e educativa tem de alcançar uma experiência e interface de utilizador satisfatórias, denominadas *User Experience (UX)* e *User Interface (UI)* e deve fornecer um acesso, o mais inclusivo e universal possível, estando apenas limitado à utilização de um *smartphone* com acesso à Internet e ao Sistema de Posicionamento Global (GPS). Dentro do contexto da dissertação, a realização de testes de usabilidade é essencial para obter um resultado de acordo com as expectativas do público-alvo.

1.3. Questões de Investigação

No âmbito da temática em estudo, são descritas as seguintes questões de investigação que motivam a análise elaborada:

1. É relevante uma ferramenta multimédia que narre a história da escravatura sob o ponto de vista das personagens?
2. É possível através do modelo aplicacional desenvolvido, apresentar outros períodos históricos com base em personagens?

1.4. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação consiste no desenvolvimento de uma ferramenta multimédia, intitulada HBP, com fins educativos e turísticos, capaz de apresentar a história da escravatura em Lisboa com base nas biografias dos indivíduos escravizados, através de percursos definidos pela ligação entre locais historicamente relevantes.

Um dos objetivos é a implementação de um modelo escalável e dinâmico na HBP, que permita não apenas o armazenamento de percursos, como também a associação de

diversos conteúdos a diferentes posições geográficas. Este desenvolvimento possibilita a integração futura de múltiplos elementos, incluindo jogos sérios associados aos conteúdos exibidos. A finalidade desta abordagem é incentivar a aprendizagem do utilizador sobre o episódio descrito, transformando o local num espaço de conhecimento e significado.

A HBP tem como propósito, ir além da descrição dos acontecimentos, procurando proporcionar uma experiência educativa e envolvente, através da imersão do utilizador nos episódios apresentados. A implementação deste modelo tem a capacidade de interligar diferentes conteúdos, narrando eventos ocorridos em locais específicos com base nas biografias das personagens intervenientes dos episódios históricos. O cruzamento das diversas biografias pode ter geografias em comum, transformando o ponto turístico num palco onde as diferentes personagens atuam.

Uma das finalidades desta abordagem multimédia consiste na independência temática, através de um modelo capaz de incorporar diversos períodos históricos. Este modelo permite que a HBP apresente uma variedade de histórias centradas nas biografias dos seus protagonistas, transformando esta APP numa ferramenta pedagógica para os utilizadores, enquanto exploram os locais de interesse relacionados com o tema abordado.

Os utilizadores impossibilitados de visitar o local podem aceder aos conteúdos multimédia sem a necessidade de visitar fisicamente os locais. O acesso remoto aos conteúdos disponibilizados será permitido, de forma a mitigar as restrições no acesso universal à informação destinada ao público-alvo da HBP.

1.5. Metodologia

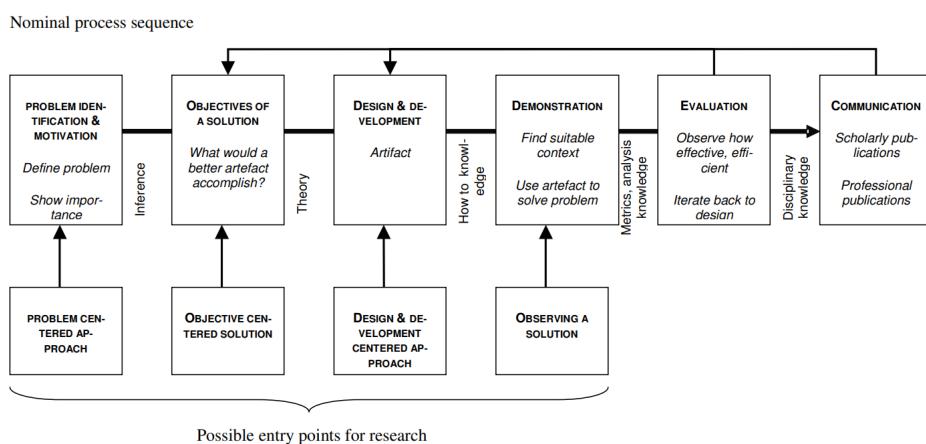


FIGURA 1.1. Modelo de processo de pesquisa científica de design [18].

Para alcançar os objetivos estabelecidos, foi necessário recorrer ao modelo de processo de pesquisa científica de design [18], representado na Figura 1.1. Este modelo permite decompor o desafio em problemas menores, revelando-se imprescindível num processo de investigação estruturado, capaz de gerir os objetivos.

Os detalhes correspondentes à definição do problema já foram descritos nas secções 1.1 e 1.2, destacando a importância de criar uma ferramenta pedagógica que proponha uma solução didática para o tema da escravatura na cidade de Lisboa.

A aplicação do modelo ilustrado na Figura 1.1, em conjunto com a revisão bibliográfica, define as etapas necessárias para alcançar os objetivos descritos na secção 1.4.

Na fase correspondente ao design e desenvolvimento, implementou-se um protótipo com várias funcionalidades planeadas para a HBP, com o propósito de identificar e corrigir eventuais erros ou falhas iniciais com base em testes realizados junto do público-alvo.

Após os testes de usabilidade e design realizados junto do público-alvo terem alcançado resultados positivos, iniciou-se a fase de desenvolvimento da ferramenta multimédia HBP, fundamentada na solução proposta pelo protótipo avaliado.

1.6. Divulgação do Trabalho Académico

O protótipo e as validações obtidas através dos testes de usabilidade realizados com o público-alvo, serviram de base na elaboração de um artigo científico intitulado "*A multimedia character-centric approach for history educational purposes*" [19]. O artigo foi submetido à revisão por pares académicos e apresentado na *International Conference on Graphics and Interaction* (ICGI'24), realizada no dia 08/09/2024 na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), para posterior publicação no *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE).

Com o objetivo de alcançar a melhor usabilidade possível, os testes consistiram na realização diversas tarefas abrangentes, com recurso às funcionalidades dos botões e à clareza dos conteúdos disponibilizados pelo protótipo. Uma parte substancial do artigo é dedicada ao desenvolvimento de um ecossistema digital que permitisse a escalabilidade e a independência dos diversos componentes que compõem uma arquitetura de sistema capaz de integrar diversas narrativas históricas, culminando na concretização satisfatória da parte essencial da abordagem multimédia. Temas como a segurança, o desenvolvimento multiplataforma e a comunicação entre os diferentes elementos do sistema são também abordados ao longo do artigo, incluindo uma secção dedicada à integração de uma *Application Programming Interface* (API) externa que permita a utilização de recursos relacionados com a georreferenciação.

O artigo sintetiza os elementos da dissertação, incluindo o estado da arte, a estrutura lógica (modelo de dados, diagrama de classes e arquitetura do sistema), bem como as principais funcionalidades e conteúdos previstos para a ferramenta multimédia HBP.

1.7. Organização da Dissertação

A estrutura da dissertação está organizada em cinco capítulos principais, abordando em cada um deles uma parte essencial do trabalho desenvolvido.

O capítulo dois é dedicado à revisão bibliográfica, incidindo inicialmente na investigação e contextualização histórica da escravatura, através da análise de livros, roteiros turísticos e locais relacionados com o tema. Posteriormente, foram indagadas diversas

abordagens multimédia com objetivos semelhantes ao proposto na elaboração da dissertação, contribuindo não apenas para a qualidade da construção da HBP, como também para a identificação das melhores estratégias de desenvolvimento aplicacional.

A revisão bibliográfica inclui diferentes tipos de jogos e estratégias de gamificação que podem ser aplicados nesta abordagem multimédia. Embora com o foco principal no tema da escravatura, está previsto que a HBP possa abranger outros períodos históricos. A aplicação de elementos de gamificação ou jogos sérios relacionados com o tema apresentado pode tornar a ferramenta multimédia mais apelativa [17].

O capítulo três aborda todos os elementos teóricos e práticos necessários ao funcionamento da abordagem multimédia, incluindo não apenas o diagrama de classes, o modelo de dados e a arquitetura do sistema, mas também todas as funcionalidades, UIs e alguns conteúdos digitais que compõem a versão final da ferramenta multimédia HBP.

O protótipo não funcional é igualmente abordado numa secção própria do capítulo três, incorporando uma parte fundamental dos desenvolvimentos a aplicar na usabilidade da versão final da HBP. As funcionalidades, UIs e alguns conteúdos multimédia previstos para a HBP foram integradas no protótipo com o objetivo de otimizar a UX/UI com base nos resultados dos testes realizados junto do público-alvo.

No capítulo quatro, são analisados e comparados os resultados obtidos ao longo de duas fases de avaliação realizadas junto do público-alvo. A primeira incide sobre os testes realizados com o protótipo não funcional, enquanto a segunda é dedicada à análise dos resultados obtidos com a versão final da ferramenta multimédia HBP.

Foram realizadas no total, quarenta entrevistas: dez na primeira fase e trinta na segunda. Em cada uma destas entrevistas foi acompanhada por um questionário abrangente, cujos resultados serviram para identificar falhas e validar implementações.

Por fim, o quinto e último capítulo aborda as conclusões retiradas ao longo da dissertação, assim como os trabalhos futuros a realizar. Neste capítulo, são apresentadas não apenas as limitações e as evidências alcançadas, mas também possíveis direções para desenvolvimentos e investigações futuras.

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica

Esta dissertação resulta de uma revisão da literatura ampla e diversificada, abrangendo diversas áreas, como a história da escravatura, o desenvolvimento aplicacional com conteúdos multimédia georreferenciados e jogos sérios. Este capítulo aborda os diversos temas da dissertação, organizados em secções, cada um debruçado numa área específica.

Inicialmente, para abordar o tema da escravatura e a influência cultural africana na cidade, é apresentada uma análise do estado da arte sobre os roteiros turísticos que abordem a história da escravatura em Lisboa. Em seguida, será efetuada uma análise dos trabalhos mais relevantes sobre a escravatura no contexto do tema da dissertação, apresentando a recolha documental histórica efetuada pelos vários historiadores que abordam o tema da escravatura a partir da perspetiva dos seus intervenientes. Posteriormente, será apresentada uma pesquisa sobre trabalhos académicos e aplicações moveis disponíveis no mercado semelhantes ao tema da dissertação, nomeadamente ferramentas multimédia de caráter educacional ou turístico que utilizam a georreferenciação na apresentação de uma cidade, recorrendo a roteiros. Finalmente, é indagado o tema da gamificação e os jogos sérios, com o objetivo de identificar a melhor estratégia para integrar na HBP o tema da escravatura em Lisboa.

2.1. Roteiros Turísticos Sobre a Escravatura em Lisboa

Lisboa no ano de 2019, foi a quarta cidade mais visitada da Europa, consolidando-se como um dos principais destinos turísticos [20]. Conforme é referido na secção 1.1, a sua herança cultural é um dos seus principais atrativos. São disponibilizados inúmeros passeios culturais que exploram a história da cidade, entre eles, existe quem se dedique a revelar a história da escravatura e a influência africana em Lisboa, com o objetivo de revelar o seu passado escravista e a sua herança africana.

A secção 2.1 é dedicada à análise dos roteiros turísticos centrados no tema da escravatura, a forma como são apresentados suscitam o interesse de quem é fascinado pelo tema.

2.1.1. História da Lisboa Africana

A História da Lisboa Africana é um dos principais roteiros dedicados à história da escravatura na cidade, promovido pelo Museu de Lisboa, sob a tutela da Câmara Municipal de Lisboa, em parceria com a Associação Batoto Yetu Portugal, uma organização que trabalha com jovens e crianças no âmbito da valorização da cultura africana.

Esta iniciativa oferece uma visita guiada pelos locais onde a presença africana na cidade é evidente [21]. Esta parceria já alcançou resultados significativos na divulgação

do tema, incluindo a colocação de placas toponímicas em ruas da cidade que narram a história da Lisboa Africana desde o século XV até à atualidade, bem como a inauguração do busto do Pai Paulino, uma figura de destaque na história africana em Lisboa [22].

2.1.2. African Lisbon Tour

O criador do projeto *African Lisbon Tour* organiza excursões turísticas e culturais focadas na Lisboa do século XV [23]. Estes passeios culturais destacam os principais locais onde a escravatura e a cultura africana se entrelaça, abordando uma variedade de temas, tais como a história, a dança e a gastronomia, que evidenciam a presença africana em Lisboa.

2.1.3. The Slave Trade in Lisbon

O criador do projeto *The Slave Trade in Lisbon*, desconstrói através de factos concretos, a persistente ideologia do luso-tropicalismo que retrata uma colonização portuguesa supostamente menos violenta em comparação com a dos restantes países europeus [24]. Este projeto consiste numa visita guiada pelo passado, com foco no custo humano da expansão do colonialismo português.

A excursão turística aborda não apenas a arquitetura moral e filosófica que justificava, na época, o negócio da escravatura, incluindo o tráfico massivo de pessoas nas rotas do interior de África e o envolvimento africano no comércio de escravos, como também o papel estruturante que os escravos desempenhavam na vida urbana em Lisboa.

É destacada, durante a excursão, a importância da construção de um memorial que obrigaría todos os guias a abordarem o tema, frequentemente invisível para estrangeiros e portugueses.

2.1.4. Análise Conclusiva Sobre os Roteiros Turísticos

Foram descritas, ao longo da secção 2.1, três abordagens distintas à realização de excursões turísticas centradas no tema da escravatura e da presença da cultura africana em Lisboa.

Um dos objetivos principais da HBP é desenhar circuitos turísticos e pedestres pela capital portuguesa com foco nas comunidades africanas. Foi necessário verificar-se quais os pontos geográficos essenciais para a criação de um roteiro pela cidade de Lisboa, destacando não só as pessoas de origem africana que ajudaram a definir a cultura e a identidade lisboetas, mas também qualquer pessoa que tenha sido escravizada pela coroa portuguesa e trazida à força dos territórios colonizados, aspeto amiúde omitido nos livros de história.

Para a abordagem da história da escravatura em Lisboa, foi utilizado como referência o Roteiro Histórico de uma Lisboa Africana [15], elaborado em parceria com a Associação Batoto Yetu Portugal [21], pela forma sustentada como apresenta as pessoas, as comunidades e a influência africana na sociedade portuguesa, entre os séculos XV e XIX, cuja estrutura económica assentava no trabalho escravo. A elaboração deste roteiro contou com o apoio não só da Secretaria de Estado para a Cidadania e a Igualdade, como também do Alto Comissariado para as Migrações [15].

2.2. Trabalhos Relevantes Sobre a Escravatura

A escravatura é uma prática social omnipresente ao longo da história, mantendo-se atual como tema mediático, exigindo uma análise aprofundada das obras que não estivessem limitadas apenas ao comércio transatlântico de escravos ou aos feitos dos descobrimentos.

A pesquisa bibliográfica no âmbito dos trabalhos relevantes sobre a escravatura foi alinhada com os objetivos propostos no desenvolvimento da HBP, incidindo na análise das obras literárias centradas na vida social durante o período da escravatura.

São apresentadas nesta secção, as obras que abordam dentro de um espectro temporal mais amplo possível, a adaptação da escravatura à estrutura social ao longo dos séculos, através das biografias e da influência cultural enraizada em Lisboa pelas pessoas escravizadas.

2.2.1. Escravos e Senhores da Lisboa Quinhentista

A obra intitulada Escravos e Senhores da Lisboa Quinhentista analisa a escravatura em Lisboa durante o século XVI, numa época em que a cidade era o principal centro financeiro e organizativo do tráfico atlântico de escravos. O autor Jorge Fonseca, realizou um levantamento social de uma cidade com a maior concentração de negros na Europa, representando cerca de um décimo da população [25].

Ao longo desta obra são descritas as origens dos escravos, as atividades em que foram empregados, os proprietários a quem pertenciam, as condições em que viveram e as suas relações com a sociedade livre [25]. Além disso, é abordada a população libertada, os seus descendentes e as práticas culturais que surgiram com o associativismo dos negros [25].

A obra transmite os impactos sociais de um período específico da história da escravatura em Portugal, marcados pelo auge do comércio transatlântico. À medida que o número de africanos negros aumentava, a sociedade passou a relacionar a cor de pele ao escalão mais indefeso da sociedade, resultando em fenómenos de segregação e em preconceitos de carácter racista [14].

2.2.2. A Herança Africana em Portugal

A Herança Africana em Portugal documenta a presença africana na sociedade portuguesa desde o século XIII, com maior evidência a partir do século XV, deixando marcas permanentes na forma de ser, de pensar e de agir dos portugueses [26].

A autora Isabel Castro Henriques, examina a influência africana, integrada na sociedade portuguesa há mais de cinco séculos em várias áreas, desde a economia e a política até à cultura e à religião. Esta abordagem clarifica questões relacionadas com a historiografia, o património cultural e a identidade nacional portuguesa enquanto povo e nação [27].

2.2.3. Escravos em Portugal: Das origens ao século XIX

A obra Escravos em Portugal centra-se na dimensão física dos indivíduos escravizados e, consequentemente, na dos seus senhores [14]. No entanto, as fontes sobre as pessoas

sujeitas à condição de escravizado são bastante limitadas, levando o autor a contextualizar e diversificar as fontes encontradas, para além dos registos do tribunal da inquisição [14].

Uma parte substancial deste livro é composta por episódios da vida das pessoas escravizadas, capturados apenas num instante ou breve períodos em que a atenção do mundo dominante se voltou para elas. Em alguns casos, o autor Arlindo Caldeira conseguiu reconstruir uma parte significativa da vida destas pessoas [14].

À luz da época, os escravos eram vistos como objetos, obrigando a um esforço adicional do autor para os retratar como seres humanos, com sentimentos e paixões, interagindo como pessoas em locais específicos. A obra parte do princípio, de que através dos percursos individuais, podemos conhecer com precisão as experiências coletivas [14].

A obra analisa a história dos escravos em Portugal através dos relatos biográficos utilizados pelo autor na tentativa de reconstruir a memória dos escravizados, procurando enquadrar o problema da escravidão ao longo da obra [14]. Os episódios biográficos centram-se entre os séculos XVI, XVII e XVIII, devido à consistência da informação recolhida, época em que os escravos eram maioritários e provenientes da África subsariana [14].

2.2.4. Análise Conclusiva dos Trabalhos Relevantes Sobre a Escravatura

A análise das obras descritas desempenhou um papel crucial na elaboração dos conteúdos integrados na HBP, permitindo reconstruir e narrar a vida das pessoas reduzidas à condição de escravos. Os trabalhos sobre a escravatura, apresentados ao longo da secção 2.2, possibilitaram não só traçar um retrato social de uma Lisboa multicultural, como também destacar as desigualdades sociais e as raízes muitas vezes esquecidas do povo africano.

A construção de percursos sobre a história da escravatura é possível através da conexão dos locais referenciados pelas obras assinaladas, possibilitando que a HBP guie os utilizadores pelas zonas onde viviam as comunidades escravizadas, enquanto são narradas as biografias e alguns episódios ocorridos nesses locais.

A abordagem biográfica utilizada na obra Escravos em Portugal: Das origens ao século XIX personifica a experiência da escravatura e aproxima o utilizador da HBP das histórias dos protagonistas escravizados, proporcionando uma visão pessoal da vida destas comunidades ao retratar as histórias de diversas pessoas vítimas da condição de escravo [14].

2.3. Trabalhos Académicos Relacionados

Vários trabalhos académicos já exploraram o tema das abordagens multimédia históricoturísticas com recurso à georreferenciação, sendo que algumas dessas ferramentas utilizam narrativas e conteúdos multimédia para abordar a história de uma cidade, transportando o utilizador para uma época específica, proporcionando uma UX/UI educativa e imersiva.

O propósito comum com o tema da dissertação consiste não apenas em educar o utilizador sobre um local histórico específico, como também em proporcionar a sensação de presença num determinado período histórico.

É apresentada na secção 2.3 uma análise das aplicações móveis histórico-turísticas com recurso à georreferenciação que melhor se enquadram no âmbito da dissertação, incidindo nas abordagens académicas cujos objetivos estão alinhados com os da HBP.

Um dos propósitos é assegurar uma UX/UI satisfatória, seja através da criação de rotas personalizadas, seja pelo fornecimento de conteúdos multimédia e informações contextuais baseadas na localização.

2.3.1. Setúbal Negra

O projeto Setúbal Negra, desenvolvido por Rafaela Rodrigues, consiste numa abordagem multimédia com o propósito de apresentar uma versão digital do roteiro A Presença Negra na Cidade de Setúbal, séc. XV ao XVIII, elaborado pelos docentes, com o apoio da Câmara Municipal de Setúbal [28] [29].

A ferramenta representada na Figura 2.1 e explora através da georreferenciação, o potencial narrativo dos conteúdos históricos, recorrendo a narrações pontuadas com texturas sonoras e faixas musicais, aproximando-se de um *audiowalk* [28].

A abordagem multimédia Setúbal Negra tem o mesmo objetivo do roteiro representado na Figura 2.2: “desocultar um passado invisibilizado da cidade” [29]. Esta ferramenta apresenta o conteúdo do roteiro de forma educativa, imersiva e acessível a um público mais vasto, procurando sensibilizar os utilizadores para o esquecimento das comunidades negras, como parte integrante da história local [28].

Este projeto disponibiliza uma visita guiada aos diversos locais históricos que testemunham a presença e a contribuição das comunidades negras na cidade de Setúbal. Constitui “uma contra-narrativa às continuidades coloniais e eurocêntricas na memória sobre a cidade e a ancestralidade dos/as setubalenses de hoje” [29].

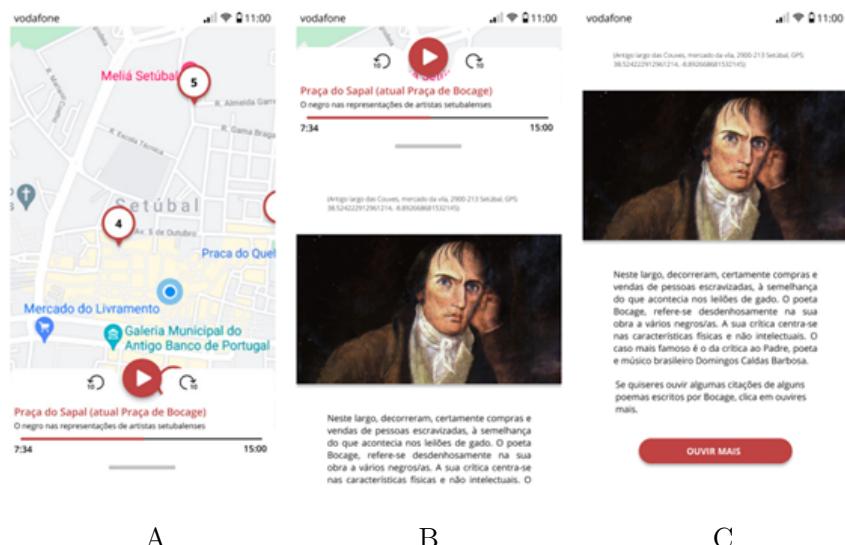


FIGURA 2.1. Aplicação Setúbal Negra [28]. No ecrã "A" é apresentado o mapa georreferenciado com os pontos de interesse. Nos restantes ecrãs são apresentados os diversos conteúdos que podem ser ouvidos ou lidos.

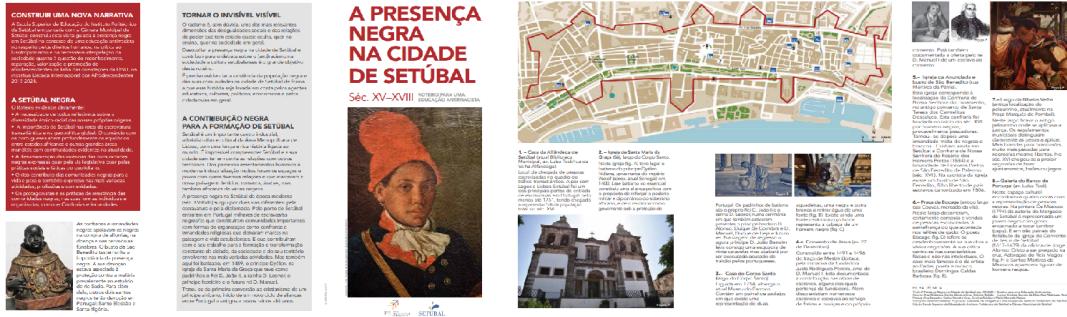


FIGURA 2.2. Roteiro "A Presença Negra em Setúbal: Séculos XV ao XVIII" [29], está acessível apenas acessível em formato físico, serviu de base para o desenvolvimento da Aplicação Setúbal Negra.

2.3.2. A Cidade Invisível

O projeto A Cidade Invisível, realizado por Raquel Murta, é uma abordagem multimédia desenvolvida com o propósito de recuperar a memória da Alta de Coimbra, uma zona histórica da cidade alterada, devido às demolições ocorridas durante a década de 1940 [30].

Os conteúdos históricos e os testemunhos de antigos habitantes da cidade estiveram na base do desenvolvimento desta ferramenta multimédia que utiliza a Realidade Aumentada (RA) e a georreferenciação para exibir a Alta de Coimbra de outros tempos [30].

Conforme representado na Figura 2.3, a ferramenta multimédia Cidade Invisível sobrepõe os conteúdos assentes numa base histórica à imagem atual captada pela câmara de um *smartphone*, proporcionando ao utilizador uma experiência imersiva e envolvente [30].

É uma ferramenta pedagógica e histórico-turística, com o propósito de proporcionar aos utilizadores uma experiência audiovisual que valorize a Velha Alta de Coimbra, revelando características frequentemente despercebidas à maioria da população [30]. Segundo a autora, o que distingue esta aplicação da maioria das restantes, é a necessidade de estar presente no local, para conseguir usufruir plenamente de todas as suas funcionalidades [30].



FIGURA 2.3. Demonstração da Aplicação Coimbra Invisível [30]. Inicialmente é exibido o registo do utilizador no ecrã "A", seguido da escolha do ponto de interesse no ecrã "B" e por fim é apresentada nos restantes ecrãs a sobreposição da imagem antiga à imagem atual (RA).

2.3.3. Aplicação Dinamizadora do Turismo em Belém

A Aplicação Dinamizadora do Turismo em Belém, consiste numa abordagem multimédia sobre a atividade turística em Belém, com o objetivo de apresentar uma solução digital que permita a personalização das visitas a uma das principais zonas turísticas de Lisboa [31].

