

03.

A Realidade Aumentada aplicada a desenhos de arquitetura na cidade do Porto

Augmented Reality applied to architectural drawings in the city of Oporto

Cláudio Duarte
DigiMedia
Universidade de Aveiro
claudioduarte@ua.pt

Mário Vairinhos
DigiMedia
Universidade de Aveiro
mariov@ua.pt

Noémia Herdade Gomes
Universidade do Porto
ngomes@arq.up.pt

No âmbito do projeto CODE, que visa a investigação e promoção da história do ensino de desenho na Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto (FAUP), Portugal, foi desenvolvido um protótipo *mobile* funcional, recorrendo a Realidade Aumentada (RA). Pretende-se oferecer aos visitantes do Porto uma plataforma que possibilita explorar percetivamente cada desenho no local físico onde o mesmo foi concebido. A RA permite justapor e sincronizar visualmente estes desenhos, em tempo real, na vista da cidade a partir da sua localização e de um conjunto de pontos georreferenciados.

Neste artigo é apresentada a análise que esteve na base do protótipo funcional desenvolvido e avaliado. O estudo empírico partiu da realização de uma avaliação heurística de usabilidade junto de utilizadores com conhecimentos na área de design para interfaces e, posteriormente, de uma avaliação do protótipo final com utilizadores do público-alvo desejado em contexto real de interação

Palavras-chave interação humano-computador, realidade aumentada, museu, turismo, arquitetura, desenho, museografia.

In the scope of the CODE project, that aims to investigate and promote the history of design teaching at the Faculty of Architecture of the University of Porto (FAUP) in Portugal, a functional mobile prototype was developed using Augmented Reality (AR). It is intended to offer the visitors of Oporto a platform that allows them to explore the city through actual drawings in physical locations where they were designed. AR allows for overlapping and visual synchronizing of these drawings in real time in the city's view from their location through a set of georeferenced points.

In this article, we present the analysis that was the basis of the functional prototype developed and evaluated. The empirical study was based on the heuristic evaluation of usability among users with knowledge in interface design and later a final prototype evaluation with users of the desired audience in a real context of interaction

Keywords human-computer interaction, augmented reality, museum, tourism, architecture, drawings, museography.

1. Introdução

O ritmo acelerado dos desenvolvimentos tecnológicos nos últimos anos levou à criação de novas oportunidades para aumentar, estender e apoiar novas experiências dos utilizadores, de interação e de comunicação (Rogers, 2004). Segundo Paul Atkinson, desde o princípio da computação digital que sempre existiram aspirações tecnológicas para reduzir as dimensões do hardware, permitindo transportá-los junto dos seus consumidores (as cited in Kjeldskov, 2014). Mais recentemente, fruto da rápida penetração e evolução dos dispositivos móveis, surge a capacidade e necessidade de criar novas experiências interativas que venham a melhorar a forma como as pessoas comunicam entre si e com o ambiente em seu redor (Fedosov & Misslinger, 2013). Uma dessas novas experiências diz respeito à tecnologia de Realidade Aumentada (RA) que permite ao utilizador ver o mundo real com recurso a objetos virtuais que são sobrepostos ou compostos sobre o mesmo (Azuma, 1997; Milgram & Kishino, 1994). O ambiente em torno do utilizador torna-se mais rico em resultado da fusão do mundo físico com o mundo digital, enaltecendo a sua visão da realidade (Biseria & Rao, 2016).

O presente estudo surge no âmbito do projeto CODE-FAUP da Universidade do Porto, cujo principal objetivo assenta na investigação da história do ensino de desenho na Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto (FAUP). De modo a promover o conhecimento produzido na mesma, o CODE debruça-se sobre a necessidade de preservação e valorização da história da Faculdade recorrendo a um repositório de desenhos de alunos e ex-alunos. O principal objetivo passa por abrir esse repositório à comunidade; ao público em geral. Pela natureza dos desenhos e da paisagem urbana, a RA surge como resposta de comunicação para o cumprimento deste objetivo. É intenção deste artigo dar conta da investigação desenvolvida no âmbito do CODE que consistiu no desenvolvimento de um protótipo funcional que reunisse vários desenhos elaborados em vários momentos no contexto académico. Estes desenhos poderão ser explorados livremente na cidade, permitindo a exploração dos mesmos a partir de RA com o objetivo de enriquecer a experiência do visitante/turista da cidade do Porto.

Este artigo começa pelo estado de arte que dá conta do uso de RA em *outdoor*, passando para uma secção onde é descrita a ideia, o conceito do projeto e por fim o desenvolvimento e resultados.

2. Trabalho relacionado

Diversas aplicações comerciais estão atualmente presentes no mercado cujo seu principal objetivo é fornecer ao utilizador informação acerca de um determinado espaço ou serviço. É possível complementar o intuito deste estudo com um levantamento breve do estado de arte existente atualmente que atuem nas áreas de HCI, museografia, RA e turismo.

O Yelp Monocle foi uma funcionalidade desenvolvida em 2009 pela empresa Yelp, reconhecida por prestar serviços de avaliação a estabelecimentos comerciais através da sua aplicação *mobile* disponível para iOS e Android.

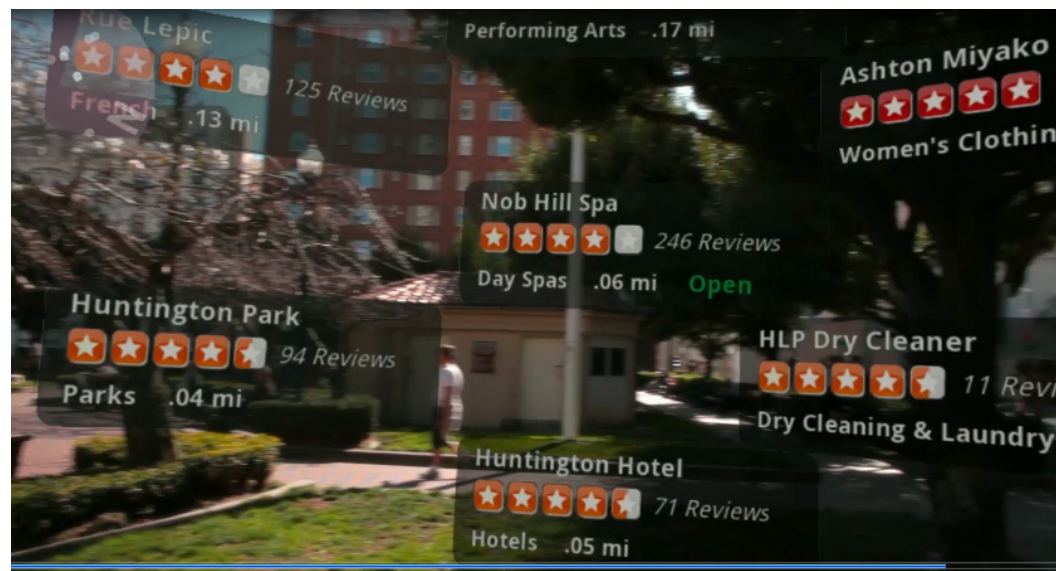


Figura 1. Yelp Monocle. Fonte: Upgrade Magazine, 2015

Inicialmente esta funcionalidade encontrava-se “escondida” na aplicação da Yelp e era apenas visível para proprietários do iPhone 3GS. Para ativá-la, os utilizadores teriam de agitar o telemóvel três vezes. Na altura foi a primeira aplicação para iPhone que continha a tecnologia de RA. Atualmente já se encontra disponível em multiplataforma e proporciona uma experiência aumentada ao recorrer a soluções baseadas em sensores, nomeadamente o GPS. O utilizador ao visitar a aplicação, poderá visualizar *tags* dos restaurantes mais próximos de uma forma mais dinâmica ao orientar o telemóvel em várias direções. Deste modo, é possível transpor para o mundo real informações específicas que permitem complementar a experiência do utilizador.



Figura 2. Wikitude. Fonte: Wikitude, 2016

Já o Wikitude, disponível para Android e iOS, é considerado um agregador de conteúdos em RA, sendo que depende de um vasto repositório de conteúdos de diversas fontes, como a Wikipédia, e de outros inputs vindos dos seus utilizadores. A partir da sua página inicial, é possível escolher várias categorias, como restaurantes, alojamento, jogos, atrações turísticas, etc., para serem exploradas pelos utilizadores.