A ferramenta multimédia desenvolvida por Guilherme Tavares, está apoiada na georreferenciação para fornecer as informações sobre as atrações locais ou pontos de interesse, disponibilizando diversas atrações turísticas como eventos culturais ou históricos [31].

Conforme representado na Figura 2.4, a Aplicação Dinamizadora do Turismo em Belém tem como objetivo incentivar os turistas a explorar as áreas menos conhecidas, procurando promover um turismo sustentável, através de uma UX/UI personalizada e envolvente [31].

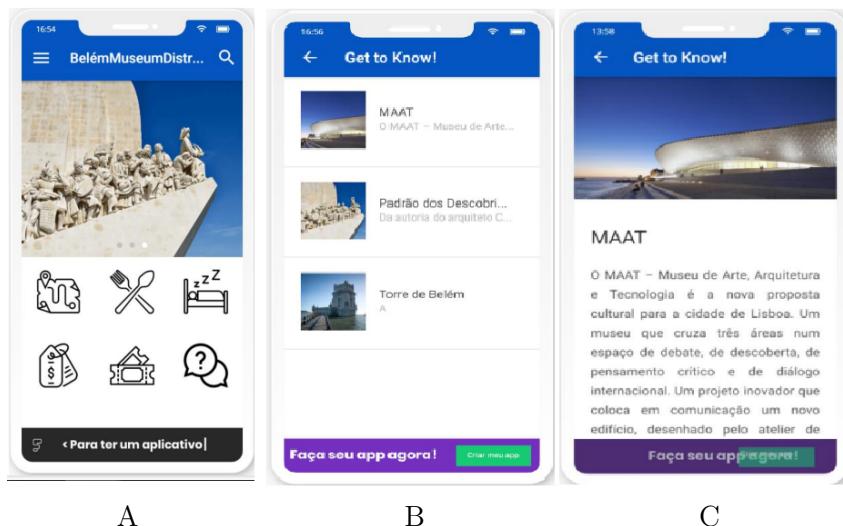


FIGURA 2.4. Aplicação Dinamizadora do Turismo em Belém [31]. No ecrã "A" é apresentado o menu com as diferentes atividades disponíveis. No ecrã "B" são apresentados os diferentes pontos de interesse, e por fim no ecrã "C" é apresentada a descrição do conteúdo escolhido.

2.3.4. Análise Conclusiva dos Trabalhos Académicos Relacionados

Foi realizada uma análise, na secção 2.3, de diversos trabalhos académicos que exploram o tema das aplicações histórico-turísticas com recurso à georreferenciação, destacando as abordagens multimédia com as temáticas alinhadas com os objetivos da dissertação.

Os trabalhos analisados partilham um desenvolvimento aplicacional orientado para fins pedagógicos e turísticos, sustentado pela georreferenciação. Apesar das diferentes estratégias utilizadas, todos convergem na intenção de divulgar conteúdos históricos menos conhecidos, transformando a perspetiva dos utilizadores que visitam as cidades apresentadas, através da atribuição de novos significados aos locais.

A HBP destaca-se pela apresentação de uma cidade num contexto histórico, através de percursos turísticos e conteúdos que revelam um passado frequentemente esquecido. No entanto, a apresentação dos conteúdos está centrada em biografias de figuras históricas e

em pontos turísticos relevantes para a época abordada, proporcionando aos utilizadores uma perspetiva e um significado diferente do que é tradicionalmente oferecido aos turistas.

2.4. Aplicações Relacionadas e Desenvolvidas pelo Mercado

O mercado aplicacional tem desenvolvido várias ferramentas multimédia histórico-turísticas com recurso à georreferenciação para transmitir o conhecimento sobre determinadas áreas geográficas. A cidade de Lisboa não é exceção, devido ao património cultural e à crescente atratividade turística, tem sido frequentemente alvo deste tipo de abordagens [20]. Enquanto na secção 2.3 foram apresentadas as abordagens multimédia relacionadas com a dissertação em contexto académico, nesta secção são analisadas as abordagens multimédia histórico-turísticas atualmente disponíveis no mercado no âmbito da dissertação. As ferramentas multimédia abordadas nesta secção destacam-se pela utilização de narrativas envolventes e de conteúdos capazes de imergir os utilizadores num determinado período histórico, através de uma UX/UI alinhada com as expectativas dos utilizadores.

2.4.1. *Rewind Cities Lisbon*

A aplicação móvel *Rewind Cities Lisbon*, lançada em junho de 2014, tinha como propósito causar um impacto significativo no conceito de turismo cultural [32]. Esta abordagem multimédia recorre à georreferenciação e à RA para combinar o passado com o presente, transportando o utilizador para uma época específica, através da sobreposição de conteúdos 2D e 3D à realidade captada pelo ecrã do *smartphone* [33].

Independentemente de o utilizador estar ou não fisicamente presente no local, são proporcionados quatro tipos de experiências integradas: “*Forgotten City*”, “*Time Machine*”, “*Total Recall*” e “*Time Traveller*”. Estas experiências permitem ao utilizador visualizar imagens e vídeos do local ao longo do tempo, sobrepor imagens antigas em 3D às imagens atuais, reviver episódios marcantes, conhecer personagens históricas e criar postais com imagens antigas de interiores ou exteriores de vários edifícios, comerciais ou culturais [34].

A *Rewind Cities Lisbon* consiste numa ferramenta multimédia, pedagógica e educativa, disponível para todos aqueles que desejam embarcar numa viagem histórica por Lisboa de forma interativa e imersiva [34].

2.4.2. Roteiro Literário Levantado do Chão

A aplicação móvel Roteiro Literário Levantado do Chão, lançada em abril de 2021, recorre à georreferenciação com o propósito de dar a conhecer os episódios marcantes e os locais associados à luta antifascista na região alentejana, entre 1933 e 1974 [35]. Esta abordagem multimédia utiliza como base a obra literária Levantado do Chão, de José Saramago, para disponibilizar percursos temáticos pré-definidos, conteúdos audiovisuais, notícias, eventos locais e informações sobre a oferta turística das áreas abrangidas [36].

Os utilizadores desta ferramenta multimédia histórico-turística, além de poderem aceder à navegação offline, têm a possibilidade de criar um itinerário através de um perfil personalizado, definindo os pontos de interesse e os percursos considerados relevantes [36].

A aplicação móvel Roteiro Literário Levantado do Chão inclui 26 pontos geográficos, distribuídos por 3 rotas temáticas com diversos percursos rodoviários e pedestres, abrangendo diferentes localidades, conforme representado na Figura 2.5. Esta ferramenta transporta o utilizador para passado não muito distante, proporcionando uma experiência imersiva e pedagógica através dos locais e acontecimentos históricos importantes da obra de José Saramago [36].



FIGURA 2.5. Demonstração da APP Roteiro Literário Levantado do Chão [36]. No ecrã "A" está representada a imagem inicial da aplicação. No ecrã "B" são apresentados os percursos temáticos pré-definidos. No ecrã "C" é apresentado os conteúdos do percurso selecionado.

2.4.3. Passados Presentes

As abordagens multimédia são frequentemente utilizadas pelos autores do projeto Passados Presentes – Memória da Escravidão no Brasil com o propósito de homenagear as vítimas da tragédia da escravatura, celebrar o património cultural negro e promover o conhecimento e a reparação histórica do passado escravista brasileiro [37].

A aplicação móvel Passados Presentes recorre à georreferenciação e a uma Base de Dados (BD) integrada no site Passados Presentes para apresentar a herança e cultura africana de cada região no Brasil [38]. Conforme representado na Figura 2.6, esta ferramenta multimédia histórico-turística apresenta um mapa com 18 pontos de interesse, identificados por ícones e imagens para facilitar o acesso aos conteúdos multimédia, como as exposições na cidade de Pinheiral e nos quilombos do Bracuí e de São José da Serra [38] [37].

O projeto Passados Presentes contribui para a reflexão sobre o racismo estrutural, esclarecendo os utilizadores sobre a história e a herança da escravatura na cultura e na sociedade brasileiras [37].



FIGURA 2.6. Demonstração da aplicação Passados Presentes [37]. No ecrã "A" é apresentado o menu de opções. No ecrã "B" são apresentados os diferentes roteiros pré-definidos. No ecrã "C" é apresentado o mapa georreferenciado com os pontos de interesse.

2.4.4. Análise Conclusiva das Aplicações Desenvolvidas pelo Mercado

A análise das abordagens multimédia histórico-turísticas desenvolvidas pelo mercado com recurso à georreferenciação, revelou-se essencial para a avaliação dos avanços práticos alcançados no subcampo das aplicações móveis destinadas à apresentação de uma região, num contexto definido pelo público-alvo.

A aplicação móvel Roteiro Literário Levantado do Chão exemplifica uma estratégia que aborda episódios vividos por personagens históricas que de alguma forma, resistiram ao passar do tempo. No entanto, ainda não se identificaram trabalhos académicos que explorem esta abordagem, podendo o conhecimento adquirido ao longo desta investigação contribuir para a implementação de boas práticas de UX/UI.

Um dos objetivos contempla a construção de um modelo capaz de integrar eficazmente as aplicações analisadas, incorporando novas estratégias e ferramentas destinadas a otimizar a UX/UI e o desempenho da HBP.

2.5. Gamificação e Jogos Sérios como Estratégia de Aliciamento

Conforme já referido, um dos objetivos da dissertação é desenvolver uma abordagem multimédia pedagógica histórico-turística com recurso à georreferenciação, centrada em biografias. No entanto, é crucial que a ferramenta digital seja apelativa e estimule a utilização recorrente por parte do público-alvo.

Uma estratégia para alcançar este objetivo, consiste em não limitar a aplicação móvel à apresentação de conteúdo pedagógico. Através da integração de elementos de gamificação e jogos, os utilizadores são incentivados a explorar os conteúdos de forma lúdica, tornando o processo de aprendizagem didático [39]. Esta abordagem promove uma perspetiva alternativa sobre os pontos turísticos da cidade de Lisboa, diferenciando a HBP das demais analisadas ao longo desta revisão bibliográfica.

São identificadas nesta secção as técnicas adequadas no âmbito da gamificação e jogos sérios, com o objetivo de otimizar o potencial de aliciamento da HBP, mantendo o foco na função pedagógica. A combinação dos conteúdos histórico-turísticos com elementos desafiantes e interativos, procura transformar a interação com a aplicação móvel numa UX cultural e divertida.

2.5.1. Gamificação

Por definição a gamificação consiste na aplicação de técnicas e características associadas aos videojogos em situações reais nos diversos campos de atividade. Tem como propósito motivar ou sensibilizar públicos específicos para a resolução de problemas práticos [40].

O conceito de gamificação foi introduzido por Jane McGonigal, quando afirmou que os jogos podiam mudar o mundo. No entanto quem mais impulsionou o interesse por esta ideia foi Jesse Schell [39]. Os jogos de realidade alternativa têm a capacidade de motivar os participantes, através da incorporação de mecanismos de jogo em ambientes não lúdicos [39]. Este processo não só cativa as pessoas na forma como se envolvem com as tarefas, como também altera a perspetiva e o comportamento do participante, a nível emocional e cognitivo, face aos desafios propostos [39].

O aliciamento e a motivação são objetivos cruciais na estratégia desta metodologia, que se distingue dos métodos convencionais, assentes na imposição [17]. Esta abordagem consiste em captar a atenção do indivíduo, envolvendo-o nos objetivos propostos [17].

Os pilares da gamificação assentam em quatro princípios fundamentais inspirados no universo dos jogos: a inspiração, a aplicação de mecânicas, a integração de elementos estéticos e a adoção de uma mentalidade lúdica [17].

A distinção principal entre o jogo e gamificação reside nos seus objetivos. O propósito do jogo consiste em proporcionar entretenimento enquanto a gamificação aproveita os elementos do jogo para motivar e estimular a aprendizagem na resolução de desafios [17].

O recurso aos elementos inerentes aos jogos não se encontram devidamente identificados na gamificação e não assegura aos utilizadores a sensação de jogar [41]. A gamificação consiste na melhoria de um serviço com base na incorporação de experiências lúdicas, ultrapassando a simples utilização dos elementos de jogo [41].

A utilização deste conceito tem ganhado relevância nos diversos contextos. No meio corporativo, a gamificação é utilizada pelos recursos humanos para aumentar a produtividade dos trabalhadores e no marketing para promover a fidelização dos clientes [39].

No contexto educacional, a gamificação tem sido integrada progressivamente, com o objetivo de incentivar a curiosidade dos estudantes e estimular a participação nas tarefas propostas. A aplicação de técnicas de gamificação encoraja os alunos a desenvolver um sentido crítico apurado na resolução de problemas [41].

2.5.2. Jogos Sérios

O jogo é caracterizado, desde a infância, como uma atividade séria no contexto educacional, emergindo como um instrumento indispensável no processo de aprendizagem [42]. Esta ferramenta é fundamental para a evolução da compreensão e da interação com o mundo envolvente, permitindo que as crianças participem e criem o próprio processo de aprendizagem, com o propósito não apenas de desenvolver as capacidades cognitivas e emocionais, como também evoluir as competências e habilidades sociais [42].

O jogo, segundo Roger Caillois, é uma ferramenta pedagógica que se transforma, através das suas valências, num reduto da liberdade, invenção e disciplina [43]. É caracterizado pelo prazer que proporciona, motiva a resolução de problemas, a assimilação de novos conhecimentos e a construção e afirmação da personalidade, podendo ser considerado uma atividade [43]:

- **Livre** - A obrigatoriedade de jogar prejudica a atratividade e o prazer do jogo.
- **Delimitada** - Um limite de tempo e espaço que deve ser respeitado.
- **Incerta** - É imprevisível o desenrolar e o desfecho do jogo.
- **Improdutiva** - Não gera bens, nem riquezas, nem elementos novos de qualquer espécie, e salvo a alteração de propriedade no interior do círculo dos jogadores, conduz a uma situação idêntica à do início da partida.
- **Regulamentada** - Sujeita a regras estabelecidas previamente pelos jogadores.
- **Fictícia** - Existe uma transfiguração do mundo real para um mundo imaginário.

No contexto dos jogos sérios, a satisfação e o entretenimento são os veículos da transmissão de conhecimento, com um propósito educacional explícito, envolvendo o jogador num ambiente onde o conteúdo está integrado na experiência do jogo [44]. Conforme representado na Figura 2.7, os jogos sérios são caracterizados pela aplicação de três componentes: experiência, entretenimento e multimédia [44].



FIGURA 2.7. Explicação de jogo sério através de um diagrama de Venn [44]

A motivação do jogador é essencial no contexto dos jogos sérios, podendo ser estimulada de duas formas [44]:

- **Motivação intrínseca** - Originada no indivíduo, é gerada por elementos como o desafio e a curiosidade. Neste cenário, a atividade é captada intrinsecamente.
- **Motivação extrínseca** - Tem por base a realização de uma atividade para atingir um objetivo. O jogador é enredado no processo de aprendizagem do conteúdo, valorizando o conhecimento assimilado.

Estas duas abordagens complementam-se, embora a motivação extrínseca seja considerada menos producente, ambas são cruciais para a eficácia dos jogos sérios [44]. Ao aplicar os jogos de forma pedagógica no cenário educacional, propicia o desenvolvimento intelectual e emocional. Conjugando entretenimento e a educação, é possível proporcionar uma UX/UI imersiva e eficaz [44].

2.5.3. Jogos Sérios como Instrumentos de Ensino sobre a Escravatura

Na análise da relação entre os jogos sérios e a História, é essencial refletir sobre o potencial desta simbiose. Os jogos sérios permitem traçar percursos não lineares na construção de narrativas históricas, facultando ao utilizador a possibilidade de se posicionar como protagonista histórico. Esta experiência é facilitada pela tomada de decisões, escolha de caminhos e vivência de conflitos e incertezas, gerando, assim, um vasto leque de possibilidades de desenvolvimento [45].

A narrativa dos jogos sérios possibilita a exploração da dimensão temporal. No entanto, frequentemente, a construção de enredos assemelha-se a relatos ficcionais, não se comprometendo necessariamente com os "sentidos de verdade" ou com a temporalidade que o discurso historiográfico pressupõe [45].

É essencial estabelecer um equilíbrio entre a narrativa dos jogos e a narrativa histórica escolar. Esta conjugação garante uma abordagem pedagógica que respeite o rigor histórico enquanto capitaliza o potencial lúdico dos jogos sérios na motivação dos alunos [45].

Ao considerar que a nossa compreensão do passado é construída no presente, podemos constatar que os jogos digitais com cenários históricos também constroem realidades a partir das quais os jogadores elaboram e desafiam as suas interpretações do passado [46].

Como exemplos de gamificação enquanto instrumento de ensino sobre a escravatura, destacam-se dois jogos sérios: Playing History Slave Trade [47] e Engenho do Açúcar, que permite ao jogador assumir o papel de um proprietário de escravos, com a possibilidade de punir os escravizados com um chicote [48].

No caso do jogo Playing History Slave Trade, os jogadores são instruídos a empilhar escravos no porão de um navio, à semelhança do famoso jogo Tetris, e, posteriormente, conduzir o navio até à América. Estes elementos visuais, ancorados em referências culturais que moldam a relação do jogador com a personagem, acabam por impedir que o jogador vivencie de forma direta o trauma associado à escravidão [49]. Este processo motiva o jogador a articular uma relação empática ou fetichista, que pode, ou não, através

das suas características lúdicas, desafiar as memórias culturais entre o indivíduo e uma narrativa histórica específica [46].

Nos jogos sérios que retratam a escravidão, o jogador assume quase sempre o papel de uma pessoa livre ou ex-escravo, interpretando uma personagem que não está inserida diretamente no contexto da escravidão [49]. No entanto, é preocupante que a interação ocorra de forma indireta, em vez de se promover a empatia pelos escravizados [49]. Uma das possíveis explicações reside na dificuldade de se jogar a partir da posição de um escravo, uma vez que tal implicaria lidar com a ausência de agência e de individualidade [49].

No âmbito deste trabalho, é pertinente desenvolver um jogo sério capaz de abordar o tema da escravatura de forma educativa, sem se limitar a representar os seus horrores, através de uma narrativa que explicasse o fenómeno da escravatura, estabelecendo conexões entre os locais históricos e o conceito pedagógico subjacente.

Uma referência interessante é a aplicação *Kikoné*, que incorpora *quizzes* temáticos para testar o conhecimento dos utilizadores sobre a história da escravatura [50]. Estes *quizzes* abrangem tópicos como nomes de escravos, condições de trabalho, castigos, cultura, entre outros, promovendo uma compreensão ampla e crítica deste período histórico [50].

2.5.4. Jogos Ubíquos

Os jogos são sistemas fechados que possibilitam ao jogador entrar num mundo virtual com regras e restrições predefinidas. No entanto, nos jogos ubíquos, essa delimitação torna-se ambígua, à medida que os limites entre o espaço do jogo e o mundo real se confundem [51].

Os jogos ubíquos são considerados uma subcategoria no universo dos jogos, não estando fixo a um determinado tempo e/ou espaço. Exploram o mundo físico, integrando o mundo dos jogos virtuais e as experiências quotidianas dos utilizadores. Esta interligação é uma ponte invisível entre realidades, podendo ser apresentado de duas formas [52]:

- **Sólida** - O jogador experimente o sentimento de deslocação no espaço e no tempo.
- **Fluída** - Dissipa as fronteiras entre o mundo do jogo e o mundo real.

Esta subcategoria de jogos pode ser classificada de inúmeras formas, abrangendo diversos géneros, sem estar limitada a apenas uma categoria. Enquanto alguns autores os categorizam com base no tipo de ações que envolvem, outros preferem classificá-los de acordo com as tecnologias utilizadas [52]. Em consonância com o conceito de jogo ubíquo, os que melhor se enquadram na natureza da abordagem multimédia são:

- **Baseados na localização** - Utiliza a georreferenciação como principal recurso, centrando-se na posição geográfica do jogador para transformar o ambiente circundante num espaço jogável, misturando a ficção com realidade. Através da computação, estes jogos realçam a experiência de fundir os mundos real e virtual, proporcionando uma interação dinâmica entre ambos [51].

- **Baseados em RA** - Complementa o mundo real com os conteúdos digitais, recorrendo à georreferenciação para integrar informações virtuais no ambiente físico. Outra abordagem consiste na recolha dos dados da câmara, para analisar os píxeis da imagem captada, permitindo o reconhecimento de padrões visuais e a consequente sobreposição de elementos digitais [51].
- **Aventura urbana** - Combina narrativas e desafios com o espaço urbano, permitindo absorver conhecimento através da exploração de locais históricos ou culturais. Com recurso a enigmas e puzzles, são fornecidas instruções sob a forma de conteúdos lúdicos, guiando os jogadores até ao local a ser visitado. A utilização da paisagem urbana no UI do jogo é crucial para a UX, construída a partir de fragmentos históricos, formam uma narrativa que traça o percurso a seguir [52].
- **Jogo caça-ao-tesouro** - Consiste em localizar um determinado lugar ou objeto específico, podendo ser jogado individualmente ou entre equipas. Os desafios de uma caça ao tesouro caracterizam-se por serem físicos, mentais ou sociais [52].

Foram apresentados ao longo desta secção alguns exemplos de modelos de jogos ubíquos no âmbito da dissertação. A conjugação com o conceito de jogos sérios na escravatura, apresentados na secção 2.5.3, não só promove a experiência do jogador, como também proporciona uma abordagem educativa e recreativa na estimulação da aprendizagem, conforme se concluiu nas secções sobre gamificação e os jogos sérios.

2.5.5. Análise Conclusiva das Estratégias de Aliciamento

A pesquisa realizada para compreender as técnicas de motivação, bem como os diferentes conceitos de jogos sérios e gamificação foram essenciais para identificar as estratégias de aliciamento mais adequadas aos objetivos da dissertação.

Através dos desafios propostos, procura-se captar a atenção do participante para alterar a sua perspetiva sobre os conteúdos apresentados pela HBP. Combinando motivação intrínseca e extrínseca, pretende-se influenciar o comportamento do utilizador na forma como enfrenta os desafios propostos, assegurando que o processo é voluntário e regulado.

Modelos como aventuras urbanas e caças ao tesouro, integrados com a georreferenciação, destacam-se pela capacidade de criar experiências envolventes e imersivas. No entanto, quando a abordagem multimédia é desprovida da necessidade de conceber um UX/UI para compreender o passado, promovendo uma experiência educativa com sensibilidade cultural e compromisso ético, o resultado obtido é inverso ao desejado. Tornando-se indispensável assegurar uma UX que impossibilite a banalização das realidades traumáticas associadas ao tema abordado.

A aplicação destas metodologias em conjunto com a criatividade narrativa e o desenvolvimento aplicacional, revelam o potencial educativo, integrando o conhecimento e o entretenimento. Através de uma abordagem pedagógica, conectando as narrativas históricas com os locais, a memória coletiva é preservada e o património histórico e/ou cultural é valorizado.

2.6. Conclusão da Revisão Bibliográfica

Devido à abrangência do projeto proposto nesta dissertação de mestrado, foram vários os temas abordados. Por esse motivo, foi essencial realizar uma triagem criteriosa dos conteúdos, selecionando três exemplos principais para cada secção. Essa escolha deve-se a quatro razões principais:

1. **Limitação de espaço e tempo** - Embora exista um vasto número de obras e roteiros sobre a escravatura e abordagens multimédia histórico-turísticas georreferenciadas, a dissertação possui restrições de páginas e tempo para a apresentação.
2. **Evitar redundâncias** - Procurou-se selecionar conteúdos com abordagens distintas, garantindo a singularidade e diversidade das perspetivas analisadas.
3. **Oferecer alternativas ao leitor** - A seleção de três exemplos por secção permite apresentar um leque representativo de opções e justificar o caminho escolhido.
4. **Enfatizar a inovação** - Foram priorizadas as abordagens mais recentes e inovadoras dentro de cada tema, assegurando a relevância dos conteúdos.

A pesquisa sobre os roteiros turísticos que abordam o tema da escravatura em Lisboa revelou as diferentes abordagens, narrativas históricas e estratégias utilizadas para captar o interesse do público. Esta análise permitiu não só identificar as narrativas e os percursos mais apelativos, como também definir a forma de apresentar o tema numa versão digital.

A análise dos diversos levantamentos históricos sobre a escravatura em Portugal, particularmente na cidade de Lisboa, possibilitou a integração, na HBP, de algumas biografias de pessoas reduzidas à condição de escravos, destacando a sua relevância na sociedade.

A investigação sobre as abordagens multimédia relacionadas com a dissertação, resultantes de trabalhos académicos ou desenvolvidas pelo mercado, revelou-se fundamental para definir na HBP a forma de relacionar o passado com o presente, proporcionando uma perspetiva alternativa sobre os locais históricos apresentados.

A pesquisa de estratégias de aliciamento permite implementar técnicas baseadas na motivação intrínseca e extrínseca, com o objetivo de assegurar a utilização recorrente da HBP. Estas estratégias combinam o conhecimento e desafio, possibilitando apresentar a cidade de Lisboa de forma educativa, através de uma abordagem multimédia.

A revisão bibliográfica consolidou diversas pesquisas oriundas de áreas distintas, convergindo no objetivo de desenvolver uma abordagem multimédia pedagógica histórico-turística, com recurso à georreferenciação, centrada em biografias. O modelo desenvolvido diferencia-se das abordagens multimédia analisadas por conseguir apresentar, com base em levantamentos biográficos, vários roteiros em contextos históricos distintos.

CAPÍTULO 3

Implementação e Desenvolvimento

A abordagem multimédia resultante da dissertação foi implementada de forma faseada, iniciando-se pelos desenvolvimentos lógicos do diagrama de classes, do modelo de dados, da arquitetura de sistema e de um protótipo não funcional em Figma. Estes desenvolvimentos envolveram a construção do software e a integração de vários elementos cruciais para a conexão e funcionamento de uma arquitetura de sistema escalável, capaz de transformar o protótipo em Figma numa ferramenta multimédia tecnicamente pronta para publicação.

Cada uma das fases de implementação é abordada neste capítulo, como o recurso à georreferenciação, capaz de exibir mapas com os diferentes pontos geográficos associados às diversas personagens que podem ou não estar interligadas entre si.

Todas as etapas foram planeadas e executadas, incluindo a implementação de mecanismos de segurança na comunicação e manipulação de dados. Em caso de tentativas de ataque ou falhas de segurança, a privacidade dos utilizadores e a integridade dos dados são garantidas através de interações anónimas, evitando a recolha de informações como nomes, endereços de e-mail ou outras formas de identificação pessoal [53].