A nível técnico, para uma RA baseada na localização, o Wikitude permite o posicionamento de objetos virtuais no visor do telemóvel, calculado recorrendo à posição do utilizador (medido através de GPS ou WiFi), à sua orientação (utilizando a bússola do dispositivo) e ao acelerómetro. Desde agosto de 2012, o Wikitude passou a possuir, também, tecnologias de reconhecimento de imagem que permitem que imagens de rastreamento acionem a tecnologia de RA dentro da aplicação.



Figura 3. Star Walk 2. Fonte: Vito Technology, 2016

Por último, o Star Walk 2 é uma aplicação que incorpora um mapa exótico do céu estrelado que combina dados astronómicos com tecnologia de RA e Realidade Virtual (RV) e oferece uma viagem através de milhares de estrelas, cometas, constelações e satélites. Para iniciar a experiência, o utilizador aponta o seu telemóvel para o céu e o mapa astronómico de estrelas ficará alinhado com o ponto de vista do utilizador. O céu poderá ser visualizado a qualquer hora do dia e em qualquer lugar, sendo que a aplicação determina a posição e orientação do utilizador a partir das suas coordenadas GPS. É possível percorrer uma lista de objetos visíveis em qualquer noite em qualquer parte do mundo, mesmo o utilizador não estando lá. Na interface, o utilizador poderá obter informações sobre determinadas constelações ou estrelas e visualizar planetas em três dimensões.

3. Conceito

Na conceção e implementação deste projecto – uma aplicação *mobile* com o *codename* provisório “DesInvicta” – o conceito centraliza-se em três aspetos essenciais:

- A aplicação deve ser capaz de mostrar um desenho em RA;
- Deve dar a possibilidade ao utilizador de visualizar a localização da distribuição das obras na cidade;
- Deve permitir visualizar roteiros e pesquisar com um bom grau de liberdade.

Na sua visita ao Porto, o utilizador poderá visualizar na aplicação um conjunto de marcadores espalhados por um mapa interativo da zona geográfica onde este se encontra. Através de georreferenciação, poderá interagir com os mesmos quando se aproximar de um de modo a aceder à informação do local onde existe um ou vários desenhos de arquitetura fornecidos pelos alunos da FAUP através do projeto CODE. O utilizador poderá aceder aos desenhos, à informação relativa aos seus autores e à data em que foram concebidos e, posteriormente, visualizar os desenhos em RA inseridos no contexto da cidade. Para tal, é essencial que o visitante esteja no local exato onde o desenho se encontra designado no mapa para que seja possível ativar a funcionalidade de RA e visualizar o desenho sobreposto na arquitetura do local com recurso à câmara do *smartphone*.

4. Requisitos Funcionais

Antes de pôr em prática a elaboração de um protótipo funcional, é necessária a especificação de requisitos funcionais (A Cooper, Reimann, Cronin, & Noessel, 2014). De modo a desenvolver as funcionalidades para a aplicação, foram tidos em conta alguns aspetos do projeto CODE cujo objetivo estaria na criação de uma aplicação que permitisse valorizar os desenhos concebidos na FAUP a partir de RA.

Ao descarregarem a aplicação, considerou-se essencial que os utilizadores tivessem acesso, desde logo, a um mapa interativo onde poderiam visualizar a sua posição GPS atual, juntamente com todos os *Point of Interest* ou Ponto de Interesse (POI). Estes POI representariam os locais de interesse onde desenhos de arquitetura teriam sido elaborados pelos alunos e que estariam representados no mapa com base nas suas coordenadas GPS. Representados graficamente por um lápis no mapa, o utilizador teria a possibilidade de interagir com estes de modo a aceder a conteúdos relativos ao local selecionado, como uma imagem ilustrativa e uma breve descrição do mesmo. Poderia aceder, ainda, a desenhos disponibilizados num *slideshow* que apresentariam cada um devidamente identificado com o nome do local onde foram concebidos, o autor, as coordenadas GPS e a data.

Ao nível da RA, uma das opções disponíveis para interagir com o desenho seria a visualização do mesmo sobreposto sobre a cidade através da câmara do telemóvel. Para além da sua observação, seria possível manipular a sua opacidade e o seu zoom em relação à cidade. A funcionalidade de opacidade permitiria que o utilizador analisasse as diferenças entre o mundo real e virtual e captasse as principais diferenças entre a data da conceção do desenho e a data em que está a ser visto pelo utilizador. Já o zoom permitiria ver o desenho com maior pormenor de modo a observar as técnicas utilizadas pelo arquiteto.

Por último, como forma de valorizar os autores dos desenhos, considerou-se que deveria ser disponibilizado um local dedicado com as suas informações como fotografia, nome, número de desenhos produzidos, cidade de residência e uma breve nota biográfica. Existiria, também, um *slideshow* com outros desenhos do artista e que se encontram na aplicação e uma hiperligação para o *website* ou portefólio pessoal do mesmo.

Requisito	Funcionalidade
POI	<ul style="list-style-type: none"> • Definir os POI a incluir no mapa; • Definir as coordenadas geográficas; • Aceder aos conteúdos relativos ao POI; • Tipologia de conteúdos (textos e imagens) a disponibilizar para cada POI; • Breve descrição sobre o POI onde se encontram os desenhos, incluindo imagem do local, o autor e a data do desenho.
Slideshow	<ul style="list-style-type: none"> • Desenhos disponíveis associados a um determinado POI.
Mapa	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização do mapa; • Colocação dos POI no mapa com base nas suas coordenadas geográficas; • Posição automática do utilizador com base no GPS.
RA	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização do desenho através da câmara do <i>smartphone</i> sobreposto sobre a arquitetura; • Manipulação de opacidade; • Manipulação do <i>zoom</i>.
Perfil do Autor	<ul style="list-style-type: none"> • Informações sobre o autor – fotografia, nome e apelido, número de desenhos produzidos, cidade de residência, breve nota biográfica; • Hiperligação externa para portefólio pessoal do autor; • <i>Slideshow</i> de desenhos produzidos pelo autor com data e disponíveis na aplicação.

Tabela 1. Requisitos identificados

Com o levantamento dos requisitos funcionais, construiu-se um mapa de navegação que permite visualizar os caminhos de navegabilidade possíveis que o utilizador poderá percorrer dentro da aplicação e, ainda, a organização dos conteúdos inseridos em cada ecrã.

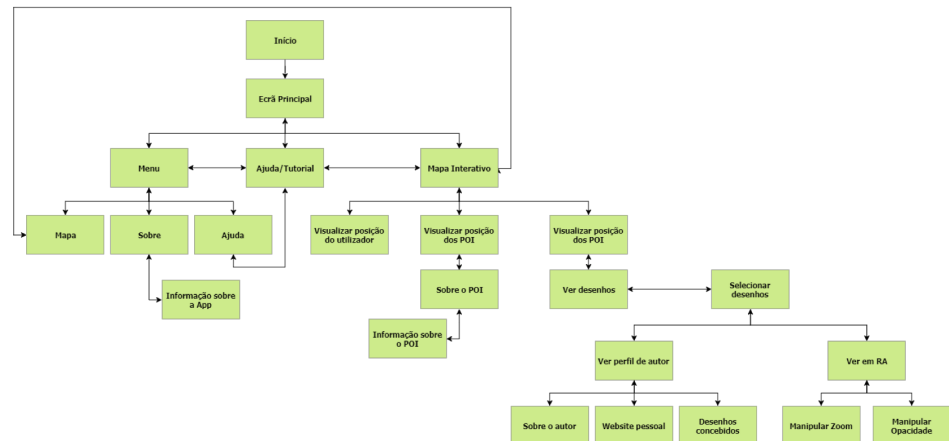


Figura 4. Mapa de navegação

Na estrutura apresentada na figura acima, verifica-se a não existência de quaisquer restrições para o utilizador, sendo que todas as ligações entre ecrãs são do género bidirecional. Significa que o utilizador poderá avançar e retroceder para qualquer parte da aplicação a partir do local onde se encontra.