É proporcionado ao longo deste capítulo, uma visão do percurso técnico e das escolhas que conduziram à versão final da HBP, uma ferramenta multimédia dinâmica e escalável, concebida para apresentar pontos turísticos através de acontecimentos e narrativas baseadas nas vivências dos protagonistas num determinados contextos históricos.

A HBP oferece uma experiência imersiva e personalizada, permitindo não só a apresentação individual dos pontos turísticos, como também a exploração geográfica de cada local. Além disso, disponibiliza rotas e percursos pré-definidos que guiam o utilizador através de um conjunto de pontos turísticos interligados, evidenciando a sua relevância num determinado período histórico de uma cidade específica. Esta abordagem multimédia não só enriquece o conhecimento sobre a história local, como também promove uma ligação alternativa entre o utilizador e o património cultural da região.

3.1. Descrição do Processo de implementação e Desenvolvimento

A implementação da HBP ocorreu de forma faseada, iniciando-se com o desenvolvimento do diagrama de classes e do modelo de dados, concebidos para armazenar e estruturar a lógica da informação destinada à apresentação da história da escravatura na cidade de Lisboa, através de visitas guiadas a locais de interesse turístico, histórico e cultural.

A implementação lógica pode ser adaptável a diferentes cidades ou regiões, utilizando os pontos turísticos como referência para a apresentação de narrativas baseadas nas biografias dos protagonistas dos episódios históricos relacionados com o tema abordado.

A abordagem multimédia envolveu a construção de uma solução escalável e dinâmica a múltiplos níveis, concebida atualmente para *smartphones Android*. A arquitetura do sistema, o diagrama de classes e o modelo de dados suportam um sistema compatível com diversas APIs, capaz de incorporar novos tipos de conteúdos, categorias e funcionalidades, podendo ser aplicado a diferentes dispositivos, plataformas e sistemas operativos.

A implementação de um protótipo em Figma foi crucial como ponto de partida para o desenvolvimento de uma ferramenta multimédia. Os resultados dos testes de UX/UI, realizados com base no protótipo, validaram não só a estrutura lógica (modelo de dados e diagrama de classes), como também as funcionalidades e conteúdos previstos para a HBP.

Todos os elementos da abordagem multimédia serão aprofundados ao longo desta secção, incluindo aspectos como a comunicação e a programação envolvidas no desenvolvimento da ferramenta multimédia HBP.

3.1.1. Protótipo Figma

O protótipo não funcional teve como objetivo encontrar a melhor UX/UI possível, através da aplicação das dez heurísticas de *Nielsen*. Estas heurísticas permitiram identificar os primeiros erros de usabilidade e aperfeiçoar o *design* apresentado ao utilizador, destacando-se como um método eficaz na deteção de incoerências na navegação, inconsistências visuais e limitações de interação[54].

Após a identificação e correção das falhas iniciais, as heurísticas foram reaplicadas em conjunto com o método *Cognitive Walkthrough*, baseando-se nas características do público-alvo, para assinalar e corrigir problemas de usabilidade adicionais. A estrutura do método *Cognitive Walkthrough* concentra-se na aprendizagem e na execução de tarefas pelos utilizadores, proporcionando uma avaliação mais completa do sistema proposto [55].

O desenvolvimento do protótipo representado na Figura 3.1 revelou-se fundamental não apenas para definir o *design* mais adequado a aplicar ou para determinar o melhor local para colocar os elementos digitais, como botões, textos ou imagens, como também serviu para identificar melhorias funcionais, como a remoção da página de *login* ou a redução da quantidade de informação apresentada de uma só vez.

Embora os resultados dos testes sejam apresentados numa secção própria, o protótipo Figma atingiu uma UX/UI satisfatória nos testes de usabilidade realizados com o público-alvo, servindo de base na construção da ferramenta multimédia HBP. A elaboração de um protótipo, com o objetivo de definir o design e testar alguns dos mecanismos de interação do utilizador com a HBP, viabilizou o desenvolvimento da maior parte do *front-end*.

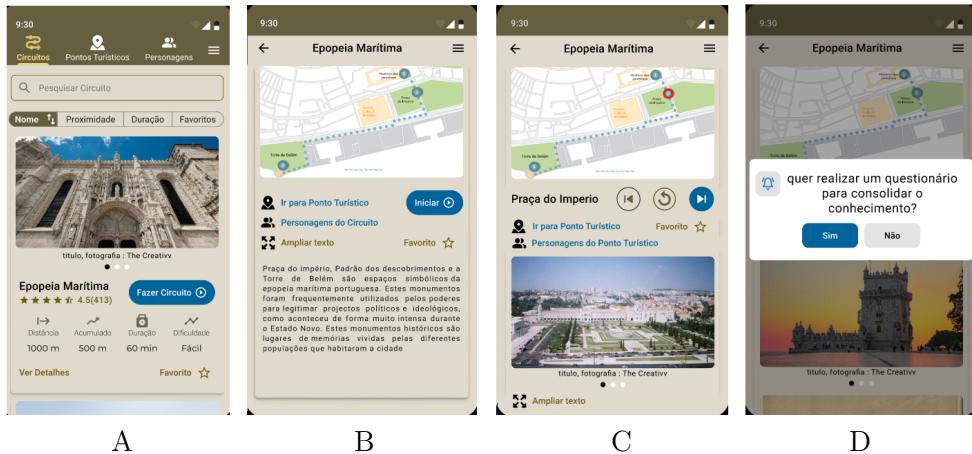


FIGURA 3.1. Os ecrãs apresentados simulam a interação na realização de um circuito, utilizando a versão final do protótipo não funcional desenvolvido no Figma, com algumas funcionalidades e conteúdos implementados.

3.1.2. Arquitetura de Sistema

A arquitetura de microsserviços assenta na separação dos elementos em blocos independentes, permitindo não apenas a delinear das responsabilidades de cada componente, como também a evolução contínua e simplificada do projeto, possibilitando a adaptação da arquitetura de sistema às necessidades exigidas [56].

A API representada na Figura 3.2, está integrada, juntamente com outros componentes, num servidor de rede local, desempenhando um papel central na gestão da comunicação entre os diversos blocos do sistema. Esta API é responsável por processar, de forma independente e através de consultas de rede, as solicitações e requisições de cada elemento, tornando-se essencial que os conteúdos sejam entregues no protocolo e formato predefinidos, independentemente da linguagem de programação aplicada a cada bloco [57].

Na arquitetura de microsserviços é irrelevante o funcionamento interno de cada bloco, desde que a informação solicitada seja entregue no formato esperado [57]. Esta abordagem facilita a manutenção rápida do sistema, que no caso de situações inesperadas a identificação do problema incide no módulo com falhas de comunicação [57].

A arquitetura de microsserviços é flexível na escolha da linguagem de programação, permitindo não só que cada bloco seja desenvolvido da forma mais adequada ao contexto, como também facilita a implementação faseada e paralela dos elementos do sistema [57].

A HBP é suportada pela arquitetura de sistema representada na Figura 3.2 e composta pelos seguintes módulos digitais:

- **HBP** - Após o utilizador instalar a ferramenta multimédia no seu *smartphone Android*, os conteúdos são carregados dinamicamente através de consultas de rede.
- **Comunicação** - A comunicação entre a HBP e o servidor de rede local é realizada através de um túnel criado pelo Ngrok entre um ambiente local e a Internet. Dessa forma, a HBP acede remotamente aos conteúdos disponibilizados localmente num *Internet Protocol Address* (IP) privado, recorrendo a um IP público.

- **Servidor de Rede Local** - O servidor além de disponibilizar através de *Uniform Resource Locator* (URL) as informações processadas e estruturadas no formato *JavaScript Object Notation* (JSON), integra a API responsável pela gestão do processamento das requisições e armazena conteúdos como imagens e narrativas.
- **API Google Maps** - Este módulo é externo ao sistema, pertencendo ao *Google Maps*, é responsável por processar e entregar mapas ou circuitos pedestres à API, com base nas coordenadas geográficas fornecidas pela HBP.
- **Base de Dados** - A BD, além de comunicar com a API de forma bidirecional, através de consultas SQL, armazena não só a Identificação (ID) e a informação de cada conteúdo, como estabelece as relações de integridade entre as tabelas definidas no modelo de dados.
- **LAPTOP** – Dispositivo físico onde estão integrados os módulos de comunicação, servidor de rede local e a BD, funcionando como infraestrutura central do sistema em ambiente local.

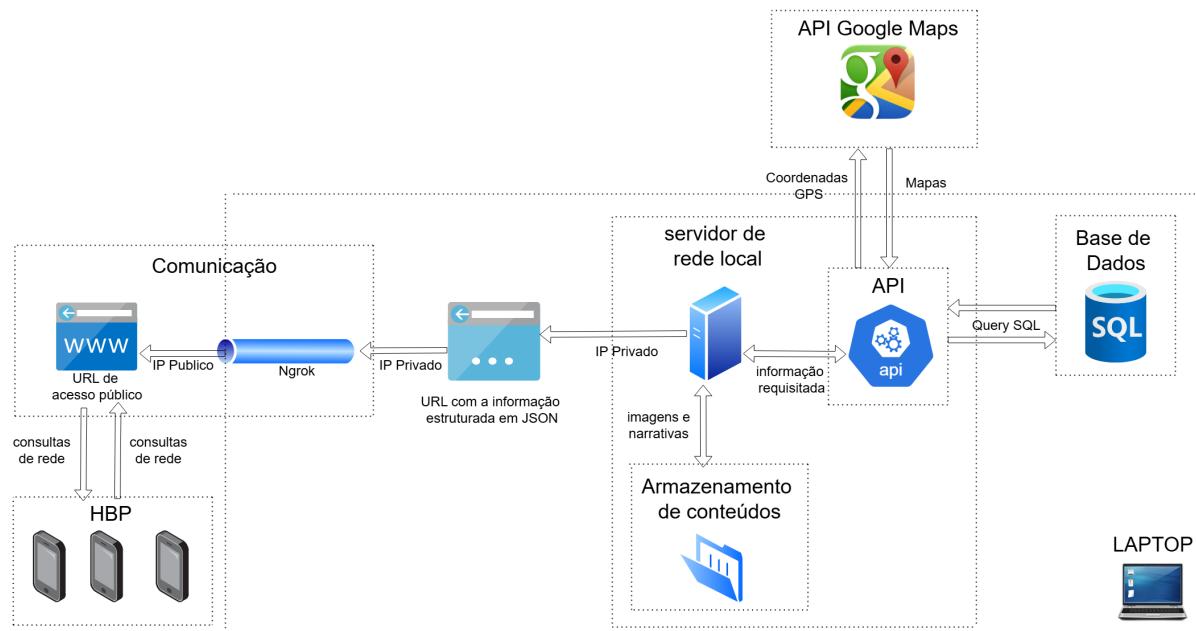


FIGURA 3.2. Representação esquemática da arquitetura de microsserviços aplicada na abordagem multimédia. A ilustração apresenta os blocos do sistema responsável pela disponibilização dos conteúdos exibidos pela HBP.

A utilização de uma arquitetura modular permite a ampliação através da integração de novos blocos, reforçando a segurança dos elementos e a integridade dos dados. Embora todos os elementos, com exceção da HBP e da API *Google Maps* estejam dentro do mesmo *laptop*, a arquitetura de microsserviços está adaptada aos objetivos da ferramenta multimédia, descritos na secção 1.4, garantindo que a comunicação entre os vários componentes seja restrita e obedeça a normas de segurança, que serão apresentadas na secção 3.1.6.

3.1.3. Diagrama de Classes

Como referido na secção 3.1.2, as informações exibidas pela HBP são disponibilizadas, em formato JSON, pelo servidor de rede local, através de uma URL de acesso público. No entanto, os conteúdos não são carregados todos de uma só vez, exigindo uma organização lógica à medida que as solicitações são efetuadas através da HBP [54].

O diagrama de classes ilustrado na Figura 3.3 e consultável numa versão ampliada no Anexo A da dissertação, mapeia a organização lógica do processamento dos conteúdos pela HBP, com base nas informações fornecidas pelo servidor de rede local [54].

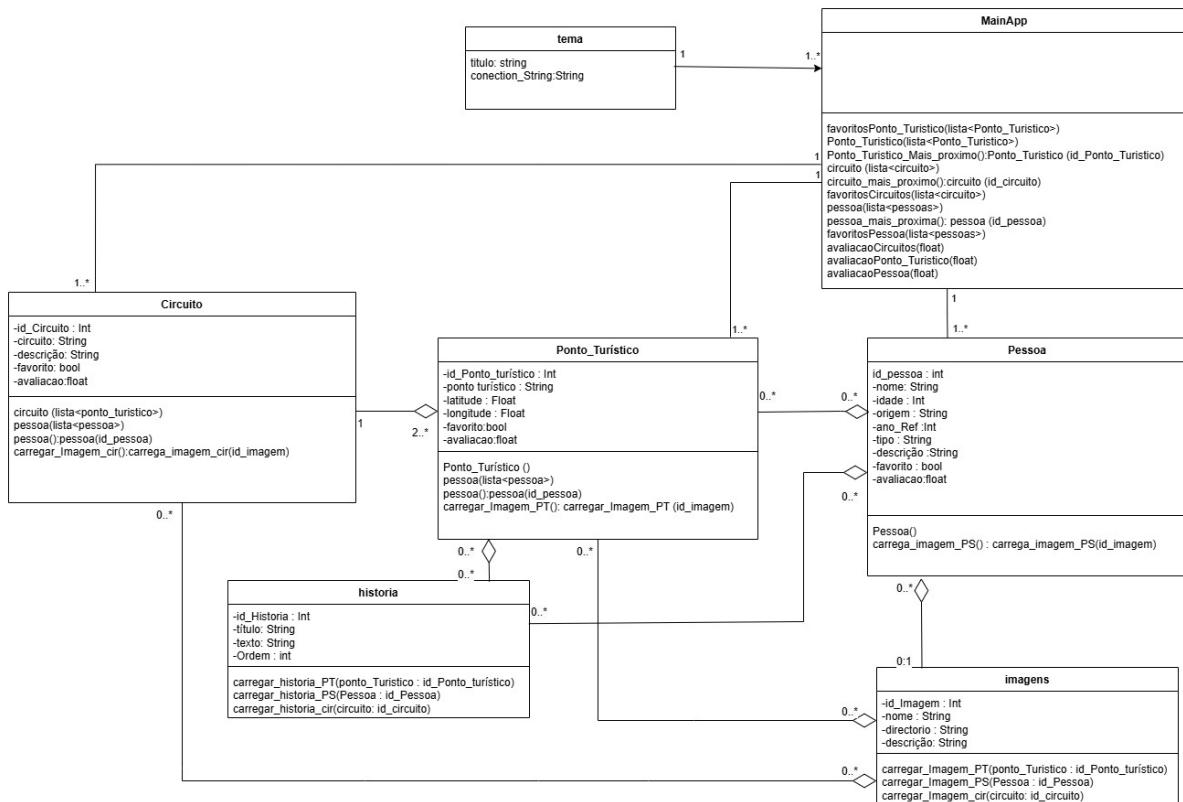


FIGURA 3.3. Diagrama de classes. A estrutura lógica do processamento aplicado aos conteúdos exibidos pela HBP está representado no diagrama. Esta figura está acessível numa versão ampliada no Anexo A da dissertação.

A implementação da solução representada na Figura 3.3 está organizada em três classes principais: Circuito, Ponto_Turístico e Pessoa. Estas classes estão interligadas entre si, cada uma com a sua própria UI, auxiliada pela classe *MainApp*, responsável pela organização personalizada da lista de conteúdos correspondentes à UI selecionada.

A classe *MainApp* permite organizar e filtrar a lista de conteúdos apresentada em cada UI, de forma ascendente ou descendente, com base nas informações fornecidas pelo servidor de rede local, da seguinte forma:

- **Alfabeticamente** – recorrendo ao nome atribuído a cada conteúdo.
- **Tamanho do itinerário** – através do cálculo da distância de cada circuito.

- **Georreferenciação** – calculando a distância entre a posição geográfica do utilizador e cada ponto turístico associado à lista de conteúdos.
- **Relevância** – exibindo apenas os elementos da lista de conteúdos definidos como favoritos pelo utilizador.

As classes Pessoa e Ponto_Turístico recorrem às classes História e Imagens para apresentar os conteúdos definidos para cada pessoa ou ponto turístico. No entanto, a classe Ponto_Turístico permite a apresentação de um episódio histórico comum a diversas personagens, enquanto a classe Pessoa possibilita a exibição de vários pontos turísticos relevantes no percurso biográfico de determinado protagonista. Já a classe Circuito é composta por conjuntos de pontos turísticos e os respetivos conteúdos agrupados por subtemas.

A autenticação ou o registo do utilizador não estão contemplados no diagrama de classes, assegurando que mesmo nos piores cenários, dados como nomes, endereços de e-mail ou outras formas de identificação simplesmente não sejam recolhidos pelo sistema [53].

O acesso público, através de uma URL às informações fornecidas pelo servidor de rede local, dispensa a recolha de dados pessoais, suporta múltiplos utilizadores em simultâneo e garante o acesso universal e anónimo, descartando a necessidade de manter os conteúdos armazenados após o período de utilização da HBP. As informações são carregadas uma única vez por sessão, com base nas solicitações realizadas, evitando a repetição do processamento de textos, imagens ou outros elementos multimédia, com o objetivo de apresentar UX/UI com o mínimo de interrupções. Porém, existem duas exceções na lógica aplicada no diagrama de classes que recorrem à memória persistente do equipamento:

- **IDs dos conteúdos favoritos** - O armazenamento persistente destes IDs permite ao utilizador personalizar e definir os conteúdos considerados relevantes.
- **IDs dos conteúdos avaliados** - Com o objetivo de assegurar uma avaliação transparente, é necessário armazenar persistentemente estes IDs, impedindo o utilizador de realizar múltiplas avaliações ao mesmo conteúdo.

Existe uma diferença conceptual na lógica aplicada ao armazenamento destes dois registo: enquanto o conteúdo marcado como favorito pode ser desmarcado ou remarcado sempre que o utilizador desejar, o conteúdo avaliado só poderá ser classificado uma vez.

O armazenamento persistente destes dados resume-se a valores booleanos que registam o ID do conteúdo avaliado ou selecionado como favorito. Além de ocuparem um espaço residual no *smartphone*, garantem a fiabilidade das avaliações atribuídas aos conteúdos e proporcionam uma UX/UI personalizada, sem comprometer a privacidade do utilizador.

O diagrama de classes representado na Figura 3.3 foi aplicado ao tema da escravatura na cidade de Lisboa. Contudo, a estrutura modular do diagrama permite a cada componente gerir independentemente os seus conteúdos, facilitando a adaptação a mudanças de tema, desde que assente na apresentação de personagens ou pontos turísticos. A inclusão de novos tipos de conteúdos, como jogos sérios, novas categorias ou questionários opcionais no final de cada circuito ou visita deve estar associada às classes Pessoa e Ponto_Turístico.

3.1.4. Modelo de Dados

Os conteúdos e informações apresentados através da ferramenta multimédia HBP são indiretamente suportados pelo modelo de dados relacional, representado na Figura 3.4, consultável também numa versão ampliada no Anexo B da dissertação. Este modelo, implementado no Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) Microsoft SQL Server, é um elemento crucial no funcionamento da abordagem multimédia, estabelecendo por razões de segurança e desempenho, uma comunicação exclusiva com a API.

A informação armazenada é processada pela API através de consultas às tabelas associativas. Estas tabelas são preenchidas com base nas relações de cardinalidade estabelecidas com as tabelas de entidades, assegurando que a informação guardada é consistente com o modelo de dados representado pelo diagrama de classes representado na Figura 3.3.

O diagrama do modelo de dados ilustrado na Figura 3.4 mapeia a organização lógica das entidades, atributos e relações entre as tabelas responsáveis pelo armazenamento das informações apresentadas aos utilizadores. Isto significa que os conteúdos não são armazenados na BD, no entanto é da responsabilidade do modelo fornecer à API o encaminhamento local do conteúdo associado a cada elemento.

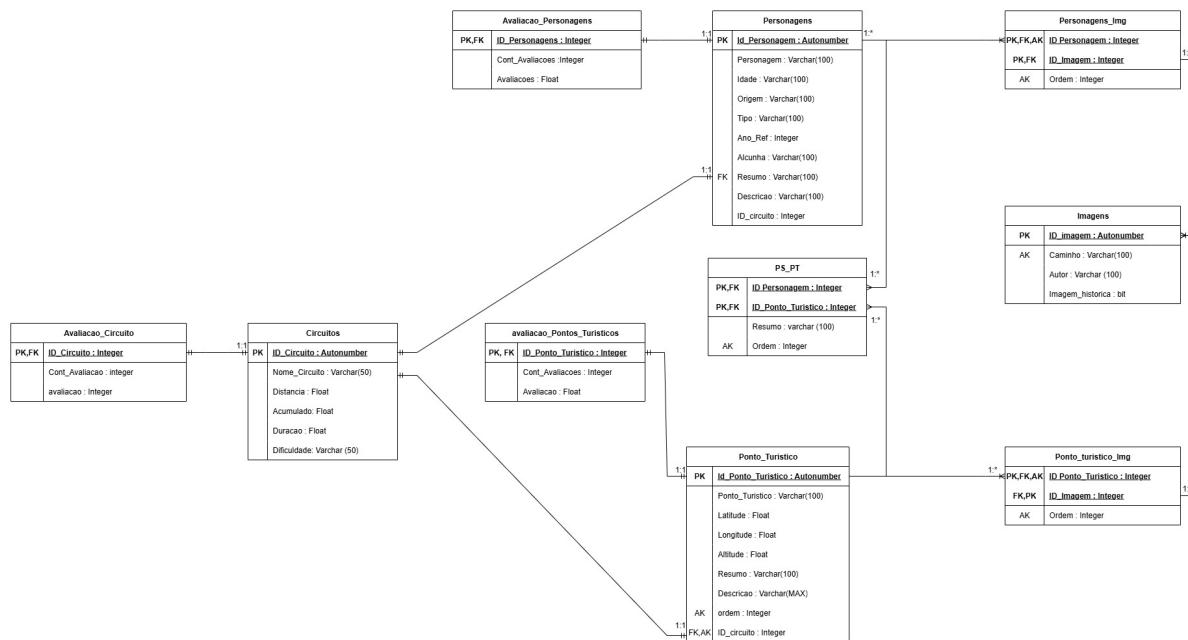


FIGURA 3.4. Diagrama do modelo de dados. Representação ilustrativa da estrutura relacional entre as tabelas de entidades e as tabelas associativas, responsáveis por armazenar e fornecer informação à APIs. Esta figura está disponível numa versão ampliada no Anexo B da dissertação.

Para garantir o dinamismo e a escalabilidade da abordagem multimédia, foi desenvolvido um modelo de dados baseado no diagrama de classes apresentado na secção anterior. Por essa razão, foi utilizado uma abordagem relacional entre as tabelas, assegurando a integridade dos dados, de acordo com a estrutura do diagrama de classes.

O diagrama representado na Figura 3.3, é composto por três tabelas principais: Circuitos, Ponto_Turístico e Personagens. Cada uma destas tabelas estabelece uma relação exclusiva de um para um com a sua tabela de avaliação.

A estrutura do modelo contempla três tabelas relacionadas com imagens: uma relacionada com a tabela principal Ponto_Turístico, outra com a tabela principal Personagens, e uma terceira tabela associativa denominada Imagens, destinada a agregar e organizar a informação proveniente dessas duas tabelas.

A tabela associativa PS_PT relaciona, com base nas chaves primárias, as tabelas principais Ponto_Turístico e Personagens, permitindo identificar não apenas os locais relevantes na trajetória biográfica de cada figura histórica, como também os pontos de interseção entre diferentes protagonistas.

A tabela principal Circuitos estrutura a informação das tabelas Ponto_Turístico e Personagens, utilizando-a como base para o cálculo e apresentação dos resultados:

- **Distância** - Guarda a soma os metros em linha reta entre os pontos geográficos do circuito, de acordo com a ordem definida. As curvas, obstáculos ou outras barreiras que impeçam a realização do percurso mais direto não são consideradas.
- **Acumulado** – Contém diferença em metros, entre os pontos geográficos do circuito em relação ao nível do mar. As variações de relevo que possam ocorrer, como subidas e descidas entre os pontos geográficos, não são consideradas.
- **Duração** - Contém a estimativa em minutos, do tempo necessário para completar o circuito em passo de caminhada.
- **Dificuldade** - Contém a dificuldade com base nos resultados da distância e do acumulado, segmentando os circuitos em três níveis: “Fácil”, “Médio” e “Difícil”.

Os resultados dos cálculos apresentados na tabela principal Circuitos, assim como a implementação de um modelo de dados escalável no SGBD, foram concebidos com recurso à linguagem SQL. Este modelo adapta-se facilmente a possíveis mudanças de tema ou à inclusão de novas tabelas de mapeamento de conteúdos, desde que a informação armazenada esteja relacionada com personagens ou pontos turísticos e as relações de cardinalidade das novas tabelas sejam estabelecidas, por chave primária, com as tabelas principais Ponto_Turístico e Personagens.

3.1.5. API *Google Maps*

Os mapas e circuitos apresentados na ferramenta multimédia HBP são disponibilizados através de um serviço prestado pela API *Google Maps*, integrada na *Google Cloud Platform*. Esta plataforma fornece diversos serviços de computação em *cloud*, incluindo um conjunto de módulos destinados ao desenvolvimento aplicacional [58].

Um desses módulos é a API *Google Maps*, disponível em diversas linguagens de programação, incluindo o *Node.js*, utilizado no desenvolvimento da abordagem multimédia [58]. Contudo, os recursos fornecidos por esta API estão limitados a um número de acessos autenticados através de uma chave de segurança definida na *Google Cloud Platform* [58].

A chave de segurança, designada por API *key*, está encriptada e armazenada na BD, sendo acessível apenas pela API responsável por estabelecer uma ligação exclusiva com as APIs *Google Maps*. Como os circuitos são pré-definidos, quando algum deles é selecionado, a API autentica-se na API *Google Maps* e requisita, através de consultas de rede, o circuito correspondente.

No circuito apresentado, é possível interagir com algumas das funcionalidades disponibilizadas pela *Google Maps*. O utilizador tem a possibilidade de recorrer à navegação autónoma e alterar a apresentação do mapa para a visão de satélite ou de terreno [59].

Esta implementação trouxe várias vantagens, como a redução do tempo de desenvolvimento, a cobertura global e a compatibilidade multiplataforma, permitindo alterar as perspetivas dos mapas e navegar pelas rotas traçadas entre pontos turísticos apresentados.

3.1.6. Comunicação

Como referido na secção 3.1.2, a API assume um papel central na gestão e processamento da comunicação entre os diferentes módulos do sistema, com o objetivo de tratar todas as requisições efetuadas a partir da ferramenta multimédia HBP. A informação é entregue pela API ao servidor de rede local que recorre ao modelo de comunicação assíncrona para disponibilizar a informação solicitada através de uma URL num formato JSON.

A API comunica com a BD através de consultas SQL para, de seguida, processar e estruturar a informação de uma só vez, antes de ser publicada numa URL pelo servidor de rede local. Contudo, esta informação está dividida à semelhança do diagrama de classes e do modelo de dados, em três URLs principais: Circuitos, Pontos Turísticos e Personagens.

O recurso à comunicação assíncrona possibilita a disponibilização, de uma só vez, de todas as informações e encaminhamentos associados às URLs principais, resultando na redução do número de requisições da API aos diferentes módulos do sistema, segundo [60]:

- **Volume de acessos escalável** – A consulta de conteúdos, como textos, imagens ou outros elementos multimédia, descrita na secção 3.1.3, é realizada através dos encaminhamentos disponibilizados pelas URLs principais.
- **Preexistência da informação** – A disponibilização assíncrona da informação é atualizada apenas quando a API é reiniciada, permitindo à HBP processar e armazenar temporariamente os dados à medida que são solicitados pelo utilizador.
- **Comunicação consistente** – A comunicação assíncrona reduz a dependência de uma ligação constante, mantendo a estabilidade mesmo em condições de rede instáveis. A informação permanece inalterada até que a API seja reiniciada, resultando na redução da latência entre a ferramenta multimédia e a URL.

Os encaminhamentos consistem em URLs geradas pelo servidor de rede local, com base no armazenamento de conteúdos apresentado na secção 3.1.2. A HBP acede ao conteúdo através do encaminhamento fornecido pela consulta de rede realizada à URL principal.

A apresentação de mapas utiliza a mesma estratégia da exibição de conteúdos, disponibilizando o mapa do circuito requisitado, através de uma URL fornecida pelo servidor de rede local, gerado pelas APIs *Google Maps*, com base nas coordenadas enviadas pela API.

O acesso aos conteúdos pode ser consultado anonimamente a partir de qualquer dispositivo com ligação à rede. No entanto, para que a ferramenta multimédia HBP pudesse aceder ao servidor de rede local a partir da Internet, foi necessário realizar uma pesquisa, desde serviços em *cloud* até configurações do *router* local, passando por ferramentas e *frameworks* que disponibilizassem esse serviço de forma simples, segura e de baixo custo.

A solução encontrada foi o *framework* NGROK, um serviço de *cloud* gratuito e de código aberto destinado à construção de túneis de rede [61]. Esta ferramenta é multiplataforma e permite expor um servidor de rede local através de um IP público [61].

À semelhança de muitos sistemas servidor-cliente, a estratégia utilizada pelo *framework* NGROK recorre ao endereço IP e ao número de porta configurados no servidor de rede local para estabelecer uma comunicação protegida por *firewall*, com o servidor de rede NGROK, resultando num túnel de acesso seguro a um endereço rede HTTPS [61].

A principal vantagem da utilização do NGROK consiste na redução do esforço necessário para converter um acesso local num acesso público e seguro. Este *framework* cria um túnel com o objetivo de ligar o servidor de rede local a um endereço de rede público, permitindo o acesso da HBP aos conteúdos e à informação fora da rede local [61].

3.1.7. Segurança do Sistema

Conforme referido na secção 3.1.4, o SGBD escolhido para integrar o modelo de dados, assegurar a integridade dos dados e armazenar os IDs e as informações dos conteúdos foi Microsoft SQL Server. Contudo, é adicionada ao SGBD a responsabilidade de parte da segurança do sistema, particularmente no acesso aos dados armazenados.

A informação é fornecida à API através de consultas SQL (*queries*) às tabelas associativas que retêm a informação de cada elemento apresentado ao utilizador. Para executar estas consultas, a API recorre a um utilizador com permissões específicas na BD. Portanto, a segurança no acesso aos dados assenta em duas abordagens complementares [62]:

- **Permissões do utilizador** - A segurança da troca de informações é garantida através dos privilégios atribuídos ao utilizador final, possibilitando apenas o acesso de leitura a determinados objetos na BD. Este acesso exclui operações de modificação, eliminação ou inserção de dados, limitando a consulta apenas ao conteúdo manipulado por *Views*.
- **Consultas por *Views*** - A restrição do acesso da API aos objetos destinados à consulta de informação permite encapsular os cruzamentos entre tabelas, protegendo os conteúdos, a estrutura e os objetos da BD, enquanto garante um acesso fidedigno e seguro da API à informação.

A estratégia de segurança implementada no SGBD garante a proteção contra o acesso indevido ao sistema de armazenamento, mesmo nos piores cenários. A comunicação entre a API e o SGBD é restrita e sem acesso direto à informação, estando apenas acessível através de *Views* previamente configuradas na BD.

O processo de avaliação exige o armazenamento dos valores atribuídos pelos utilizadores aos conteúdos exibidos. Para garantir o funcionamento deste processo, foi criada uma exceção no sistema de segurança de acesso aos dados, assegurando o menor impacto possível no caso de acesso indevido ao SGBD.

Foi desenvolvida uma estratégia para o incremento de valores numéricos inteiros nas tabelas de avaliação, exclusivamente associadas às três tabelas principais descritas na secção 3.1.4. Estas tabelas de avaliação são responsáveis por armazenar os valores atribuídos pelos utilizadores, através de um código SQL implementado na BD. Este código, designado por *Stored Procedure* (SP) encapsula a lógica da função, tendo como objetivo receber dois parâmetros: um destinado à identificação do conteúdo e outro à inserção da classificação atribuída pelo utilizador na tabela de avaliação [62].

O processo de avaliação recorre a uma URL disponibilizada pelo servidor de rede local para enviar à API os valores atribuídos pelos utilizadores, resultando na execução da SP concebida para inserir a avaliação na tabela correspondente.

Esta abordagem é essencial no funcionamento do processo de avaliação, tendo sido desenvolvida para garantir a proteção do sistema de armazenamento. Embora exista uma função que permita escrever na BD, no entanto, o acesso aos dados é restrito e limitado à inserção de valores nas tabelas de avaliação.

As mensagens trocadas entre a HBP e o servidor de rede local descritas na secção 3.1.6 devolvem a localização dos conteúdos multimédia juntamente com as restantes informações. Por esta razão, foi necessário definir estratégias de segurança para proteger o armazenamento do servidor de rede local. O acesso aos conteúdos armazenados no servidor de rede local só pode ser efetuado através de uma consulta de rede a uma URL, impedindo o acesso aos ficheiros. No entanto, a segurança do armazenamento de conteúdos é reforçada pela restrição de acessos, à semelhança da estratégia de segurança implementada na BD. Em caso de acesso indevido, a pasta destinada ao armazenamento apenas pode ser consultada, e só o administrador do sistema possui permissões para inserir, apagar ou alterar elementos no armazenamento de conteúdos multimédia.

3.1.8. Desenvolvimento Aplicacional, Implementação *Android* e *APK*

O desenvolvimento aplicacional da abordagem multimédia está segmentado em duas componentes principais: o *front-end*, designado como HBP e o *back-end*, correspondente ao servidor de rede local, ambos descritos e representados ao longo da secção 3.1.2.

A HBP, executada a partir de um *smartphone*, constitui a interface com o utilizador, correspondendo à componente do desenvolvimento aplicacional responsável por apresentar uma UX/UI fluida e eficiente, sob a forma de aplicação móvel. Este *front-end* foi construído com recurso ao *React Native*, um *framework* desenvolvido para a criação de APPs multiplataforma de crescimento contínuo [63].

A utilização de *React Native* no desenvolvimento do *front-end*, além de permitir a expansão da implementação da ferramenta multimédia HBP para o Sistema Operativo (SO) iOS ou para outros tipos de equipamentos, como *tablets* ou *desktops*, é compatível com as APIs específicas das plataformas *Swift* ou *Objective-C* para iOS, e *Java* ou *Kotlin* para *Android*, necessárias para processar os elementos apresentados ao utilizador [63].

O servidor de rede local constitui a componente do desenvolvimento aplicacional responsável pelo mecanismo de controlo utilizado para disponibilizar os conteúdos solicitados pela HBP, através da comunicação assíncrona com os diferentes módulos do sistema. Este *back-end* foi construído com recurso ao *Node.js*, um ambiente de execução *JavaScript* assíncrono e orientado a eventos, concebido para ferramentas de rede escaláveis do lado do servidor, implementadas numa arquitetura de microsserviços [64].

A utilização do *Node.js* no desenvolvimento do *back-end* possibilita a comunicação assíncrona, através de consultas de rede, com a APIs *Google Maps* e com a BD, com o objetivo de recolher e disponibilizar as informações numa URL no formato JSON.

A linguagem de programação utilizada no desenvolvimento aplicacional da abordagem multimédia foi o *JavaScript*, uma linguagem de alto nível, com um vasto conjunto de bibliotecas, frequentemente utilizada na elaboração de aplicações multiplataforma, permitindo o acesso a funcionalidades do equipamento, como a câmara e o GPS [65].

Embora os recursos utilizados no desenvolvimento aplicacional permitam a expansão para outros SO, a HBP foi exclusivamente desenvolvida através de um emulador do *Android Studio*, um *smartphone Android* virtual criado a partir dos recursos do computador para simular as interações do utilizador com a HBP, permitindo acompanhar a evolução da implementação da lógica aplicada e do design, validado e testado no protótipo Figma.

Após a implementação da ferramenta multimédia HBP, foi necessário compilá-la no formato *Android Application Package* (.APK), recorrendo a uma estratégia semelhante à utilizada na criação dos ficheiros de instalação de software no sistema Windows [66]. Tal como os executáveis (.exe), o .APK reúne todos os componentes necessários num único ficheiro, permitindo a instalação e execução da HBP em qualquer *smartphone Android* [66].

A possibilidade de instalar e executar a HBP em diferentes *smartphones Android* permitiu analisar o comportamento da abordagem multimédia em ambiente de produção,

validando não apenas as funcionalidades, a responsividade e a UX/UI em diferentes dispositivos, como também os elementos que compõem a comunicação descrita na secção 3.1.6.

3.1.9. Análise Conclusiva da Descrição do Processo de Desenvolvimento

Todas as secções apresentadas na secção 3.1 representam as fases de implementação que conduziram à abordagem multimédia resultante da dissertação. Embora a ordem apresentada não seja a cronológica, e alguns elementos, componentes ou mecanismos tenham sido desenvolvidos em paralelo, o primeiro aspeto abordado é o protótipo Figma. O protótipo não funcional, desenvolvido na ferramenta Figma, serviu de base para a construção da maior parte do *front-end*. Os resultados obtidos através dos testes de usabilidade validaram a UX/UI e o design aplicados na ferramenta multimédia HBP.

As estratégias utilizadas para alcançar os objetivos de escalabilidade e dinamismo constituem o segundo aspeto abordado na secção 3.1. A implementação do diagrama de classes e do modelo de dados, representam em conjunto a troca das informações e conteúdos apresentados pela HBP. Ambos partilham uma estrutura semelhante, dividida em três blocos principais: Personagens, Pontos Turísticos e Circuitos. O diagrama de classes representa a estrutura lógica da programação aplicada ao processamento dos conteúdos e informações exibidas pela ferramenta multimédia, enquanto o modelo de dados, implementado no SGBD, define a estrutura relacional da informação e dos ID dos conteúdos armazenados.

A definição de estruturas lógicas dinâmicas e escaláveis para recolher e fornecer informações, permite adaptar a HBP, não só a outros períodos históricos, como possibilita a inclusão de novos conteúdos, como jogos sérios, categorias ou questionários opcionais. No entanto, a adição ou alteração de conteúdos obriga à intervenção no diagrama de classes e no modelo de dados, com o objetivo de manter a coerência na transação de informação.

Adicionalmente, o desenho das estruturas lógicas implementadas possibilitam a modularidade do projeto para outros SO ou tipos de equipamentos, como *tablets* ou *desktops*, sem necessidade de intervenção no diagrama de classes e no modelo de dados.

A escalabilidade e o dinamismo do sistema são também assegurados pela arquitetura de microsserviços, ao integrar de forma independente os diversos componentes do sistema. A separação dos elementos em módulos promove a delinearção das responsabilidades e simplifica não só a manutenção, como facilita a implementação faseada de novos blocos. A arquitetura de sistema em conjunto com as estruturas lógicas implementadas, simplificam as alterações e ampliações, adaptando a abordagem multimédia às necessidades exigidas.

O terceiro aspeto abordado no desenvolvimento da abordagem multimédia consiste na integração da API *Google Maps*, uma ferramenta externa disponibilizada e controlada através de uma chave de segurança definida pela *Google Cloud Platform*, capaz de fornecer mapas e rotas com base nas coordenadas enviadas por consultas de rede.

A segurança do sistema, a comunicação assíncrona entre os diferentes elementos do sistema e a ligação à Internet através de um túnel de acesso seguro a um endereço de rede HTTPS, é o quarto tema abordado na secção 3.1. O facto dos conteúdos e as informações só serem atualizados quando a APIs é reiniciada, permite que a HBP processe e memorize

a informação à medida que as solicitações são efetuadas, resultando numa UX/UI fluida e eficiente. A segurança do sistema é reforçada por dois elementos da arquitetura de microsserviços:

- **servidor de rede local** - As informações e conteúdos são acessíveis só por URL.
- **SGBD** - O acesso às informações está restrito à consulta de *Views*.

Todas as consultas são indiretas e restritas à leitura, garantindo através desta abordagem, a proteção contra o acesso indevido aos conteúdos e informações. Apenas o administrador do sistema tem permissão para inserir, apagar ou alterar os elementos da BD e da pasta destinada ao armazenamento de conteúdos multimédia.

O quinto e último tema abordado consiste no desenvolvimento aplicacional da ferramenta multimédia HBP e do servidor de rede local. Embora ambos tenham sido construídos na linguagem de programação *JavaScript*, a HBP foi desenvolvida com recurso ao *React Native*, um *framework* concebido para a criação de APPs multiplataforma de crescimento contínuo [63], enquanto o servidor de rede local foi desenvolvido com recurso ao *Node.js*, um ambiente de execução assíncrono e orientado a eventos [64]. Este tema inclui ainda o processo de compilação e execução da HBP em diferentes *smartphones*, permitindo analisar o comportamento da abordagem multimédia em ambiente de produção.

Os cinco aspectos descritos foram validados academicamente através de um artigo científico [19], resultando na implementação fundamentada da abordagem multimédia.

3.2. Versão Final da Ferramenta Multimédia HBP

O ficheiro .APK, descrito na secção 3.1.8, permite que a ferramenta HBP seja instalada em qualquer *smartphone Android*. No entanto, o desenvolvimento aplicacional garante que todas as UIs exibidas apresentem um comportamento responsivo, ajustando dinamicamente o aspeto visual dos elementos de *software* às especificidades de cada equipamento.

A UX aplicada no desenvolvimento da ferramenta multimédia HBP assegura que os elementos visuais sejam enquadrados nas características do ecrã do *smartphone* do utilizador, garantindo a responsividade planeada e a consistência das funcionalidades previstas.

Independentemente do *smartphone Android*, a instalação da ferramenta multimédia HBP apresenta a UI ilustrada na Figura 3.5. Esta UI é composta por uma lista de botões em diferentes tonalidades, com o objetivo de destacar as histórias disponíveis.

Atualmente, a única história disponível é exibida numa tonalidade clara, sinalizando a sua acessibilidade (Escravatura em Lisboa), enquanto as restantes histórias apresentadas em tonalidades escuras, funcionam como exemplos de conteúdos a integrar.

As estratégias e modelos aplicados aos temas apresentados na lista de botões da Figura 3.5 serão os mesmos. Porém, cada história terá a sua própria BD, com o propósito de organizar e separar os conteúdos por temáticas. Após o utilizador selecionar o tema da Escravatura em Lisboa, a HBP estabelece a conexão com a BD correspondente e os conteúdos históricos associados são carregados.



FIGURA 3.5. Imagem de apresentação da HBP. É exibida uma lista com os diferentes contextos históricos. Atualmente, a única história disponível, "Escravatura em Lisboa", é exibida numa tonalidade mais clara. As restantes histórias, exibidas em tonalidades mais escuras, estão inacessíveis.

3.2.1. Funcionalidades e Informações dos Separadores/UI Principais

Nesta secção são descritas as funcionalidades comuns às principais UI da ferramenta multimédia HBP. Após o carregamento do tema selecionado, são apresentados quatro separadores na parte superior do ecrã:

1. **Circuitos** - Apresenta os percursos pré-definidos, permitindo ao utilizador selecionar um circuito, com uma temática associada ao período histórico abordado.
2. **Pontos Turísticos** - Permite a consulta individual dos pontos geográficos.
3. **Personagens** - Apresenta as personagens associadas ao contexto histórico.
4. **Opções** - Representado por um ícone de quatro barras horizontais e acesso contínuo, o utilizador pode alterar as configurações da HBP em qualquer momento.

A barra de pesquisa, visível na Figura 3.6, é transversal aos três separadores principais (Circuitos, Pontos Turísticos e Personagens). Esta funcionalidade permite uma pesquisa célere através de palavras-chave relacionadas com o conteúdo desejado.

O separador organizacional representado na Figura 3.6 está igualmente integrado nas UIs principais e posicionado abaixo da barra de pesquisa. Permite organizar os conteúdos em ordem ascendente ou descendente, com base em quatro critérios com a exceção da UI Pontos Turísticos, que disponibiliza apenas três:

1. **Nome** - Ordena os conteúdos alfabeticamente.
2. **Proximidade** - Ordena os conteúdos pela distância ao *smartphone* do utilizador.
3. **Duração** - Ordena os conteúdos com base na duração de cada percurso.

4. Favoritos - Ordena alfabeticamente os conteúdos filtrados pelo utilizador.

A Duração, visível no UI Circuitos e ilustrado na Figura 3.6, tem por base o cálculo do tempo de deslocação previsto (em minutos) entre pontos turísticos dos percursos pré-definidos. Por não ser aplicável no contexto da UI Pontos Turísticos, a funcionalidade não foi implementada neste separador.

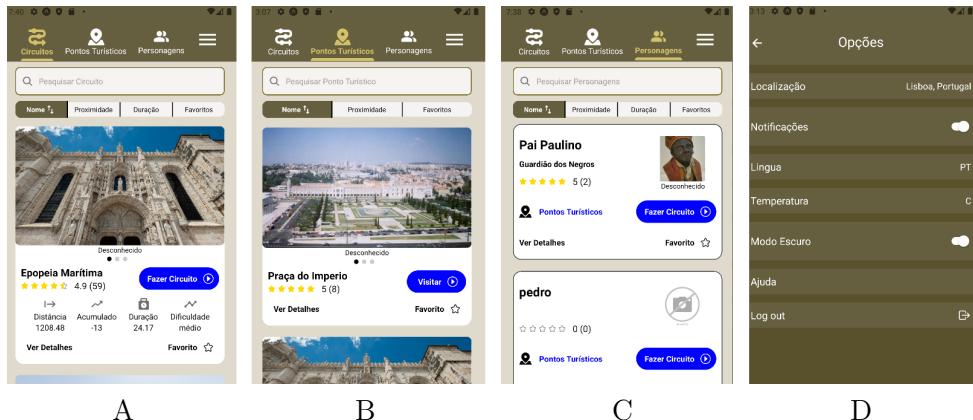


FIGURA 3.6. Apresentação dos quatro separadores/UIs principais: Circuitos, Pontos Turísticos, Personagens e Opções. Os ecrãs "A", "B" e "C" representam cada uma das UI responsáveis por segmentar os conteúdos. O separador Opções ilustrado no ecrã "D" permite alterar as configurações.

Como ilustrado na Figura 3.7, ao selecionar a Proximidade no separador organizacional é solicitado, por questões de segurança, a permissão para aceder à localização do *smartphone*. Apenas após esta autorização, a ferramenta multimédia HBP consegue ordenar os conteúdos por proximidade ascendente ou descendente.

Todos os conteúdos são apresentados em forma de cartões, com diversas funcionalidades e informações associadas. Os mais relevantes para o utilizador podem ser personalizados através do botão Favoritos. Ao pressionar o ícone em forma de estrela, este fica preenchido, destacando-se visualmente dos demais conteúdos.

Conforme representado na Figura 3.7, esta funcionalidade possibilita uma UX personalizada, incrementando os conteúdos selecionados no separador organizacional Favoritos. Desta forma, é possível aceder aos itens escolhidos, guardados persistentemente na memória do *smartphone*, proporcionando uma UX alinhada com as escolhas de cada utilizador.

Todas as UIs incluem a funcionalidade *Scroll*, permitindo a navegação vertical pelos conteúdos exibidos. Conforme ilustrado na Figura 3.7, esta abordagem elimina a necessidade de memorização e assegurar o acesso contínuo às informações, proporcionando UX fluida entre conteúdos, antes de qualquer interação com as funcionalidades apresentadas.

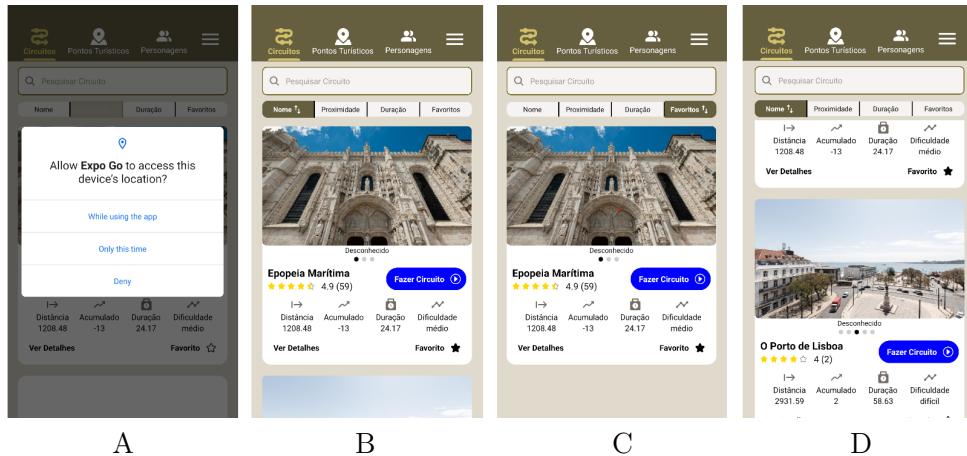


FIGURA 3.7. Demonstração das funcionalidades Proximidade, Favoritos e *Scroll*. O ecrã "A" apresenta o pedido de permissão para aceder à localização, associado à funcionalidade Proximidade. Os ecrãs "B" e "C" ilustram a UX associada à funcionalidade Favoritos. O ecrã "D" apresenta a funcionalidade de *Scroll*, disponível em todas as UI da HBP.

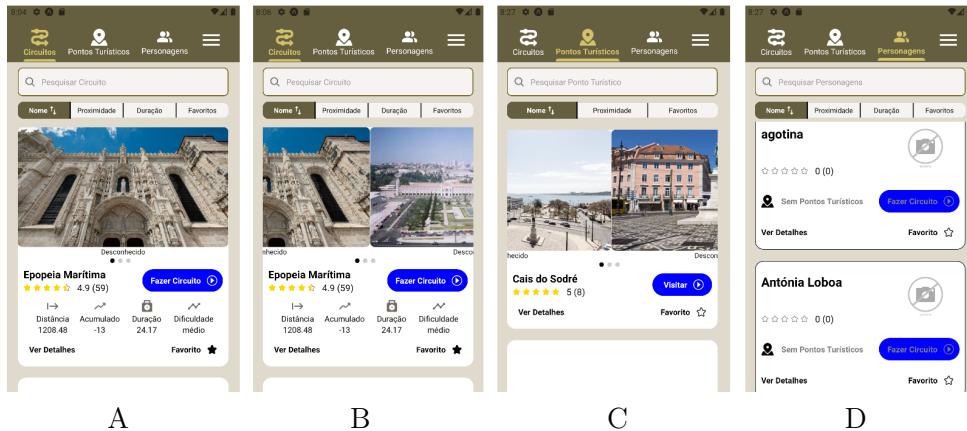
A funcionalidade Carrossel de Imagens, representada na Figura 3.8, foi implementada nos conteúdos segmentados pelas UIs Circuitos e Pontos Turísticos, permitindo o armazenamento ilimitado de imagens associadas a cada cartão de apresentação.

Ao arrastar lateralmente as imagens, o utilizador pode pré-visualizar os pontos geográficos antes de selecionar um percurso ou ponto turístico específico. Associado a esta funcionalidade, existe um indicador de paginação, juntamente com o nome do autor da imagem, facilitando a identificação da posição atual na sequência de imagens.

Esta abordagem assegura uma UX fluida entre imagens, permitindo a navegação horizontal, proporcionando uma compreensão visual informada sobre os locais apresentados.

Na UI principal Personagens foi adotada uma estratégia alternativa, estando condicionada pela dificuldade em encontrar representações visuais dos protagonistas na perspetiva histórica que a abordagem multimédia procura retratar. Esta limitação continua, ao abordar biografias de pessoas que ocupavam posições de elite na sociedade da época.

Nos casos em que não foram encontradas representações visuais, utilizou-se uma imagem padrão para sinalizar a ausência deste recurso, conforme ilustrado na Figura 3.8. Esta realidade levou ao redesenho conciso das caixas de apresentação da UI Personagens, garantindo a consistência visual na representação dos protagonistas de qualquer período histórico, sem comprometer a UX.



A

B

C

D

FIGURA 3.8. Simulação da funcionalidade carrossel. Nos ecrãs "A", "B" e "C", é apresentado o resultado final da UX Carrossel, aplicadas às UIs Circuitos e Pontos Turísticos. A representação simula a ativação da funcionalidade através do gesto de arrastar lateralmente as imagens. No ecrã "D", é exibida a imagem padrão usada na ausência de conteúdo visual.