4.1. Requisitos Técnicos

O sistema foi pensado para estar disponível no momento em que um determinado visitante dá início à sua experiência turística aumentada na cidade. De modo a cumprir com os objetivos anteriormente definidos nesta investigação e em conformidade com as metas a traçar do projeto CODE, considerou-se que a utilização de um dispositivo móvel, mais concretamente um smartphone, seria a opção mais adequada em detrimento de outro meio tecnológico menos convencional. No que diz respeito à arquitetura de sistema da aplicação *mobile* propriamente dita, esta conta com um conjunto de dependências tecnológicas essenciais para a sua implementação como:

- o sistema operativo/SDK Android, que se apresenta como a plataforma mais flexível para desenvolver o protótipo funcional;
- o software Unity3D, onde é feita toda a programação da aplicação *mobile* ao juntar todos os elementos necessários para a sua implementação;
- o serviço Google Maps que, ao recorrer à sua API, permite implementar um mapa interativo com todos os desenhos aumentados espalhados pela cidade;
- a *framework* Kudan AR, um SDK que permite mapear objetos bidimensionais através de coordenadas GPS predefinidas, renderizando-os para serem visualizados num ambiente de RA;
- a base de dados local SQLite pré compilada para Android onde são armazenados todos os conteúdos de informação sem que seja necessária uma ligação ativa a um servidor remoto.

A Figura 5 abaixo sumaria todos os elementos que integram a arquitetura de sistema de RA na sua fase da experiência aumentada e as respetivas ligações entre os mesmos.

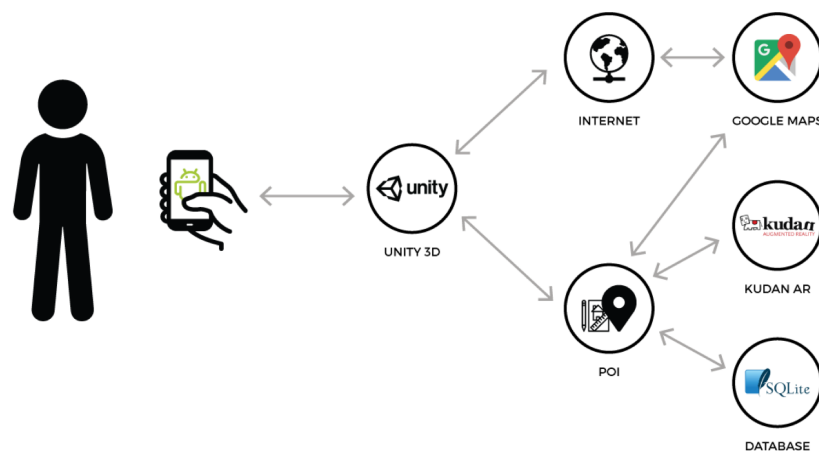


Figura 5. Arquitetura de sistema de AR

Já a Figura 6 descreve, de forma sucinta, o funcionamento da aplicação ao recorrer ao GPS para aceder ao POI do desenho para visualização no smartphone a partir da câmara.

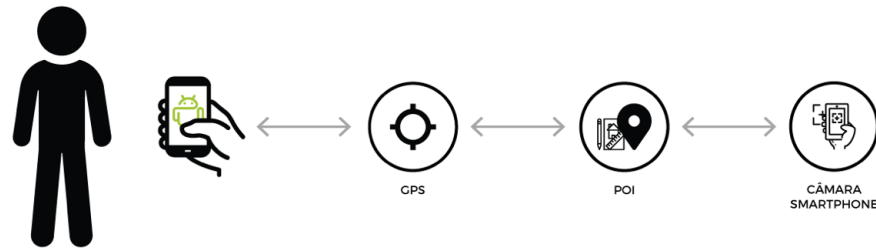


Figura 6. Funcionamento da aplicação *mobile*

5. Desenvolvimento do protótipo

5.1. Protótipo de baixa fidelidade

Os métodos de desenvolvimento do protótipo funcional foram ao encontro de proporcionar uma ferramenta para o utilizador de modo a oferecer uma experiência aumentada aos visitantes da cidade portuense. Este processo conta com a participação dos potenciais utilizadores, tornando-os numa peça essencial para esta etapa, sendo que, no âmbito da metodologia UCD – *User Centered Design*, a integração dos utilizadores na construção do produto permite compreender quais as suas necessidades e expectativas. Assim, garante-se um sistema de RA centrado nos seus utilizadores, colocando-os em primeiro plano.