A funcionalidade Ver Detalhes, acionada por botão e ilustrada na Figura 3.9, está disponível em todos os conteúdos. Ao ser pressionada, a caixa de informação expande-se, revelando um resumo do conteúdo histórico apresentado. Caso o texto ultrapasse os limites delineados, é exibida a mensagem "Deslize para ver mais", permitindo ao utilizador navegar verticalmente (*Scroll*) para aceder à informação adicional, sem sair da UI, nem prejudicar a UX. Ilustrada na Figura 3.9, esta funcionalidade permite exibir texto de tamanho variável, apoiando-se na navegação por *Scroll*. Esta abordagem assegura o acesso contínuo às informações, mantendo a padronização das caixas expandidas. Contudo a informação apresentada nestas caixas é segmentada de acordo com a UI selecionada:

- **Separador Circuitos** - É apresentado de forma resumida a relevância do percurso selecionado no contexto histórico abordado.
- **Separador Pontos Turísticos** - É exposta de forma concisa a importância do ponto geográfico escolhido na época apresentada.
- **Separador Personagens** - É disponibilizada uma síntese biográfica do protagonista, enquadrando o tema apresentado nos locais relevantes da sua vida.

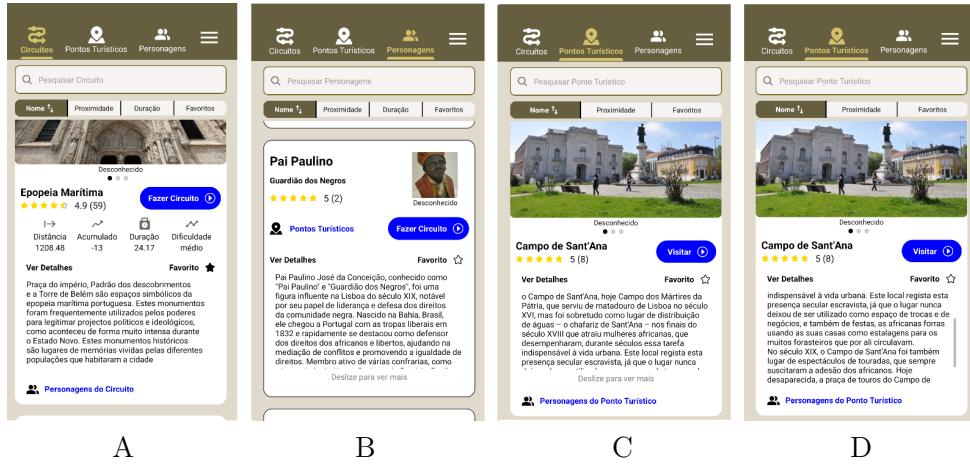


FIGURA 3.9. Demonstração da funcionalidade Ver Detalhes. Integrada em todas as UIs, esta funcionalidade ativa o *Scroll* quando necessário, alertando o utilizador com a mensagem "Deslize para ver mais" exibida na parte inferior da caixa. Esta mensagem desaparece assim que o *Scroll* é utilizado, conforme é representado nos ecrãs "C" e "D".

Conforme representado na Figura 3.9, nas UIs Circuitos e Pontos Turísticos, a funcionalidade Ver Detalhes permite aceder aos personagens associados ao circuito ou ao ponto turístico selecionado. Na UI Personagens, os pontos turísticos relacionados com o protagonista estão acessíveis visualmente no respetivo cartão de apresentação.

Esta funcionalidade é acionada através de botão, manipulando o redirecionamento do utilizador, em função da UI utilizada:

- **Separador Circuitos** - Ao pressionar o botão Personagens do Circuito, a HBP redireciona para uma nova UI, apresentando as personagens do circuito escolhido.
- **Separador Pontos Turísticos** - Ao selecionar o botão Personagens do Ponto Turístico, abre uma outra UI com as personagens do ponto turístico exibido.
- **Separador Personagens** - Ao pressionar o botão Pontos Turísticos, é apresentada uma UI com os Pontos Turísticos associados à personagem correspondente.

Na Figura 3.10, é possível observar o resultado da implementação lógica associada a esta funcionalidade. Esta UI apresentada, reutiliza as funcionalidades do separador organizacional e dos cartões de apresentação com os conteúdos e os elementos associados. Este mecanismo estabelece uma interligação bidirecional entre os separadores/UIs principais, realizando a conexão entre os pontos geográficos e os protagonistas de um determinado período histórico. Esta UX proporciona uma exploração contínua dos diferentes pontos de interesse e das personagens relevantes para o utilizador.

Esta secção dedicou-se à apresentação das funcionalidades existentes nos separadores principais. Por essa razão, é feita referência ao botão Fazer Circuito, presente nas UIs Circuitos e Personagens, e ao botão Visitar, acessível na UI Pontos Turísticos. Ambos

os botões, visíveis tanto na Figura 3.10 como nas demais ilustradas nesta secção, desempenham a mesma função: iniciar o processo de apresentação do conteúdo escolhido. No entanto, este processo será detalhado mais à frente neste documento, numa secção própria.

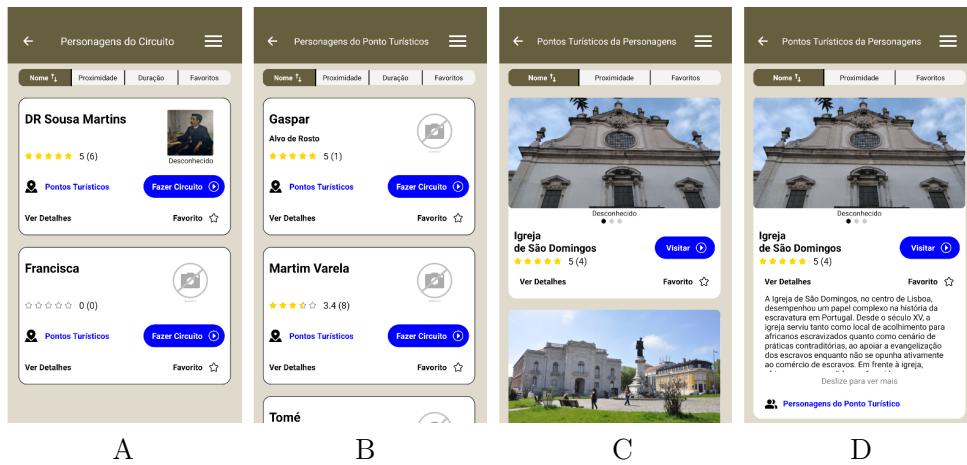


FIGURA 3.10. Representação da UI que conecta as personagens com pontos turísticos. No ecrã "A", são exibidas as personagens de um circuito. No ecrã "B", são apresentadas as personagens para um ponto turístico. O ecrã "C", destacam-se os pontos turísticos associados a uma personagem. No ecrã "D" são ilustradas as funcionalidades reutilizadas das UIs principais.

3.2.2. Gestão de Expectativas (Avaliações e Métricas dos Percursos)

As características de cada percurso são apresentadas através de métricas, com o objetivo de proporcionar ao utilizador uma expectativa informada sobre os circuitos pré-definidos. Estas métricas são acompanhadas por ícones representativos, facilitando a interpretação da informação disponibilizada. Os resultados e os ícones representados na Figura 3.11, apenas podem ser visualizados no separador/UI principal Circuitos. As métricas calculadas para cada conteúdo são:

- **Distância** - Apresenta em metros, a distância em linha reta entre os pontos turísticos, excluindo curvas ou barreiras que impeçam o percurso mais direto.
- **Acumulado** - Indica em metros, a diferença entre os pontos turísticos em relação ao nível do mar, excluindo as subidas e descidas entre os pontos geográficos.
- **Duração** - Apresentada em minutos, a estimativa do tempo necessário para completar o circuito, considerando um passo de caminhada.
- **Dificuldade** - Com base na distância e do acumulado, indica a dificuldade esperada, classificada em três patamares distintos: "Fácil", "Médio" e "Difícil".

A métrica de duração foi igualmente integrada na UI Personagens, representada na Figura 3.11 e descrita na secção anterior. Esta integração permite ordenar os circuitos de forma ascendente ou descendente através do separador organizacional.

As características dos circuitos apresentados são calculadas na BD, aliviando o esforço de processamento da HBP. O facto dos circuitos serem pré-definidos, possibilita a entrega dos dados já processados, garantindo uma UX rápida na exibição de conteúdos.

A recolha do *feedback* é fundamental para alinhar os conteúdos com as expectativas dos utilizadores. A abordagem utilizada na avaliação, ilustrada na Figura 3.11, é aplicada uniformemente a todos os conteúdos disponibilizados.

Através da participação voluntária, com o mínimo de intrusão nas interações com a HBP, procura-se informar não só o utilizador sobre a média e o total de avaliações atribuídas, mas também o administrador do sistema da qualidade dos conteúdos apresentados.

Representado na Figura 3.11, o resultado da avaliação é apresentado em forma de estrelas, numa escala entre um e cinco. Através do contraste visual, a informação é exibida de forma intuitiva, preenchendo a amarelo a média das avaliações atribuídas. Esta representação visual é complementada pelo resultado da média e pelo total de avaliações.

Quando um utilizador decide avaliar algum conteúdo no final de cada apresentação, a avaliação é realizada anonimamente. No entanto, para evitar múltiplas avaliações ao mesmo conteúdo, o desenvolvimento aplicacional regista o ID do conteúdo avaliado no *smartphone*, assegurando a integridade do processo de avaliação, sem comprometer a privacidade de quem utiliza a ferramenta multimédia HBP.

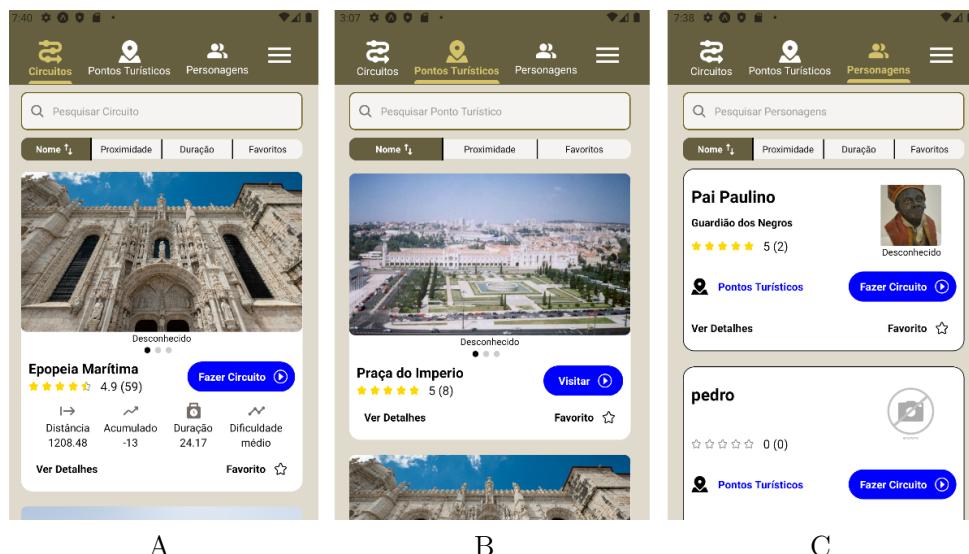


FIGURA 3.11. Apresentação das características dos circuitos e da Avaliação. As características dos circuitos apenas podem ser vistas no ecrã "A", sendo complementada com ícones e legendas informativas. A avaliação presente nos três ecrãs, indica a qualidade do circuito.

A inclusão de métricas já calculadas em conjunto com uma representação visual intuitiva, tem a intenção de simplificar a tomada de decisão para cada circuito. Esta abordagem abre caminho para uma melhoria contínua da interação com os elementos na HBP, proporcionando uma UX informada e alinhada com as expectativas dos utilizadores, seja por meio de avaliação atribuídas, seja pelas características do circuito.

3.2.3. UI Percurso/Botão Fazer Circuito (UI Circuitos/UI Personagens)

Algumas funcionalidades agregadas ao botão Fazer Circuito estão disponíveis apenas nos separadores /UIs principais Circuitos e Personagens. No entanto, nem todas as personagens possuem o levantamento histórico completo, resultando na desativação deste botão através da lógica de programação. Esta abordagem, representada na Figura 3.12, assegura a consistência da UX, prevenindo potenciais conflitos operacionais decorrentes da ausência de correspondência entre personagens e pontos turísticos.

Quando este botão é pressionado, a HBP redireciona o utilizador para a UI Percurso, responsável por iniciar o processo de apresentação do conteúdo selecionado. Esta UI destaca-se pela exibição dinâmica de mapas, através da comunicação estabelecida com a API *Google Maps*, permitindo não apenas a visualização de um mapa com os pontos turísticos assinalados a vermelho e interligados por um percurso desenhado a azul, como também a disponibilização de diversas funcionalidades:

- **Zoom in e zoom out** - Permite aproximar ou afastar qualquer ponto geográfico.
- **Arrastar** - Possibilita a exploração livre do mapa.
- **Pegman** - Ao arrastar o boneco amarelo a perspetiva visual de um peão é ativada.
- **Vista de satélite** - Possibilita a exploração livre e realista da área envolvente.

A redundância de funcionalidades é intencionalmente incorporada nas UIs subsequentes. Nesse contexto, os botões Personagens do Circuito, Pontos Turísticos, Favoritos e Ver Detalhes permanecem acessíveis, oferecendo alternativas no acesso às funcionalidades.

A UI Percurso, visível na Figura 3.12, é reforçada pela funcionalidade Retroceder, representada por uma seta direcionada para a esquerda, permitindo o acesso rápido à UI anterior. Esta flexibilidade de navegação estende-se a todas as UIs subsequentes, permitindo não só o regresso à UI principal sempre que desejado, como ainda evita a troca desnecessária de UIs através da redundância de funcionalidades.

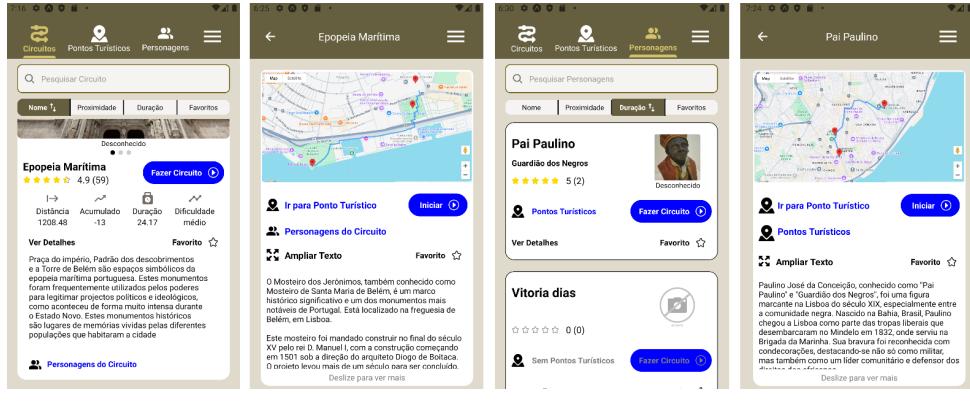


FIGURA 3.12. Nos ecrãs "A" e "B" está representada a UI Percurso aplicada ao separador/UI principal Circuitos. Os ecrãs "B" e "C" apresentam a UI Percurso aplicada no separador/UI principal Personagens. É possível observar no segundo e quarto ecrãs a funcionalidade de retroceder.

Existe uma diferença nos textos apresentados na Figura 3.12: na UI Principal é exibido o resumo da história, enquanto na UI Percurso é apresentada a narrativa do conteúdo.

A funcionalidade Ampliar Texto, representada na Figura 3.13, utiliza a totalidade do ecrã para a apresentação de textos. Esta solução UX/UI, suportada pela funcionalidade de *Scroll*, facilita a leitura ao permitir a navegação vertical pelo texto ampliado, com o propósito de manter o utilizador envolvido na narrativa, reduzindo-lhe o esforço de leitura.

A funcionalidade Ir para Ponto Turístico, ilustrada na Figura 3.13, permite começar o itinerário no ponto turístico inicial do circuito. Este botão exibe uma modal de confirmação, projetada para captar a atenção e incentivar a validação. A opção Sim, destacada a azul, confirma o redirecionamento para a API *Google Maps*, já com o destino configurado.

A colaboração entre dois serviços independentes permite destinar a ferramenta multi-média HBP à apresentação de conteúdos relacionados com destinos, sem exigir a posição GPS, enquanto a API *Google Maps* é responsável por fornecer os mapas e as rotas, com base nas coordenadas recebidas pela HBP.

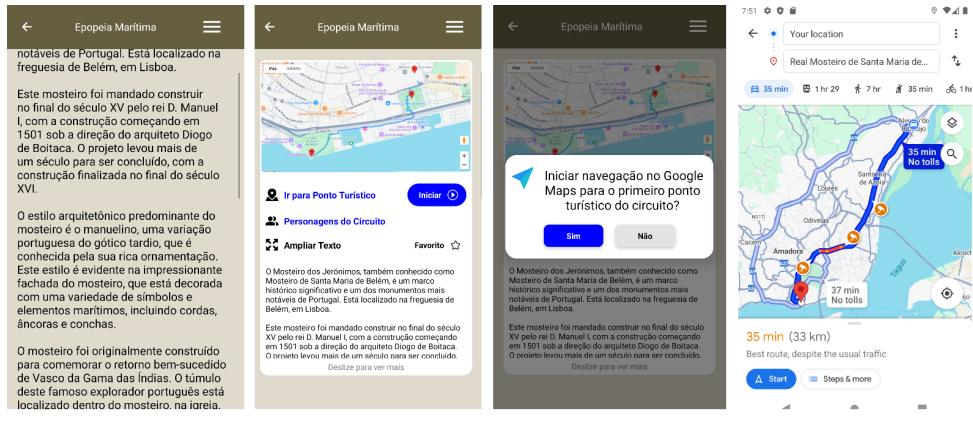


FIGURA 3.13. No ecrã "A", é ilustrada a UX/UI proporcionada pela funcionalidade Ampliar Texto. Nos restantes ecrãs, é demonstrada a colaboração entre os dois serviços, através da funcionalidade Ir para Ponto Turístico, ao redirecionar o utilizador para a APP *Google Maps*.

Ao pressionar o botão azul Iniciar, representado na 3.13, a UI Percurso apresenta cada ponto turístico do circuito correspondente. Por esta razão, é necessário revisitar algumas funcionalidades redundantes anteriormente descritas.

No caso dos botões Favoritos e Ir para Ponto Turístico, as funcionalidades foram ajustadas, enquanto no caso do botão Personagens do Circuito foi substituído pelo botão Personagens do Ponto Turístico, passando a redirecionar o utilizador para uma UI com as personagens associadas ao ponto turístico apresentado. Desta forma, a UI Percurso passa a exibir os conteúdos associados ao ponto turístico, em vez do circuito como um todo.

Neste contexto, ao pressionar o botão Favoritos na UI Percurso, o ponto turístico apresentado é incrementado no separador organizacional Favoritos da UI Pontos Turísticos.

O botão Ir para Ponto Turístico tem um comportamento semelhante, passando agora a entregar as coordenadas geográficas do ponto turístico à API *Google Maps*, substituindo o redirecionamento para o ponto inicial do circuito, pelo ponto turístico apresentado.

Na Figura 3.14, estão ilustradas as funcionalidades adaptadas aos conteúdos exibidos, evitando a troca desnecessária de UI, tanto para o deslocamento até ao local como para a adição do ponto turístico ao separador organizacional Favoritos da UI Pontos Turísticos.

O mapa também sofre uma atualização, passando a assinalar a posição do ponto turístico com um marcador representado por um boneco a correr. Esta abordagem, ilustrada na Figura 3.14, tem a intenção não apenas de facilitar a identificação da posição geográfica no mapa, como procura promover a acessibilidade para utilizadores com dificuldades em distinguir cores ou formas.

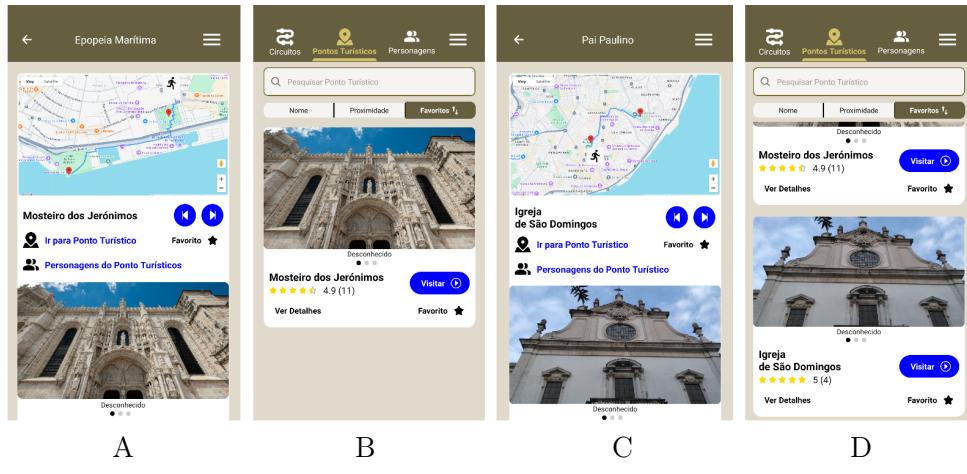


FIGURA 3.14. Simulação da adição de dois Pontos Turísticos ao separador organizacional da UI Pontos Turísticos, através das funcionalidades da UI Percurso aplicadas à UI Circuitos e à UI Personagens. Nos ecrãs "A" e "C" é apresentada a atualização do mapa, assinalando a posição do ponto turístico com um marcador representado por um boneco a correr.

Para cada ponto turístico apresentado, é disponibilizado um conjunto de funcionalidades e conteúdos associados ao local contextualizado com o período histórico selecionado. Dois blocos de imagens são apresentados, auxiliados pela funcionalidade de Carrossel, anteriormente descrita. Um bloco com imagens contemporâneas e outro com representações históricas da época.

A caixa de apresentação das narrativas na UI Percurso, representada na Figura 3.15, mantém as funcionalidades *Scroll* e *Ampliar Texto*, previamente descritas.

Na Figura 3.15, é demonstrada a funcionalidade Navegação Autónoma na UI Percursos, permitindo a exploração livre dos diferentes pontos turísticos de cada circuito, através de uma UX dinâmica e intuitiva, com recurso a três botões:

- **Avançar** – Representado por uma seta direcionada para a direita, permite prosseguir para o próximo ponto turístico do circuito.
- **Recomeçar** – Simbolizado por uma seta circular, possibilita reiniciar o circuito em qualquer momento. Por questões lógicas, esta opção só está disponível a partir do segundo ponto turístico do percurso.
- **Voltar** – Caracterizado por uma seta orientada para a esquerda, possibilita retroceder um ponto turístico no circuito.

No final de cada circuito, conforme ilustrado na Figura 3.15, é exibida uma modal de confirmação, projetada para captar a atenção e incentivar a validação, com a pergunta: 'Gostaria de realizar um questionário para consolidar o conhecimento?'. A opção Sim,

destacada a azul, abre como possibilidade o caminho à implementação de jogos sérios ubíquos, com o objetivo, não apenas de analisar a transmissão de conhecimento proporcionada pelos conteúdos apresentados, como também de avaliar a capacidade de motivar extrinsecamente os utilizadores na exploração dos locais associados ao circuito escolhido.

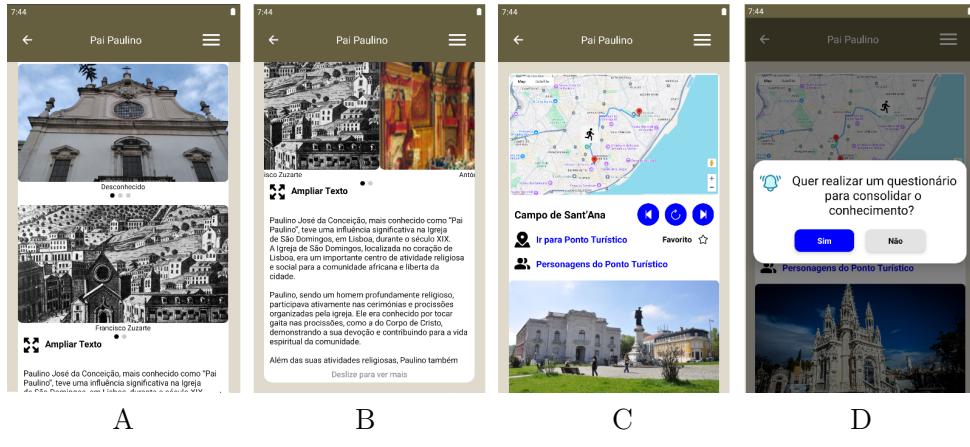


FIGURA 3.15. Exibição dos conteúdos associados ao ponto turístico na UI Percurso. Nos ecrãs "A" e "B" são apresentados os blocos de imagens que conectam o passado ao presente, juntamente com as narrativas contextualizadas no percurso. O ecrã "C" ilustra a funcionalidade de Navegação Autónoma, e no ecrã "D" é ilustrada a modal de acesso ao *quiz*.

Independentemente da escolha efetuada na modal apresentada na Figura 3.15 e caso o conteúdo não tenha sido avaliado, surge uma segunda modal, destinada à recolha de *feedback*, solicitando a avaliação voluntária do circuito. Conforme ilustrado na Figura 3.16, a avaliação é solicitada através de estrelas, numa escala de um a cinco, seguindo o padrão de apresentação descrito na secção 3.2.2.

Antes de o utilizador ser redirecionado para a UI principal inicialmente selecionada, as estrelas permanecem preenchidas a amarelo por alguns segundos, confirmando visualmente a classificação atribuída.

A UI Percurso, além de proporcionar uma perspetiva abrangente do circuito como um todo, apresenta dinamicamente cada ponto turístico correspondente ao circuito selecionado. No entanto, em determinadas situações, os conteúdos podem estar incompletos, resultando na remoção dos elementos em falta, através da lógica de programação aplicada. A caixa de apresentação ajusta-se à informação fornecida para evitar a exibição de espaços vazios reservados aos elementos não disponibilizados, exibindo a mensagem: "conteúdo não disponível". Conforme ilustrado na Figura 3.16, esta abordagem reduz o impacto da ausência de elementos, garantindo uma UX/UI intuitiva e equilibrada.

A UI Percursos integra os circuitos e adapta dinamicamente as funcionalidades às localizações apresentadas por um mapa fornecido pela API *Google Maps*, evidenciando o significado de cada ponto turístico no contexto da personagem ou circuito exibido.

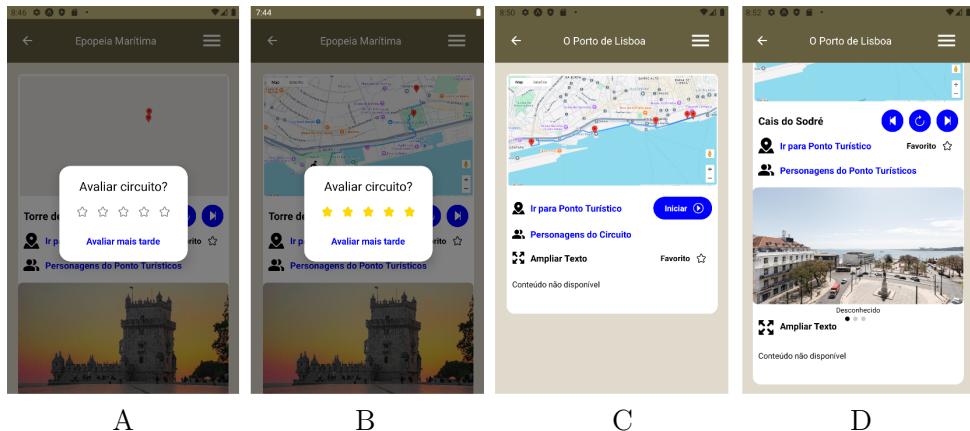


FIGURA 3.16. Os ecrãs "A" e "B" ilustram e simulam a interação com a modal de avaliação na atribuição de uma classificação. Nos ecrãs "C" e "D" é apresentada a funcionalidade de redimensionamento dinâmico das caixas de apresentação, sempre que os conteúdos estejam indisponíveis.

3.2.4. UI/Botão Visitar (UI Pontos Turísticos)

A UI Pontos Turísticos permite uma navegação simplificada na consulta individual dos pontos geográficos disponíveis na HBP. Esta UI principal contém o botão azul Visitar, responsável por dar início ao processo de apresentação dos conteúdos relacionados com o ponto turístico selecionado, redirecionando o utilizador para a UI Visitar.

O fato de um percurso ser composto por um conjunto de pontos turísticos permite não apenas padronizar o design e as funcionalidades dos cartões de apresentação das UIs Circuitos e Pontos Turísticos, como permite padronizar as UIs Percurso e Visitar, promovendo uma UX previsível na identificação e localização dos elementos da UI.

As UIs Visitar e Pontos Turísticos destacam-se por apresentarem narrativas e conteúdos centrados no impacto histórico de cada local. Enquanto na UI Pontos Turísticos é apresentada, de forma concisa, a relevância de determinado ponto geográfico, na UI Visitar é exibida uma narrativa detalhada sobre a importância do local no contexto abordado.

Embora a UI Visitar não apresente nenhum mapa, a ligação à API *Google Maps* continua presente, através da funcionalidade Ir para Ponto Turístico, descrita na secção 3.2.3. Após a confirmação na janela modal, o utilizador é redirecionado para a APP *Google Maps*, com as coordenadas do ponto turístico apresentado, configuradas como destino.

A redundância de funcionalidades continua presente na UI Visitar, garantindo a presença e a inalteração do acesso a alguns elementos, como por exemplo:

- **Botão Favoritos** - Permite sinalizar e adicionar um ponto turístico ao separador organizacional Favoritos da UI Pontos Turísticos.

- **Ver Detalhes e Ampliar Texto** - Reduz o esforço de leitura e aumenta a probabilidade do envolvimento do utilizador na narrativa apresentada.
- **Personagens do Ponto Turístico** - Redireciona o utilizador para uma UI com a descrição das personagens associadas ao ponto turístico apresentado.

Conforme ilustrada na Figura 3.17, a UI Visitar também reutiliza algumas funcionalidades da UI Percursos. Um exemplo é a funcionalidade Retroceder, representada por uma seta direcionada para a esquerda, permitindo o acesso rápido à UI Pontos Turísticos.

Outro exemplo desta reutilização são os dois blocos de imagens, auxiliados pela funcionalidade de Carrossel. Um bloco apresenta um conjunto de imagens contemporâneas, enquanto o outro exibe representações históricas.

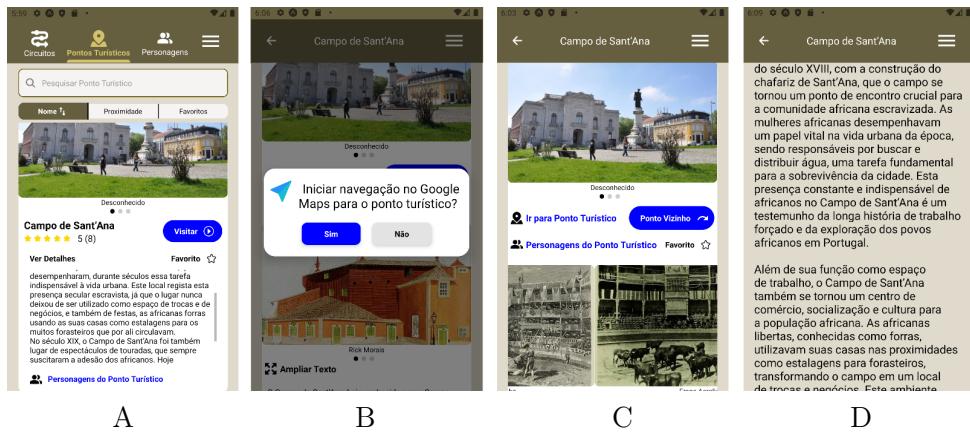


FIGURA 3.17. No ecrã "A" são exibidas as funcionalidades do cartão de apresentação da UI Pontos Turísticos. No ecrã "B" é exibida o recurso à funcionalidade Ir para Ponto Turístico. No ecrã "C" são exibidas todas as funcionalidades integradas na UI Visitar. No ecrã "D" é destacada uma narrativa acessada através da funcionalidade Ampliar Texto da UI Visitar.

O botão azul Ponto Vizinho, representado na Figura 3.18, possibilita o carregamento dinâmico do ponto turístico mais próximo ao local apresentado. Esta funcionalidade facilita a exploração contínua de diversos locais situados num raio geográfico curto, estabelecendo uma relação de proximidade entre os vários pontos turísticos integrados na ferramenta multimédia HBP, maximizando o tempo numa visita sequencial.

Conforme ilustrado na Figura 3.18, antes de carregar o ponto turístico mais próximo, a UI Visitar exibe duas modais de confirmação idênticas e com os mesmos objetivos das modais descritas na secção 3.2.3, apresentadas na conclusão do circuito da UI Percurso.

A classificação, através do número de estrelas preenchidas a amarelo, ao conteúdo na UI Visitar segue o mesmo padrão aplicado na UI Percurso. Em ambas as UIs é utilizada a mesma estratégia para atribuir classificações e evitar múltiplas avaliações ao mesmo

conteúdo. A única diferença reside no tipo de conteúdo avaliado: enquanto na UI Visitar é classificado um ponto turístico, na UI Percurso a avaliação incide sobre um circuito.

A UI Visitar é suportada por uma UX/UI personalizada e flexível, possibilitando a consulta individual de cada ponto turístico integrado na ferramenta multimédia HBP de forma autónoma, sem a necessidade de memorizar locais ou circuitos considerados relevantes.

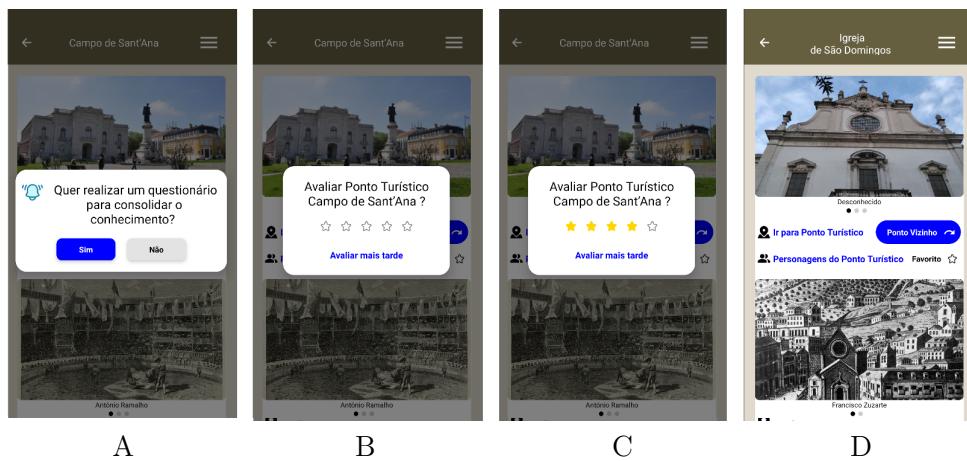


FIGURA 3.18. O ecrã "A" apresenta a modal de acesso ao *quiz*. Os ecrãs "B" e "C" simulam a interação com a modal de avaliação na atribuição da classificação ao ponto turístico. O ecrã "D" representa o carregamento dinâmico do ponto turístico mais próximo.

3.2.5. Análise Conclusiva da Versão Final da Ferramenta Multimédia HBP

A ferramenta multimédia descrita ao longo desta secção está organizada em três partes principais: UI Circuitos, UI Pontos Turísticos e UI Personagens. No entanto, devido às semelhanças operacionais e ao desenvolvimento aplicacional, é possível unificar a apresentação de uma personagem ou de um circuito na UI Percursos.

Uma estratégia semelhante foi utilizada na UI Percursos, ao reutilizar os recursos da UI Visitar para destacar os vários locais que compõem o circuito. Embora a UI Visitar tenha sido construída para exibir individualmente cada ponto turístico e seja acessível apenas através da UI Pontos Turísticos, a UI Percursos integra as funcionalidades e os conteúdos da UI Visitar na exibição dos pontos turísticos de cada percurso.

Ao longo da secção procurou-se apresentar sucintamente todas as funcionalidades e recursos disponíveis na HBP. Porém, a reutilização de recursos e a repetição de funcionalidades padronizadas assegura um acesso contínuo e consistente ao mesmo objetivo por caminhos diferentes.

O desenvolvimento aplicacional apresentado foi demonstrado através de representações visuais de um emulador *Android*. No entanto, é importante referir que a HBP está em fase de implementação e funciona plenamente em qualquer *smartphone Android*.

3.3. Conclusão da Implementação e Desenvolvimento

O capítulo 3 está dividido em duas secções principais e tem como objetivo apresentar a abordagem multimédia resultante da dissertação. A primeira secção descreve todas as fases de implementação que suportam o projeto, enquanto a segunda apresenta todas as funcionalidades, conteúdos e as UIs que resultaram na ferramenta multimédia HBP.

A lógica e o design foram definidos antes da implementação da abordagem multimédia, mas estão descritos na secção 3.1 por razões organizacionais do documento. O diagrama de classes, o modelo de dados, a arquitetura do sistema e o protótipo Figma foram desenhados e testados previamente à implementação prática. Esta antecipação é evidente no caso do protótipo Figma, tendo sido construído com o objetivo alcançar a melhor UX/UI possível, serviu de base no desenvolvimento do *front-end* da HBP.

Os desenvolvimentos e validações foram cruciais para a construção de um sistema dinâmico e escalável, tanto a nível aplicacional como operacional. A escolha de recursos multiplataforma aplicados no desenvolvimento da abordagem multimédia, permite não apenas expandir a ferramenta multimédia para outros SO ou tipos de equipamentos, como também facilita a integração de API externas na arquitetura de sistema.

O recurso a uma arquitetura de microserviços facilita a manutenção e a integração de novos módulos no sistema de forma independente, à medida que surgem novas exigências.

A comunicação assíncrona entre os diferentes módulos da arquitetura do sistema, proporciona uma UX/UI fluida e eficiente, permitindo o processamento e armazenamento temporário à medida que os conteúdos são requisitados pelo utilizador. Já a comunicação do servidor de rede local com a Internet é garantida pelo NGROK, um *framework* utilizado na criação de um túnel protegido por *firewall*, a um endereço de rede HTTPS [61].

A estratégia de segurança utilizada na proteção de conteúdos e das informações é também abordada na secção 3.1, sendo garantida pelo SGBD e pelo servidor de rede local, ao restringir o acesso às fontes apenas ao administrador do sistema.

A abordagem utilizada na apresentação da HBP está estruturada com base nas UIs e na avaliação de conteúdos, procurando descrever de forma sucinta não apenas as funcionalidades e os recursos disponíveis, mas também destacar a reutilização de código na lógica de programação, exemplificada pela integração da UI Visitar nas demais UIs.

A ferramenta multimédia foi desenvolvida com a intenção de apresentar diversos períodos históricos, conforme ilustrado na Figura 3.5. No entanto a abordagem, multimédia incide apenas sobre a apresentação da história da escravatura na cidade de Lisboa. Os locais, conteúdos e informações apresentados são verídicos e baseiam-se na obra História dos Escravos em Portugal [14] ou no Roteiro Histórico de uma Lisboa Africana [15].

A secção 3.2 explica ao leitor como aceder às funcionalidades e conteúdos digitais da ferramenta multimédia, incluindo informações, percursos e a navegação, através da API *Google Maps*, até aos locais onde decorreu a história das pessoas descritas nestas obras.

A HBP está organizada em três separadores principais (UI Circuitos, UI Pontos Turísticos e UI Personagens), permitindo ao utilizador, em cada um deles, personalizar tanto a organização como a definição dos conteúdos considerados relevantes.

Embora a ferramenta multimédia esteja equipada com todas estas funcionalidades, o objetivo principal é levar ao utilizador, neste exemplo concreto, a história da escravatura na cidade de Lisboa de forma imersiva e envolvente. Por essa razão, foi implementado um processo voluntário de avaliação de conteúdos, com o mínimo de intrusão nas interações. A recolha de *feedback* promove uma melhoria contínua, alinhando as expectativas dos utilizadores, não só com a UX/UI, mas também com a qualidade dos conteúdos exibidos.

Ao longo do capítulo 3, foram aprofundadas as funcionalidades e estratégias utilizadas na construção de uma abordagem multimédia destinada a fins educativos e turísticos. A utilização da georreferenciação e dos diversos elementos descritos, permite apresentar as narrativas históricas com base na evidência da presença dos seus intervenientes. No entanto, o acesso ao conteúdo não está condicionado à presença física no local apresentado, permitindo que qualquer pessoa consulte a informação disponibilizada.

A abordagem multimédia recorre a diversas áreas da informática para permitir não só a expansão do projeto em diferentes direções, como para obter uma UX/UI fluida e intuitiva.

CAPÍTULO 4

Avaliação

O presente capítulo é dedicado à análise dos resultados obtidos nos testes realizados com o público-alvo, composto por indivíduos com idades compreendidas entre os quinze e os vinte e sete anos, detentores de *smartphone* e com interesse por história e cultura. O *feedback* recolhido nas diferentes fases de implementação da HBP, teve como objetivo alcançar e validar uma UX/UI correspondente com as expectativas dos utilizadores.

A avaliação de resultados está dividida em duas fases: formativa e sumativa. Na primeira fase, os testes incidem sobre o protótipo Figma, com o objetivo de melhorar a UX/UI. Já na segunda fase, as avaliações são realizadas no *smartphone* do utilizador, com o propósito de validar na prática o sistema como um todo.

Em ambas as fases, foi utilizado o mesmo processo de avaliação. Os testes foram elaborados no formato de entrevista e cada entrevistado participou individualmente e em ambientes semelhantes. Para considerar uma tarefa executada com sucesso, era necessário o participante realizar diversas ações até alcançar o objetivo proposto.

A utilização desta abordagem mantém a coerência no processo de avaliação, garantindo que os utilizadores avaliem tanto a UX/UI como o funcionamento aplicacional do sistema com base nos mesmos critérios e condições. Embora os participantes sejam diferentes em cada uma das fases de avaliação, a adoção de um processo uniforme evita a introdução de elementos externos, comprometendo a consistência e fiabilidade das entrevistas recolhidas.

Os resultados serão apresentados em tabelas, não apenas por uma questão organizacional da informação, mas também porque facilita a comparação entre os diferentes resultados obtidos nos testes realizados junto do público-alvo em cada fase da avaliação.

Com o objetivo de quantificar o impacto da UX/UI no público-alvo, no fim de cada entrevista, foi solicitada ao utilizador uma avaliação geral, numa escala entre zero e dez, com base na utilidade e na usabilidade da ferramenta digital apresentada.

A recolha das avaliações gerais no fim de cada entrevista serve de base para o cálculo da média e do desvio padrão das diversas tabelas apresentadas ao longo deste capítulo. Estes indicadores permitem identificar padrões e percepções dos utilizadores sobre a UX/UI.

4.1. Avaliação do Protótipo Figma

O protótipo Figma foi desenvolvido com o propósito de avaliar junto do público-alvo a UX/UI como algumas funcionalidades e conteúdos planeados para integrar HBP.

Após a aplicação do método *Cognitive Walkthrough* em conjunto com as dez heurísticas de *Nielsen*, o protótipo não funcional apresentado na secção 3.1.1, ficou finalizado para ser submetido aos testes de usabilidade.

Na primeira fase da avaliação, participaram dez elementos do público-alvo na realização de um questionário em formato de entrevista, com o objetivo de validar a disposição mais adequada dos elementos digitais (botões, textos e imagens) e identificar melhorias nos mecanismos de interação com o utilizador.

A cada participante era proposta a realização de sete tarefas abrangentes, que exigiam diversas interações com a HBP, para que cada tarefa fosse concluída com sucesso. O *mockup* foi avaliado, através de uma entrevista estruturada, cada uma exigindo a realização de diversas ações:

1. Tente efetuar um percurso que inclua os 3 monumentos principais (Mosteiro dos Jerónimos, Praça do Império e Torre de Belém) da história da cidade de Lisboa.

R: Esta tarefa exigia a escolha do circuito, através da identificação das imagens dos monumentos indicados. O participante deveria iniciar e concluir o circuito utilizando as funcionalidades da UI Percurso descrita na secção 3.2.3.

2. Imagine que queria encontrar um percurso específico (Epopeia Marítima). A meio da consulta desse percurso, precisa de encontrar quem mandou construir o Mosteiro dos Jerónimos. Como realizava esta tarefa?

R: Após localizar e iniciar o circuito através da UI Percurso, o utilizador deveria procurar a informação solicitada nos conteúdos apresentados. O objetivo era testar as funcionalidades: Navegação Autónoma, Ver Detalhes e Ampliar Texto.

3. Imagine que está num ponto turístico de Lisboa e instalou a aplicação. Leu a descrição de dois protagonistas que achou interessante (Paulo Paulino e Sousa Martins). Pretende selecionar estes dois protagonistas para visitar mais tarde. Como resolve este problema utilizando apenas as funcionalidades da aplicação?

R: O objetivo desta tarefa era levar o participante a personalizar a ferramenta multimédia. A tarefa seria concluída assim que as personagens mencionadas fossem adicionadas aos favoritos, independentemente do caminho escolhido.

4. Imagine que quer saber quais os pontos geográficos importantes para os protagonistas que selecionou.

R: Esta tarefa validava se o botão Pontos Turísticos, presente no cartão de apresentação da personagem estava devidamente visível, com um texto claro e intuitivo, permitindo ao utilizador encontrar facilmente os pontos turísticos associados.

5. Imagine que alguém lhe falou do escravo Pai Paulino. Quer visitar o local mais próximo sobre este escravo. Como resolve esta tarefa?

R: O propósito desta tarefa era avaliar UX/UI da barra de pesquisa, através da procura da personagem indicada e a funcionalidade de Proximidade que permite ordenar os conteúdos pela distância ao *smartphone* do utilizador.

6. Imagine que queria encontrar o Mosteiro dos Jerónimos nesta aplicação móvel e, ao encontrá-lo, como acederia aos conteúdos e ao ponto geográfico mais próximo?

R: Esta tarefa exigia a procura do local através das imagens ou informações presentes nos cartões de apresentação. O participante deveria consultar os conteúdos e utilizar o botão Ponto Vizinho na UI Visitar, descrita na secção 3.2.4.

7. Imagine que é da família “Martins” ou “Sousa”. Verifique se tem ascendentes escravos e se existe alguma informação sobre os seus ancestrais.

R: Esta tarefa validava a procura rápida de personagens, através de palavras-chave na barra de pesquisa transversal aos três separadores principais.

As tarefas apresentadas aos entrevistados têm como objetivo a realização de testes formativos, avaliando as funcionalidades dos vários botões, a acessibilidade aos conteúdos e a clareza das informações disponibilizadas no protótipo Figma.

Os participantes nem sempre utilizaram o caminho mais rápido para concluir a tarefa, sendo apenas consideradas não concluídas as tarefas em que o utilizador não conseguiu atingir o objetivo proposto durante a entrevista. No entanto, ao garantir diversos caminhos para alcançar o mesmo objetivo, o acesso às funcionalidades é facilitado, validando a disponibilização de acessos repetidos ao longo das UIs.

Como pode ser observado na Tabela 4.1, os resultados dos testes de usabilidade foram promissores, com a maioria dos participantes a conseguir completar as ações associadas às sete tarefas apresentadas.

ID da Tarefa	Número de Pessoas	Taxa de Sucesso
1	9 em 10	90%
2	9 em 10	90%
3	10 em 10	100%
4	10 em 10	100%
5	10 em 10	100%
6	10 em 10	100%
7	9 em 10	90%
Média	9.6 em 10	96%

TABELA 4.1. Apresentação dos resultados da avaliação da UX/UI através do protótipo Figma. A primeira coluna apresenta o número da tarefa proposta aos participantes, a segunda coluna indica quantos participantes, de um total de dez, conseguiram completar a tarefa com sucesso e a terceira coluna indica a taxa de sucesso na realização de cada uma das tarefas. As médias dos resultados obtidos está representada na ultima linha.

Os testes sobre a usabilidade apresentaram resultados consistentes, atingindo o número médio de 9,6 num total de 10 participantes a concluir com sucesso as tarefas mencionadas. O desvio padrão de 0,49 descreve uma baixa variação na conclusão dos objetivos, validando não apenas a UX/UI, como também as funcionalidades e conteúdos apresentados.

No final da entrevista, foi solicitado a cada participante a atribuição de uma classificação, entre 0 e 10 relativa à utilidade e à usabilidade da HBP. Esta avaliação tinha como objetivo medir não apenas o interesse do público numa ferramenta pedagógica histórico-turística georreferenciada, como também medir a capacidade de envolver o utilizador na determinada época histórica apresentada através dos conteúdos implementados no *mockup* projetado em Figma.

Na Tabela 4.2, são apresentados os resultados desta avaliação geral, possibilitando quantificar o impacto da usabilidade e da utilidade da HBP no público-alvo. Os dados apresentados fornecem uma visão da percepção dos participantes em relação à facilidade na utilização e à relevância da HBP como meio de aprendizagem num ambiente envolvente.

Avaliação	Número de Participantes
7	2
8	1
9	6
10	1
Média	8,6

TABELA 4.2. Apresentação dos resultados da avaliação da utilidade e da usabilidade do protótipo Figma. Na primeira coluna estão os valores das avaliações atribuídas, enquanto na segunda estão a quantidade de participantes que atribuiu cada classificação. Como não foram atribuídas classificações abaixo de 7, as avaliações entre 0 e 6 não estão representadas. A média das classificações atribuídas está representada na ultima linha.

A avaliação média geral da utilidade e usabilidade da HBP foi de 8,6 em 10, com um desvio padrão de 0,91, resultando uma variação relativamente baixa na percepção dos participantes sobre a ferramenta multimédia apresentada.

Os participantes que completaram as tarefas descritas na fase anterior realizaram esta segunda avaliação, apresentando um desempenho consistente na compreensão não apenas dos objetivos propostos, como nas funcionalidades e nos conteúdos apresentados.

A maioria dos participantes (60%), atribuíram uma pontuação de 9 em 10 possíveis à usabilidade e à utilidade da ferramenta multimédia HBP, simulada através do protótipo Figma, validando o desenvolvimento desta solução digital.

Os resultados apresentados registaram uma taxa de sucesso média de 96% com uma aprovação de 86%, destacando uma UX/UI simples e intuitiva, com funcionalidades e conteúdos claros. No entanto, foram identificadas algumas melhorias a implementar, como

o reforço dos contrastes visuais, a remoção da página de *login* e a redução da quantidade de informação apresentada de uma só vez.

4.2. Avaliação da Versão Final da Ferramenta Multimédia HBP

A segunda fase da avaliação foi iniciada após a implementação da versão final da ferramenta multimédia HBP, descrita na secção 3.2. Esta implementação além de transformar o protótipo em Figma num produto funcional, incluiu novas funcionalidades e conteúdos que não estavam inicialmente previstos.

As melhorias identificadas na primeira fase da avaliação foram corrigidas e aplicadas na HBP, como os contrastes visuais e a remoção da página de *login*. No entanto, outras melhorias foram incorporadas durante a implementação da UX/UI, como a navegação por *Scroll* agregada à funcionalidade Ver Detalhes e a integração da API *Google Maps*.

A segunda fase da avaliação teve como objetivo validar a implementação da abordagem multimédia como um todo, assim como a integração de novas funcionalidades e conteúdos. Sempre que possível, a HBP era instalada no *smartphone Android* de cada utilizador, permitindo a análise do comportamento do sistema fora de um ambiente controlado. No entanto, nos casos em que não era possível testar no *smartphone* do utilizador, fosse pela razão da ferramenta multimédia estar limitada a *smartphones* com SO Android ou por qualquer outro motivo, era disponibilizado um *smartphone* destinado para o efeito.

Esta abordagem permitiu avaliar de forma abrangente, e junto do público-alvo, o comportamento de todos os elementos do sistema em ambiente de produção. Foi possível analisar, em vários dispositivos, a UX/UI, a responsividade da programação aplicada na HBP e validar a comunicação com a Internet estabelecida através do túnel NGROK.

A avaliação incidiu sobre a ferramenta multimédia HBP, tendo sido realizada por um grupo de trinta participantes, resultando na ampliação do número de testes realizados.

O questionário apresentado contém algumas diferenças pelos motivos anteriormente apresentados, porém a avaliação continuou a ser realizada em formato de entrevista, sendo composta por um conjunto de sete tarefas abrangente, cada uma exigindo múltiplas ações até ser concluída com sucesso.

1. Imagine que pretende realizar um itinerário turístico que passe pelo Mosteiro dos Jerónimos, praça do Império e Torre de Belém. Como o faria?

R: Esta tarefa tinha como propósito validar se o participante conseguia identificar e realizar o circuito através das imagens dos monumentos indicados, recorrendo às funcionalidades da UI Percurso, descritas na secção 3.2.3.

2. Imagine que tem curiosidade sobre os monumentos Mosteiro dos Jerónimos e a Torre de Belém, pretendendo obter informações sobre eles? Como o faria?

- R: Esta tarefa validava se o participante conseguia encontrar algum dos caminhos disponibilizados até aos conteúdos associados aos monumentos mencionados.
3. Imagine que realizou o percurso Epopeia Marítima, despertando-lhe a curiosidade sobre as pessoas influentes do percurso. Como obteria informações sobre elas?
- R: O objetivo desta tarefa era compreender se o utilizador conseguia localizar o botão Personagens do Circuito, acessível no separador Circuitos através da funcionalidade Ver Detalhes, ou na página inicial da UI Percurso do circuito indicado.
4. Imagine que pretende indicar na ferramenta multimédia duas personagens que deseja rever mais tarde. Como o faria?
- R: Esta tarefa seria concluída com sucesso assim que o participante personalizasse a HBP, recorrendo à funcionalidade Favoritos, acessível através do ícone em forma de estrela presente em cada um dos cartões de apresentação das personagens.
5. Imagine que pretende visitar o ponto turístico mais próximo de si que esteja relacionado com a personagem "Pai Paulino". Como o faria?
- R: O propósito desta tarefa era testar a UX/UI da barra de pesquisa, através da localização da personagem indicada e da utilização da funcionalidade Proximidade que permite ordenar os conteúdos pela distância ao *smartphone* do utilizador.
6. Imagine que deseja descobrir qual é o ponto turístico relacionado à escravatura mais próximo do Mosteiro dos Jerónimos. Como o faria?
- R: Esta tarefa tinha um objetivo semelhante ao da tarefa anterior. No entanto, desta vez a procura incidia sobre o monumento indicado, sendo a tarefa concluída quando o participante consultasse os conteúdos e utilizasse o botão Ponto Vizinho na UI Visitar, descrita na secção 3.2.4.
7. Imagine ouviu falar sobre o Sousa Martins, tendo ficado com vontade de obter informações sobre essa pessoa. Como o faria?
- R: O objetivo desta tarefa era validar a procura rápida de personagens, através de palavras-chave na barra de pesquisa transversal aos três separadores principais.

As tarefas propostas ao público-alvo tiveram como objetivo a realização de testes sumativos, avaliando não só a UX/UI, como também a abordagem multimédia descrita no capítulo 3, num ambiente de produção. Foram avaliadas as funcionalidades dos diversos botões, a acessibilidade aos conteúdos, a clareza das informações, bem como o desempenho e a comunicação dos diferentes elementos do sistema, fora de um ambiente controlado.

Como pode ser analisado na Tabela 4.3, a avaliação da usabilidade da ferramenta multimédia HBP apresenta resultados semelhantes aos da primeira fase da avaliação, com a maioria dos trinta participantes a realizar com sucesso as sete tarefas propostas.

ID da Tarefa	Número de Pessoas	Taxa de Sucesso
1	29 em 30	96.6%
7	30 em 30	100%
3	29 em 30	96.6%
4	29 em 30	96.6%
5	25 em 30	83.3%
6	23 em 30	76.7%
7	30 em 30	100%
Média	27.8 em 30	92.7%

TABELA 4.3. Apresentação dos resultados da avaliação da UX/UI apresentada pela ferramenta multimédia HBP. A primeira coluna apresenta o número da tarefa proposta aos participantes, a segunda coluna indica quantos participantes, de um total de trinta, completarem a tarefa com sucesso e a terceira coluna indica a taxa de sucesso na realização de cada uma das tarefas. As médias dos resultados obtidos está representada na ultima linha.

Os resultados sobre a usabilidade da ferramenta multimédia HBP, representados na Tabela 4.3, resultam num desvio padrão de 2.5 e revelam uma média de 27,8 num total de 30 participantes a completar com sucesso as tarefas propostas. Embora o desvio padrão indique uma variação moderada, a taxa média de sucesso de 92,7% na concretização das tarefas, reforça a consistência da UX/UI suportada pelos elementos descritos na secção 3.1.

Com o objetivo de enriquecer as conclusões retiradas nesta fase da avaliação foi aplicado o *System Usability Scale* (SUS), um inquérito amplamente reconhecido que oferece uma perspetiva clara sobre a UX/UI proposta na solução digital [67]. Este elemento de avaliação permite não só quantificar a percepção da usabilidade do participante, como permite identificar os pontos fortes e áreas a melhorar, englobando aspetos como a facilidade de aprendizagem, eficiência e satisfação na utilização [67]. O SUS consiste num questionário padronizado que utiliza um tipo de escala *Likert* com cinco pontos, determinando o grau de concordância ou discordância do participante em relação às dez afirmações apresentadas [67].

Após a realização de cada entrevista com as sete tarefas anteriormente mencionadas, foi solicitado a cada participante o preenchimento do questionário padronizado SUS, apresentado na Tabela 4.4. Contudo, foi alterada a palavra sistema para APP, com o objetivo de adaptar o questionário ao sistema apresentado.

		1 - Discordo totalmente					5 - Concordo plenamente				
		1	2	3	4	5					
1.	Acho que gostaria de usar esta APP com frequência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
2.	Achei a APP desnecessariamente complexa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
3.	Achei a APP fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
4.	Acho que precisaria do apoio de um técnico para poder usar esta APP.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
5.	Descobri que as várias funções desta APP estavam bem integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
6.	Achei que havia muita inconsistência nesta APP.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
7.	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esta APP rapidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
8.	Achei a APP muito complicada de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
9.	Eu senti-me muito confiante ao usar a APP.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
10.	Eu precisava aprender muitas coisas antes de poder começar a usar esta APP.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

TABELA 4.4. Questionário SUS realizado para quantificar a percepção da usabilidade dos participantes em relação à UX/UI apresentada pela APP.

O sistema SUS baseia-se no cálculo da média sobre as classificações atribuídas pela amostra do público-alvo, multiplicada por 2,5, resultando numa pontuação variável entre 0 e 100. A fórmula aplicada para calcular a percepção dos utilizadores em relação ao projeto final é a seguinte [68]:

$$SUS = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{i \in \{1,3,5,7,9\}} (\text{classificação} - 1) + \sum_{i \in \{2,4,6,8,10\}} (5 - \text{classificação}) \right)}{\text{Número de Participantes}} \times 2.5.$$

A classificação do sistema SUS está dividida em três níveis distintos, conforme a pontuação acumulada por cada solução apresentada [67]:

- **0 - 39** – Usabilidade fraca.
- **40 - 69** – Usabilidade aceitável.
- **70 - 100** – Usabilidade boa.

Ao aplicar a fórmula sobre os resultados do questionário SUS, é possível analisar a percepção dos participantes quanto à facilidade de utilização da ferramenta multimédia HBP. O público-alvo atribuiu em média uma pontuação de 88,17, com um desvio padrão de 8,83. No entanto, ao considerar a amplitude da escala padronizada do SUS, os resultados indicam não só uma UX/UI com uma usabilidade boa e fácil de utilizar, como também apresentam uma variação moderada nas percepções dos participantes em relação à HBP, revelando uma avaliação consistente e positiva da abordagem multimédia [67].

À semelhança do que foi realizado na primeira fase da avaliação, no final de cada entrevista era perguntado aos participantes: "Como classifica entre 0 e 10 a utilidade e usabilidade da APP?". Esta classificação tinha como objetivo medir o interesse do público numa ferramenta pedagógica histórico-turística georreferenciada e avaliar a capacidade de imergir o utilizador na época abordada através dos conteúdos implementados na HBP.

Na Tabela 4.5, são apresentados os resultados da avaliação geral, possibilitando quantificar o impacto da usabilidade e da utilidade da ferramenta multimédia no público-alvo. Os resultados representam a perspetiva dos participantes em relação à facilidade de utilização e à relevância da HBP como meio de aprendizagem num ambiente envolvente.

Avaliação	Número de Participantes
6	2
7	4
8	13
9	5
10	6
Média	8.3

TABELA 4.5. Apresentação dos resultados da avaliação da utilidade e da usabilidade da ferramenta multimédia HBP. Na primeira coluna estão os valores das avaliações atribuídas, enquanto na segunda estão a quantidade de participantes que atribuiu cada classificação. Como não foram atribuídas classificações inferiores a 6, as avaliações entre 0 e 5 não estão representadas. A média das classificações atribuídas está representada na ultima linha.

A avaliação geral da utilidade e usabilidade do projeto prático apresenta valores semelhantes aos analisados na primeira fase da avaliação. O público-alvo atribuiu em média uma avaliação de 8,3 em 10 possíveis, enquanto o desvio padrão atingiu o valor de 1,13, revelando uma variação moderada na percepção dos participantes sobre a HBP.

Embora a média esteja dentro dos valores apresentados na primeira fase de avaliação, o desvio padrão destaca algumas diferenças nas percepções individuais dos participantes, evidenciadas pela dispersão das classificações atribuídas entre os valores 6 e 10.

Os participantes completaram com sucesso a maioria das sete tarefas propostas, avaliando a UX/UI apresentada pela ferramenta multimédia HBP em três fases distintas. O público-alvo apresentou um desempenho consistente e compreendeu os objetivos propostos, as funcionalidades e os conteúdos apresentados.

Os resultados apresentados nesta fase de avaliação corroboram não apenas com os da primeira fase, como também com os resultados do questionário SUS apresentado a cada entrevistado. A implementação da abordagem multimédia apresenta uma boa usabilidade, conforme indicado pela avaliação do questionário SUS (88,17), assim como na avaliação geral da HBP, com 80% dos 30 participantes a atribuírem notas superiores a 7 numa escala de 0 a 10. A conclusão das tarefas apresenta bons resultados, com apenas duas tarefas a registarem taxas de sucesso inferiores a 84%.

Os resultados apresentados finalizam a segunda fase de avaliação, validando a abordagem multimédia resultante da dissertação, abrindo caminho para a fase de produção da ferramenta multimédia APP.

4.3. Conclusão da Avaliação de Resultados

Nesta secção, foram revelados os resultados das duas fases de avaliação realizadas sobre a abordagem multimédia resultante da dissertação. Embora parte dos testes seja semelhante em ambas as fases, a primeira incidiu sobre o protótipo não funcional Figma, enquanto a segunda debruçou-se sobre a ferramenta multimédia HBP fora de um ambiente controlado.

Na fase inicial de ambas as avaliações, foi apresentado ao público-alvo um questionário abrangente, em formato de entrevista, composto por um conjunto de sete tarefas, cada uma exigindo múltiplas ações até ser concluída com sucesso.

Embora, nesta fase inicial, algumas questões tenham sido diferentes pela necessidade de avaliar a implementação prática, as novas funcionalidades, conteúdos e elementos que não estavam inicialmente previstos, em ambas as fases as taxas de sucesso na realização das tarefas foram superiores a 90%. Os resultados na primeira fase registaram uma taxa de sucesso de 96%, enquanto na segunda o valor registado foi de 92,7%, revelando resultados satisfatórios em ambas UX/UI fornecidas para a realização das tarefas propostas.

Outro ponto de convergência entre as duas fases de avaliação foi a classificação geral da HBP, realizada com o propósito de quantificar o impacto da usabilidade e da utilidade do projeto no público-alvo. No final de cada entrevista, foi solicitado ao participante uma classificação geral entre zero e dez, revelando em ambas as fases resultados semelhantes. Na primeira fase é apresentada uma média de 8,6, resultando numa aprovação de 86%, enquanto a média registada na segunda fase foi de 8,3, equivalente a uma taxa de 83%.

Com o objetivo de enriquecer as conclusões retiradas na segunda fase de avaliação, foi adicionado o questionário SUS, uma inquérito utilizado na análise da percepção dos participantes quanto à facilidade de utilização de soluções digitais[67]. Esta classificação adicional recorre a cinco níveis de resposta, indicando o grau de concordância ou discordância do participante em relação às dez afirmações padronizadas [67].

Os resultados obtidos através do questionário SUS, foram coerentes com as demais avaliações, revelando uma boa usabilidade. O público-alvo atribuiu, em média uma pontuação de 88,17 para um máximo de 100, correspondendo ao resultado aproximado de 88,2% na quantificação da percepção dos participantes em relação à ferramenta multimédia HBP. No entanto, esta classificação adicional não constituiu o único incremento introduzido na segunda fase de avaliação. A amostra do público-alvo foi ampliada, passando a ser composta por um grupo de trinta participantes.

Após os incrementos mencionados, os resultados foram promissores e coerentes com os obtidos na primeira fase. Todas as classificações apresentadas nesta secção foram superiores a 80%, validando não só uma UX/UI alinhada com as expectativas do público-alvo, como também os elementos e a arquitetura do sistema que suporta a abordagem multimédia.

CAPÍTULO 5

Conclusões e Trabalho Futuro

O presente capítulo apresenta não apenas os desenvolvimentos previstos para a continuidade da abordagem multimédia, como também será realizada uma análise conclusiva dos diversos elementos indagados ao longo da investigação realizada na dissertação. Esta dissertação abrange várias áreas distintas, desde a história da escravatura ao desenvolvimento aplicacional com conteúdos multimédia georreferenciados, estando segmentado em duas partes principais: o estado da arte e a implementação da abordagem multimédia.

O estado da arte é extenso e multifacetado, detalhando cada área diretamente relacionada com os objetivos propostos para a dissertação. A lacuna identificada neste estado da arte incide no desenvolvimento de uma ferramenta multimédia pedagógica, histórico-turística e georreferenciada, capaz de abordar diversos períodos históricos com base nas biografias das personagens intervenientes da época, suportada por um modelo escalável e dinâmico, que permita não só o armazenamento de percursos associados a diferentes conteúdos e posições geográficas, como também possibilite um crescimento contínuo e a integração de múltiplos elementos relacionados com os conteúdos e os locais apresentados.

Na implementação da abordagem multimédia foram aplicadas as bases teóricas e metodológicas mais recentes e inovadoras, como também os conteúdos mais relevantes identificados na revisão bibliográfica, com o objetivo de tornar os conteúdos suficientemente atrativos e envolventes para imergir o utilizador numa narrativa histórica apresentada por uma ferramenta multimédia com fins pedagógicos e turísticos.

O dinamismo e a escalabilidade foram prioridades constantes ao longo do desenvolvimento da abordagem multimédia, estando presentes tanto a nível operacional como aplicacional, resultando num .APK que possibilita a instalação e execução da ferramenta multimédia em qualquer *smartphone Android*. Esta abordagem multimédia é suportada por uma arquitetura de microsserviços, adaptada às exigências dos desafios propostos, com capacidade para ser expandida em múltiplas direções.

A abordagem multimédia passou por duas fases de avaliação (protótipo Figma e a versão final da HBP), com o objetivo de validar a UX/UI junto do público-alvo. Os resultados foram satisfatórios em ambas as fases, servindo a primeira fase de avaliação em conjunto com as definições lógicas, como base para a elaboração do artigo científico [19].

A ferramenta multimédia HBP apresenta parte da história da escravatura em Lisboa através de uma UX/UI fluida e intuitiva, no acesso às funcionalidades e conteúdos descritos na secção 3.2. No entanto, cada vez que o servidor de rede local necessita de ser reiniciado o endereço rede HTTPS fornecido pelo NGROK necessita de ser renovado, comprometendo a aprovação da APP na *Google Play Store* e limitando o ficheiro .APK à partilha.

5.1. Conclusões

A dissertação resulta de uma investigação abrangente em diversas áreas, tanto ao nível do estado da arte como no desenvolvimento da abordagem multimédia. Para alcançar os objetivos definidos para a concretização da dissertação, recorreu-se ao modelo de processo de pesquisa científica de design [18] descrito na secção 1.5. Este modelo permitiu decompor os desafios em problemas menores, facilitando a estruturação do processo de investigação.

A abordagem multimédia descrita na secção 3 cumpre um dos objetivos da dissertação, ao resultar numa ferramenta multimédia com fins educativos e turísticos, capaz de apresentar, com base em biografias, a história da escravatura em Lisboa ou outro período histórico, recorrendo à georreferenciação. Embora com alguns trabalhos futuros a realizar, a HBP está consolidada pela publicação de um artigo científico [19] e pelas avaliações realizadas com o objetivo de validar as implementações concretizadas.

Um dos objetivos definidos consiste na promoção do exercício físico e na valorização da cultura relacionada com determinados locais, através de passeios pela cidade ou por pontos turísticos de interesse histórico e cultural. Contudo, é necessário mitigar as restrições impostas aos utilizadores impedidos de se deslocar, permitindo o acesso remoto aos conteúdos e à informação, sem que seja obrigatória a presença física nos locais.

Após a primeira fase de avaliação e com base no *feedback* recolhido junto do público-alvo, o acesso aos conteúdos foi reforçado com a eliminação da página de *login* inicialmente prevista, permitindo um acesso universal e anónimo.

Apesar do acesso aos conteúdos ser universal e anónimo, foram utilizadas estratégias de segurança para garantir a proteção contra o acesso indevido ao armazenamento do sistema. O acesso à informação é restrito e indireto, estando disponível apenas para consulta, com exceção do processo de avaliação que exige o armazenamento das classificações atribuídas pelos utilizadores aos conteúdos apresentados. Contudo, este mecanismo é limitado e permite apenas a escrita através de um processo encapsulado nas tabelas de avaliação, com o propósito de assegurar o bloqueio contínuo de acessos não autorizados ao sistema.

A ferramenta multimédia HBP, além de poder ser instalada em qualquer *smartphone Android* através de um .APK, apresenta e armazena os acontecimentos históricos através de percursos e locais turísticos ancorados a diferentes posições geográficas, interligando os diferentes conteúdos relacionados com esses locais, com o objetivo de apresentar a cidade através das biografias dos intervenientes do episódio histórico abordado.

Um dos objetivos da ferramenta multimédia HBP consiste em imergir o utilizador no episódio abordado, através de uma UX/UI educativa e envolvente, capaz de apresentar a cultura e a história associadas aos locais da cidade, recorrendo a narrativas históricas que estabelecem uma ligação entre o passado e o presente. As avaliações e a análise dos resultados obtidos nos testes realizados junto do público-alvo foram essenciais para alcançar este objetivo, validando uma UX/UI alinhada com as expectativas dos utilizadores.

A instalação da HBP em alguns dos *smartphones* dos utilizadores durante a avaliação, permitiu validar o desempenho da abordagem multimédia fora de um ambiente controlado. O *feedback* recolhido nas duas fases de avaliação revelou resultados globais superiores a 80%, validando as implementações tanto a nível operacional como aplicacional. Com base na análise dos resultados obtidos nas avaliações apresentadas no capítulo 4 é possível:

- Concluir empiricamente que a abordagem multimédia, descrita na secção 3.2, proporciona uma UX/UI alinhada com as expectativas do público-alvo.
- Responder afirmativamente à primeira questão de investigação: "É relevante uma ferramenta multimédia que narre a história da escravatura sob o ponto de vista das personagens?".

Os objetivos propostos na dissertação exigiram uma abordagem multimédia dinâmica e escalável, tanto a nível aplicacional como operacional. A arquitetura do sistema, o diagrama de classes e o modelo de dados sustentam o funcionamento de uma ferramenta com capacidade para incorporar os trabalhos futuros previstos para a dissertação.

À medida que surgem novos desafios, a adoção de uma arquitetura de microsserviços, adaptada às exigências da abordagem multimédia, facilita a manutenção e a integração de novos elementos e APIs no sistema, sendo flexível na linguagem de programação utilizada em cada bloco digital [57]. Esta estratégia permite o funcionamento independente de cada bloco, tornando-se essencial a entrega da informação no formato esperado [57].

O diagrama de classes é uma solução escalável implementada no desenvolvimento aplicacional, com o objetivo de mapear e organizar a lógica do processamento dos conteúdos e informações apresentados pela HBP. Esta abordagem possibilita não só o processamento rápido das classes do diagrama, como também facilita a adaptação a mudanças de tema e à inclusão de novos tipos de conteúdos, categorias e funcionalidades [54].

Com o objetivo de disponibilizar as informações pré-estruturadas, desenvolveu-se um modelo de dados com base na estrutura do diagrama de classes. Esta solução permite mapear a organização lógica das entidades, atributos e relações entre as tabelas de armazenamento, adaptando-se facilmente a alterações na estrutura lógica definida no diagrama.

O processamento rápido dos conteúdos e das informações é garantido não só pela estrutura modular do diagrama de classes, como também pela adoção de um modelo de comunicação assíncrona, que permite processar apenas a informação necessária, assegurando a eficiência na troca de dados e a redução tanto do tempo de espera como do armazenamento.

Como a comunicação entre blocos é feito de forma assíncrona, a arquitetura do sistema disponibiliza todos os dados e encaminhamentos associados aos conteúdos de uma só vez, permitindo que a ferramenta multimédia HBP processe e armazene as informações e os conteúdos gradualmente na memória volátil do *smartphone*, à medida que as solicitações são realizadas. Esta abordagem evita o armazenamento e a repetição do processamento

de conteúdos já processados, assegurando uma UX/UI fluída, mesmo em condições de rede instáveis.

A comunicação entre a ferramenta multimédia HBP e o servidor de rede local, através da Internet, é assegurada pelo NGROK, um *framework* destinado à criação de túneis de rede. Este *framework* permite converter um acesso local num endereço público, garantindo o acesso remoto aos conteúdos disponibilizados localmente.

A segunda fase de avaliação recorreu ao túnel NGROK e aos recursos descritos para responder às exigências dos objetivos definidos, não se tendo registado dificuldades na comunicação. Com base na descrição aplicacional e operacional do sistema, é possível:

- Concluir que a ferramenta multimédia HBP, descrita no Subcapítulo 3.2, é capaz de apresentar diversas histórias, baseada na perspetiva dos personagens, independentemente do período histórico abordado.
- Responder afirmativamente à segunda questão de investigação: "É possível através do modelo aplicacional desenvolvido, apresentar outros períodos históricos com base nas personagens?".

A ferramenta multimédia HBP exibe mapas com circuitos interativos através da integração da API *Google Maps*, recorrendo ao cruzamento entre pontos geográficos e conteúdos digitais relacionados com as personagens do tema histórico abordado.

Com o objetivo de aproximar o utilizador das personagens, foram investigados os locais e as biografias dos indivíduos submetidos à escravatura. Porém, a narração fica condicionada pela dificuldade em descobrir representações visuais dos protagonistas, mesmo quando ocupavam posições na elite da sociedade da época. Por esta razão, é possível:

- Concluir empiricamente que os registos visuais biográficos são escassos.

Uma Abordagem Multimédia da História da Escravatura em Lisboa foi o tema investigado no estado da arte e implementado nos conteúdos apresentados pela ferramenta multimédia HBP. No entanto, o projeto desenvolvido possui a capacidade de integrar, de forma independente, diversas ferramentas de TI, conteúdos digitais e temas históricos, garantindo a apresentação da história de uma cidade com base nas biografias dos protagonistas, através de uma UX/UI alinhada com as expectativas do público-alvo. Esta ferramenta multimédia estabelece uma ligação entre o passado e o presente, transformando a HBP não apenas num roteiro turístico, mas também numa aula de história.

5.2. Trabalhos Futuros

O modelo de dados implementado na abordagem multimédia exige que cada período histórico apresentado pela HBP contenha uma BD dedicada, com o propósito de organizar e separar os conteúdos por temáticas. Embora a ferramenta multimédia disponibilize apenas a história da Escravatura em Lisboa, o projeto está preparado para apresentar um número ilimitado de histórias com base nas biografias dos protagonistas da época, desde que cada história tenha a sua própria BD.

Com o objetivo de avaliar os conhecimentos adquiridos através dos conteúdos fornecidos pela ferramenta multimédia HBP, antes de terminar cada visita é exibida uma modal de confirmação, com a pergunta: "Gostaria de realizar um questionário para consolidar o conhecimento?". Inicialmente, estava previsto o redirecionamento do utilizador para um questionário ou um jogo sério ubíquo, com o propósito de motivar intrinsecamente ou extrinsecamente a exploração de mais conteúdos. No entanto, a dificuldade em jogar a partir da perspetiva de uma pessoa escravizada molda a relação do jogador com o jogo, podendo conduzir à banalização das realidades traumáticas associadas à escravidão.

Outra implementação, adiada para trabalhos futuros, é a expansão da HBP para o SO iOS e outros tipos de equipamentos, como *tablets* e *desktops*. No entanto, a expansão da ferramenta multimédia para iOS exige não só o desenvolvimento de um .APK para esse SO, como também um *smartphone* iOS para realizar testes sobre a UX/UI fora de um ambiente controlado. Quanto à expansão para *tablets* ou *desktops*, será necessário desenvolver e testar novas versões da UX/UI adaptadas aos ecrãs destes equipamentos.

A avaliação de conteúdos é realizada através de um mecanismo encapsulado que permite a escrita em determinadas tabelas na BD. Contudo, por questões de segurança, o número de avaliações foi restringido no desenvolvimento da HBP, permitindo classificar cada conteúdo apenas uma vez. O desenvolvimento de mecanismos anónimos e seguros que permitam corrigir as avaliações atribuídas ficou adiado para implementações futuras.

O armazenamento de conteúdos multimédia densos, como imagens e narrativas é realizado dentro do servidor de rede local. A arquitetura de microsserviços pode ser otimizada através do desenvolvimento de um módulo para o armazenamento deste tipo de conteúdos, resultando num servidor de rede local dedicado em exclusivo à comunicação.

Outra otimização adiada para trabalhos futuros foi a migração da arquitetura do sistema para um ambiente *cloud*. Esta migração permitiria ao projeto deixar de depender de um servidor físico, beneficiando das vantagens proporcionadas por um ambiente *cloud*.

Embora as avaliações realizadas com o objetivo de validar a UX/UI apresentem resultados satisfatórios, será futuramente necessário realizar uma nova fase de avaliação com um grupo mais alargado de participantes. Esta avaliação incluirá uma análise da informação transmitida e das atividades propostas nas tarefas na segunda fase de avaliação com taxas de sucesso inferiores às demais, evidenciando algumas dificuldades por parte dos participantes na concretização ou compreensão de determinados objetivos.

A realização reiterada de avaliações junto do público-alvo fundamenta e valida as evoluções concretizadas na ferramenta multimédia HBP, além de auxiliar na definição das futuras implementações do sistema. No entanto, a ser realizada uma nova avaliação, está previsto não apenas realizar testes no terreno junto do público-alvo, com o objetivo de avaliar os mapas fornecidos através da API *Google Maps*, como também aproveitar esta nova fase para incluir alguns dos elementos planeados e anteriormente descritos.

Referências

- [1] «Escravatura.» Condição do indivíduo privado da sua liberdade e submetido à vontade de outrem, que o considera sua propriedade, Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. (n.d.), URL: <https://dicionario.priberam.org/escravatura> (acedido em 02/07/2024).
- [2] Carolina e F. S. Almeida Cruz. «Odemira e o caso de escravatura moderna.» (2021), URL: <https://www.publico.pt/2021/05/16/p3/cronica/odemira-caso-escravatura-moderna-1962457> (acedido em 02/07/2024).
- [3] Executive Digest. «Portugal tem 39,6 mil pessoas em condições de escravatura moderna, aponta estudo. Fenómeno cresce a nível mundial.» (2023), URL: <https://executivedigest.sapo.pt/noticias/portugal-tem-396-mil-pessoas-em-condicoes-de-escravatura-moderna-aponta-estudo-fenomeno-cresce-a-nivel-mundial/> (acedido em 02/07/2024).
- [4] PGDLisboa. «Lei Portuguesa – Articulado Legal,» Projeto de Gestão da Documentação Jurídica. (n.d.), URL: https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?artigo_id=109A0160&nid=109&tabela=leis&pagina=1&ficha=1&nversao= (acedido em 02/07/2024).
- [5] Descubra Lisboa. «Origem do Nome Lisboa.» Site turístico cultural. (n.d.), URL: <https://descubralisboa.com/origem-do-nome-lisboa/> (acedido em 17/09/2024).
- [6] J. Fonseca, «A historiografia sobre os escravos em Portugal,» *Cultura. Revista de História e Teoria das Ideias*, vol. 33, pp. 191–218, 2014.
- [7] Infopédia. «Fenícios.» Enciclopédia online sem data de publicação. (n.d.), URL: [https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/%5C\\$fenicios](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/%5C$fenicios) (acedido em 17/09/2024).
- [8] InfoEscola. «Escravidão na Grécia Antiga.» Site educacional sem data de publicação. (n.d.), URL: <https://www.infoescola.com/historia/escravidao-na-grecia-antiga> (acedido em 17/09/2024).
- [9] Grupo Escolar. «Escravidão na Roma Antiga.» Site educacional sem data de publicação. (n.d.), URL: <https://www.grupoescolar.com/pesquisa/escravidao-na-roma-antiga.html> (acedido em 17/09/2024).
- [10] T. N'Diaye, *O Genocídio Ocultado: Investigação histórica sobre o tráfico negreiro Árabo-Muçulmano*. Gradiva, 2019, ISBN: 9789896168728. URL: <https://www.wook.pt/livro/o-genocidio-ocultado-tidiane-n-diaye/22177414>.
- [11] A. Coutinho. «Portugal: a primeira nação multicultural.» (2024), URL: https://expresso.pt/blogues/bloguet_economia/blogue_vida_na_terra/portugal-a-primeira-nacao-multicultural=f527975 (acedido em 18/09/2024).

- [12] B. Horta e A. Alves. «“A nação que matou África”. Padrão dos Descobrimentos volta a ser vandalizado com graffiti.» (2023), URL: <https://observador.pt/2023/06/22/a-nacao-que-matou-africa-padrao-dos-descobrimentos-volta-a-ser-vandalizado-com-graffiti/> (acedido em 18/09/2024).
- [13] S. Condesso. «A Escravatura nos séculos XV e XVI.» Data de publicação não disponível. (n.d.), URL: <https://ensina.rtp.pt/explicador/a-escravatura-nos-seculos-xv-e-xvi-h47/> (acedido em 18/09/2024).
- [14] A. M. Caldeira, *Escravos em Portugal: Das Origens ao Século XIX*. Esfera dos Livros, 2017, ISBN: 9789896267735.
- [15] I. C. Henriques, *Roteiro Histórico de uma Lisboa Africana*. Edições Colibri, 2021, ISBN: 9789895660865.
- [16] J. Cohen, «Audience identification with media characters,» em *Psychology of entertainment*, Routledge, 2013, pp. 183–197.
- [17] T. A. Carielo, «Gamificação nas práticas pedagógicas docentes,» Disponível em: Repositório da Universidade de Lisboa, Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2022. URL: <http://hdl.handle.net/10451/57008>.
- [18] K. Peffers, T. Tuunanen, C. E. Gengler et al., «The design science research process: A model for producing and presenting information system research,» em *1st International Conference on Design Science in Information Systems and Technology (DESRIST)*, vol. 24, 2006, pp. 83–106.
- [19] N. Silva, P. Mariano e P. Santana, «A multimedia character-centric approach for history educational purposes,» em *2024 International Conference on Graphics and Interaction (ICGI)*, IEEE, 2024, pp. 1–5.
- [20] M. Lopes. «Em 2019, Lisboa foi a 4.ª cidade mais procurada e Portugal o 5.º país nas plataformas de reserva turística.» Acedido em: 21 setembro 2024. (2021), URL: <https://expresso.pt/sociedade/2021-06-29-Em-2019-Lisboa-foi-a-4.-cidade-mais-procurada-e-Portugal-o-5.-pais-nas-plataformas-de-reserva-turistica-f96b95dc> (acedido em 29/06/2021).
- [21] K. Gomes. «Tour da Batoto Yetu desvenda as histórias de África em Lisboa.» Acedido em: 21 setembro 2024. (2023), URL: <https://amensagem.pt/2023/05/10/tour-batoto-yetu-desvenda-historias-africa-lisboa/> (acedido em 10/05/2023).
- [22] A. da Cunha. «Placas toponímicas Lisboa Africana Batoto Yetu.» Acedido em: 21 setembro 2024. (2024), URL: <https://amensagem.pt/2024/01/10/placas-toponomicas-lisboa-africana-batoto-yetu/> (acedido em 10/01/2024).
- [23] I. Matos. «Reportagem: Lisboa dos Escravos.» Acedido em: 21 setembro 2024. (2019), URL: <https://www.publituris.pt/2019/10/04/reportagem-lisboa-dos-escravos> (acedido em 04/10/2019).

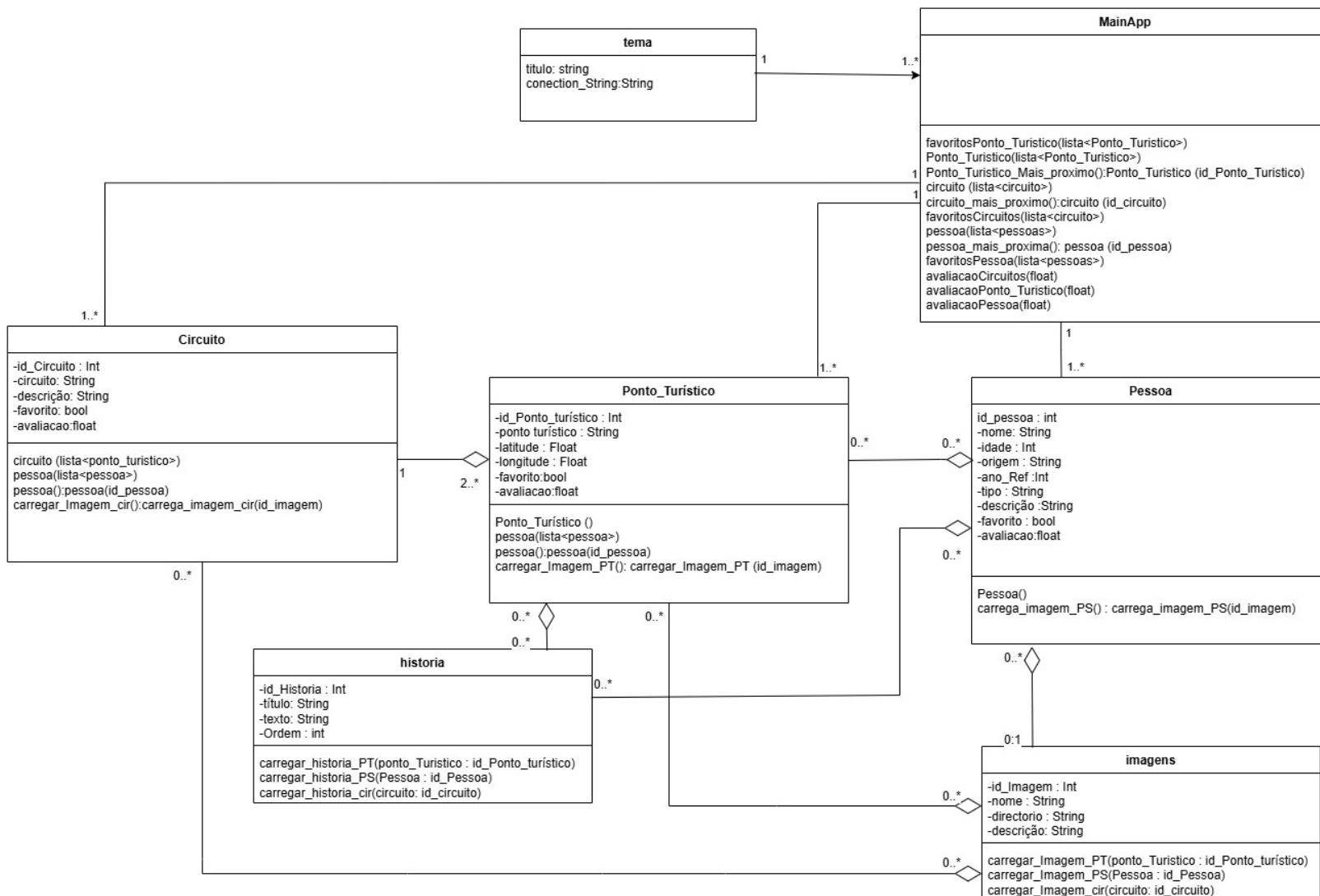
- [24] B. Lopes. «Uma tour na Lisboa da escravatura.» Acedido em: 21 setembro 2024. (2023), URL: <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/uma-tour-na-lisboa-da-escravatura> (acedido em 21/09/2023).
- [25] J. Fonseca, *Escravos e Senhores na Lisboa Quinhentista* (Extra Edições Colibri). Lisboa: Edições Colibri, 2010, Baseado em fontes de arquivo, literárias e artísticas, sobre a escravidão em Lisboa no século XVI, ISBN: 9789896890414.
- [26] I. C. Henriques, *A Herança Africana em Portugal*. Portugal: Clube do Colecionador dos Correios, 2009, ISBN: 9789728968182.
- [27] D. Zonta, «Reseña de "A Herança Africana em Portugal - séculos XV-XX"de Isabel de Castro Henriques,» *Afro-Ásia*, vol. 40, pp. 271–278, 2009.
- [28] R. A. T. Rodrigues, «Setúbal Negra - Aplicativo para percurso urbano sobre a presença negra na cidade de Setúbal,» Disponível em: Estudo Geral – Repositório da Universidade de Coimbra, Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2021. URL: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/95513>.
- [29] A. Alcântara, C. Roldão e C. Cruz, «Visita à Setúbal Negra (séc. XV-XVIII): Desocultar a história local através da educação não-formal,» *Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal*, n.º 2, pp. 66–85, 2019. URL: <http://hdl.handle.net/10400.26/41031>.
- [30] P. R. M. d. M. Murta, «A Cidade Invisível – Aplicação Histórico-Turística para Dispositivos Móveis sobre a Antiga Alta de Coimbra,» Disponível em: Estudo Geral – Repositório da Universidade de Coimbra, Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2014. URL: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/35517>.
- [31] G. R. d. S. L. d. S. Tavares, «A utilização de plataformas digitais na dinamização do turismo,» Disponível em: Repositório da Universidade de Lisboa, Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2021. URL: <https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10451/48908>.
- [32] RTP. «Rewind Cities: Lisbon.» Acedido em: 21 set. 2024. (2024), URL: <https://media.rtp.pt/agoranos/artigos/rewind-cities-lisbon>.
- [33] Cardápio. «Rewind Cities: Lisbon - A app onde o passado se torna o presente.» Acedido em: 21 set. 2024. (2024), URL: <https://www.cardapio.pt/destinos/7848-rewind-cities-lisbon-a-app-onde-o-passado-se-torna-o-presente/>.
- [34] A. Beleza. «Rewind Cities: Lisbon - A app onde o passado se torna o presente.» Acedido em: 21 set. 2024. (2014), URL: <https://www.techenet.com/2014/06/rewind-cities-lisbon-a-app-onde-o-passado-se-torna-o-presente/>.
- [35] M. Freire. «App do Dia: Roteiro Levantado do Chão.» Acedido em: 21 set. 2024. (2021), URL: <https://www.pcguia.pt/2021/06/app-do-dia-roteiro-levantado-do-chao/>.

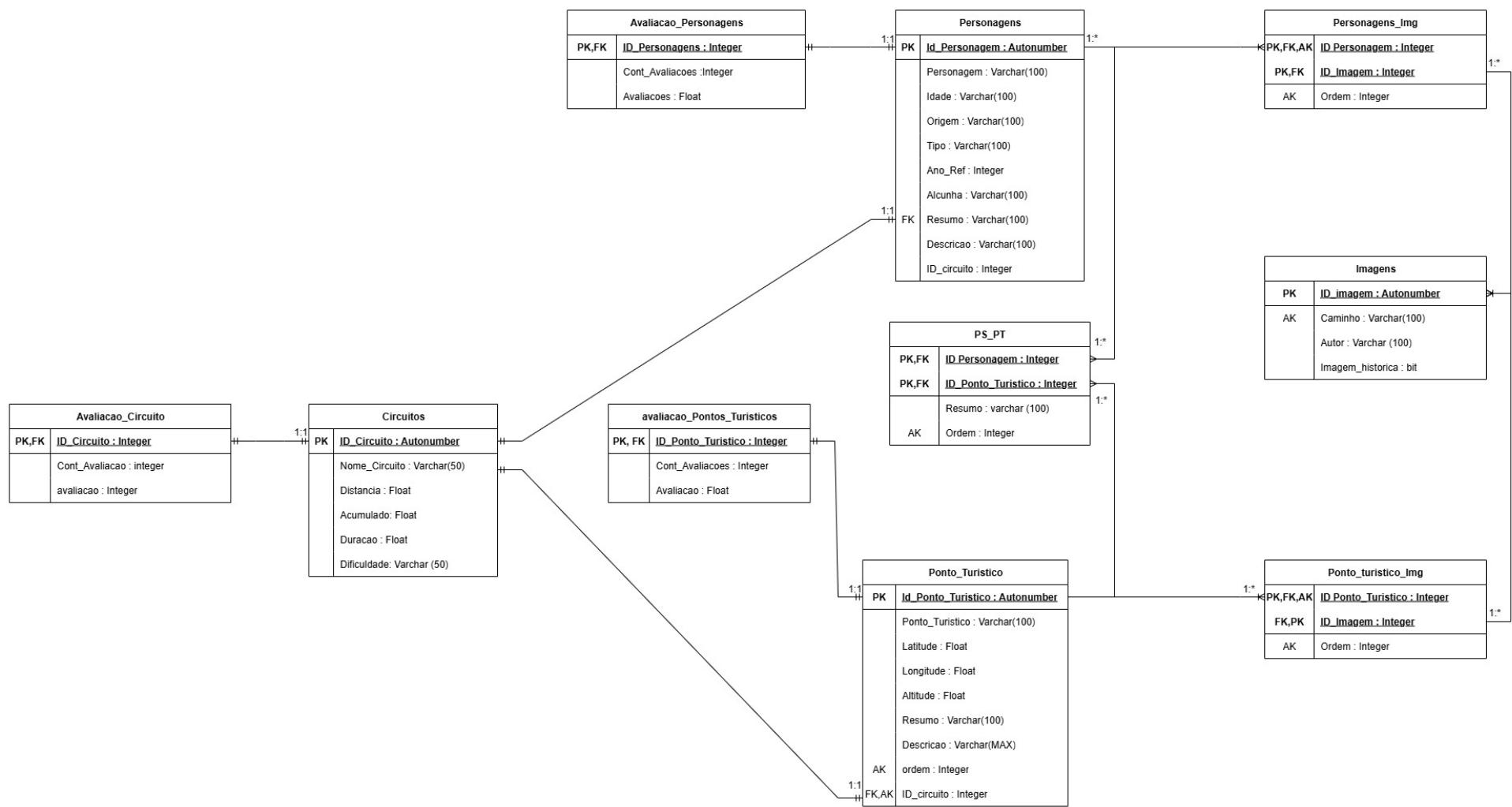
- [36] T. Sapo. «App ajuda a percorrer roteiro do romance de Saramago Levantado do Chão.» Acedido em: 21 set. 2024. (2021), URL: <https://tek.sapo.pt/mobile/apps/artigos/app-ajuda-a-percorrer-roteiro-do-romance-de-saramago-levantado-do-chao>.
- [37] C. L. Rubiera. «Projeto Passados-Presentes: apuração do envolvimento do Banco do Brasil é só parte do processo de reparação histórica da escravidão.» Acedido em: 21 set. 2024. (2023), URL: <https://theconversation.com/projeto-passados-presentes-apuracao-do-envolvimento-do-banco-do-brasil-e-so-parte-do-processo-de-reparacao-historica-da-escravidao-216484>.
- [38] I. Vieira. «Aplicativo traz roteiro turístico e revela herança africana em bairro do Rio de Janeiro.» Acedido em: 21 set. 2024. (2016), URL: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/cultura/noticia/2016-04/aplicativo-traz-roteiro-turistico-e-revela-heranca-africana-em-bairro-do>.
- [39] S. C. G. Oliveira, *Perspectivas sobre a Gamificação: um fenómeno que quer gerar envolvimento*, Repositório da Universidade do Minho, Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS), 2014. URL: <https://hdl.handle.net/1822/64993>.
- [40] Infopédia. «Gamificação.» Acedido em: 21 set. 2024. (2024), URL: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/gamifica%C3%A7%C3%A3o>.
- [41] J. E. G. Ratinho, «Os efeitos da gamificação na motivação dos alunos do Ensino Secundário e Superior: revisão sistemática,» Disponível em: Repositório Institucional da Universidade do Algarve, Dissertação de Mestrado, Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2021. URL: <http://hdl.handle.net/10400.1/17620>.
- [42] M. J. S. Rosado, «A brincadeira como promotora de desenvolvimento : um estudo exploratório,» Disponível em: Repositório da Universidade de Lisboa, Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2014. URL: <http://hdl.handle.net/10451/18016>.
- [43] A. M. S. Raposo, «Prática de jogos tradicionais em Portugal por crianças dos 3 aos 10 anos de idade,» Disponível em: Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP), Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2019. URL: <http://hdl.handle.net/10400.26/31108>.
- [44] H. P. P. Barroso, «Videojogos e imersão: o caso dos jogos sérios,» Disponível em: Repositório da Universidade da Beira Interior, Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2019. URL: <http://hdl.handle.net/10400.6/10513>.
- [45] M. A. F. Da Costa, C. B. M. Dos Santos e G. De Almeida Xavier, «Os games como possibilidade: que história é essa?» *Educação Básica Revista*, vol. 1, n.º 1, pp. 107–124, 2015. URL: https://www.researchgate.net/profile/Guilherme-Xavier-3/publication/284733287_Os_games_como_posibilidade_que_Historia_e_essa/links/5658dd9508ae4988a7b79adc/0s-games-como-possibilidade-que-Historia-e-essa.pdf.

- [46] L. Back e L. Forward, «Prosthetic Memories of the Marginalized Other in Digital Games—The Contrasting Cases of Never Alone and Playing History 2: Slave Trade,» *IAMCR 2016 Conference: Memory, Commemoration and Communication - Looking Back, Looking Forward*, 2016.
- [47] A. R. Towns, «Gamifying blackness: from slave records to Playing History: Slave Trade,» *Information, Communication & Society*, vol. 24, n.º 12, pp. 1814–1828, 2021.
- [48] G. Globo. «Jogo em que escravos são açoitados é usado em aula de história na UFPR.» Notícia jornalística. (2014), URL: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2014/11/jogo-em-que-escravos-sao-acoitados-e-usado-em-aula-de-historia-na-ufpr.html> (acedido em 30/09/2024).
- [49] S. Mukherjee, «Video Games e Escravidão,» em *Metagame: panorama dos game studies no Brasil*, T. Falcão e D. Marques, eds., Tradução/adaptação do artigo “Video Games and Slavery” (2016), São Paulo: Intercom, 2017, pp. 291–305. URL: https://portcom.intercom.org.br/ebooks/arquivos/falcao_marques-metagame-2017-22-09-2017.pdf.
- [50] Portail Esclavage Réunion. «Aplicação Móvel Kikone.» Acedido em: 1 out. 2024. (2018), URL: <https://www.portail-esclavage-reunion.fr/pt-pt/aplicacao-movel-kikone/>.
- [51] S. F. M. Correia, «ENIGMA - Jogo ubíquo para o espaço urbano de Coimbra,» Disponível em: Estudo Geral – Repositório da Universidade de Coimbra, Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2015. URL: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/35553>.
- [52] M. F. d. S. Lento, «DesGuia do Centro Histórico de Guimarães,» Disponível em: Estudo Geral – Repositório da Universidade de Coimbra, Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2013. URL: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/99556>.
- [53] S. d. C. D. d. Almeida e T. A. Soares, «Os impactos da Lei Geral de Proteção de Dados-LGPD no cenário digital,» *Perspectivas em Ciência da Informação*, vol. 27, pp. 26–45, 2022.
- [54] M. A. Durães Dourado e E. Dias Canedo, «Usability Heuristics for Mobile Applications: A Systematic Review,» em *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), Volume 2*, SciTePress, 2018, pp. 483–494, ISBN: 978-989-758-298-1. DOI: 10.5220/0006781404830494. URL: <https://www.scitepress.org/papers/2018/67814/67814.pdf>.
- [55] R. Khajouei, M. Zahiri Esfahani e Y. Jahani, «Comparison of heuristic and cognitive walkthrough usability evaluation methods for evaluating health information systems,» *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 24, n.º 1, pp. 157–163, 2017. DOI: 10.1093/jamia/ocw100. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7651936/>.

- [56] N. Alshuqayran, N. Ali e R. Evans, «A systematic mapping study in microservice architecture,» em *2016 IEEE 9th international conference on service-oriented computing and applications (SOCA)*, IEEE, 2016, pp. 44–51.
- [57] C. V. Dave, A. Patel e U. Keshri, «Microservices Software Architecture: A Review,» *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 9, n.º 11, pp. 1494–1496, 2021.
- [58] S. Krishnan, J. L. U. Gonzalez, S. Krishnan e J. L. U. Gonzalez, «Getting Started with Google Cloud Platform,» *Building Your Next Big Thing with Google Cloud Platform: A Guide for Developers and Enterprise Architects*, pp. 13–25, 2015.
- [59] J. Doshi, A. Goradia e D. Mistry, «A review of google data visualization tools,» *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 4, n.º 5, pp. 3134–3138, 2014.
- [60] S. Chen, U. R. Thaduri e V. K. R. Ballamudi, «Front-end development in react: an overview,» *Engineering International*, vol. 7, n.º 2, pp. 117–126, 2019.
- [61] K. Praghash, V. S. Eswar, J. Y. Roy, A. Alagarsamy e S. Arunmetha, «Tunnel based intra network controller using NGROK framework for smart cities,» em *2021 5th international conference on electronics, communication and aerospace technology (ICECA)*, IEEE, 2021, pp. 39–43.
- [62] A. K. Y. S. Mohamed, D. Auer, D. Hofer e J. Küng, «A systematic literature review for authorization and access control: definitions, strategies and models,» *International journal of web information systems*, vol. 18, n.º 2/3, pp. 156–180, 2022.
- [63] J. Stanojević, U. Šošević, M. Minović e M. Milovanović, «An Overview of Modern Cross-platform Mobile Development Frameworks,» em *Central European Conference on Information and Intelligent Systems*, Faculty of Organization e Informatics Varaždin, 2022, pp. 489–497.
- [64] A. T. Endo e A. Møller, «Event Race Detection for Node.js Using Delay Injections,» em *39th European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP 2025)*, sér. Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs), vol. 333, Schloss Dagstuhl – Leibniz-Zentrum für Informatik, 2025, 9:1–9:28. DOI: 10.4230/LIPIcs.ECOOP.2025.9. URL: <https://doi.org/10.4230/LIPIcs.ECOOP.2025.9>.
- [65] W. S. El-Kassas, B. A. Abdullah, A. H. Yousef e A. M. Wahba, «Taxonomy of cross-platform mobile applications development approaches,» *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 8, n.º 2, pp. 163–190, 2017.
- [66] P. F. Silva, T. P. d. Silva e G. N. d. Silva, «StudyLab: Construção e Avaliação de um aplicativo para auxiliar o Ensino de Química por professores da Educação Básica,» *Revista Tecnologias na Educação*, vol. 13, n.º 7, pp. 1–10, 2015. URL: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/12/Art25-vol13-dez2015.pdf>.
- [67] B. Zardo e F. S. Ribeiro, *Análise de Usabilidade de Sistemas CMS para Sinalização Digital: Uma Abordagem Comparativa Baseada no System Usability Scale (SUS)*, Trabalho de Conclusão de Curso, Orientadora: Gabriela Gonçalves Silveira Fiates, Florianópolis, SC, Brasil, 2024. URL: <https://repositorio.ufsc.br/>

- bitstream/handle/123456789/262051/TCC - Enfoque - Monografico _ Bruno - Felipe -- Versao_Final_assinado.pdf?isAllowed=y&sequence=1.
- [68] O. Suria, «A Statistical Analysis of System Usability Scale (SUS) Evaluations in Online Learning Platform,» *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 6, n.º 2, pp. 992–1007, 2024.





Anexo B – Diagrama do Modelo de Dados Ampliado