Identificados os requisitos, segue-se a fase da prototipagem. Esta etapa apresenta-se como o primeiro passo a dar no desenvolvimento do produto. São elaboradas e discutidas várias propostas de interface e inclusão de funcionalidades provisórias que sofrem reformulações ao longo de todo o processo de desenvolvimento, começando num produto de baixa fidelidade e evoluindo para um de alta fidelidade.

Tendo por base o mapa de navegação elaborado, segue-se a fase da estruturação da interface onde são elaborados os vários ecrãs que compõem a primeira versão da aplicação. Recorreu-se à prototipagem em papel por esta ser a solução mais adequada e, ainda, por ser rápida com baixos custos associados.

De acordo com estas situações, foram elaborados alguns *sketches* da aplicação, visíveis na Figura 7. Estas propostas iniciais para a interface da aplicação, dos quais alguns se encontram ilustrados abaixo, foram elaboradas e discutidas em conversas informais com os docentes orientadores desta investigação e com representantes do projeto CODE-FAUP. Estes desenhos temporários foram sofrendo alterações ao longo do tempo de modo a irem ao encontro de uma interface simples e minimalista onde o utilizador pudesse cumprir as tarefas com o mínimo de distrações.

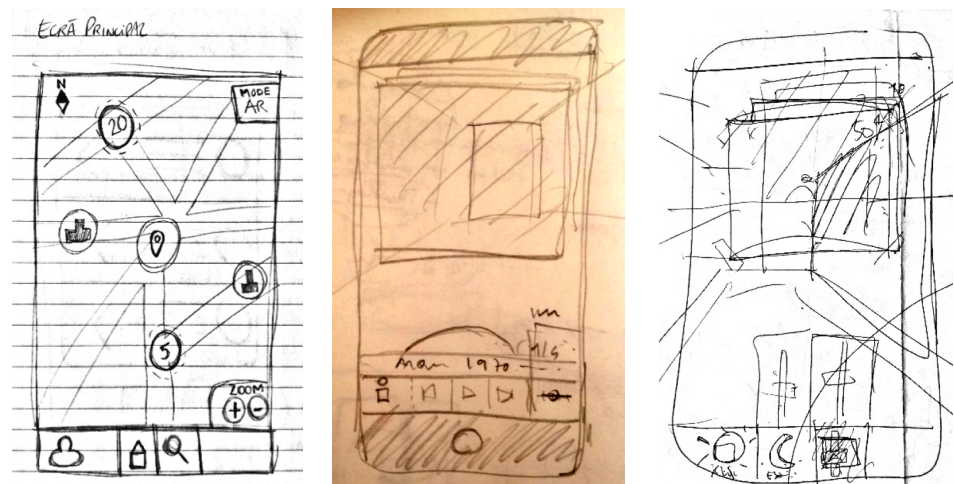


Figura 7. Primeiro rascunho do ecrã principal (à esquerda) e primeiros rascunhos do ecrã de visualização RA (à direita)

5.2. Protótipo de alta fidelidade

Em consequência do processo de prototipagem de baixa fidelidade, seguiu-se com o desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade que representasse de forma mais fidedigna a versão final da aplicação. Numa primeira instância, o desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade para *mobile* leva a que aspetos de elevada importância, como a garantia de uma boa usabilidade, sejam tomados em consideração. De acordo com o *website* SAPO UX (2014), o design de interface para dispositivos móveis tem o dever de encontrar soluções para os problemas que os utilizadores tenham e venham a ter. Deste modo, é garantir que a experiência do utilizador (UX) seja imune a erros comuns como a navegação pouco clara, conteúdo em demasia, sobreposição de funcionalidades-chave, exigência de tarefas menos simples de concretizar, ausência de *feedback* e a necessidade de atualizações constantes.

Todo o processo de desenvolvimento da interface foi iterativo no sentido em que foi sofrendo alterações ao longo da sua implementação. A participação por parte de alguns utilizadores na evolução do design permitiu que fossem ouvidas várias opiniões de como a aplicação poderia ser melhorada de forma a ser aceite pelo público-alvo deste estudo. Essas opiniões foram obtidas através de conversas informais com os docentes orientadores deste projeto e com alunos do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro. Finda a implementação do protótipo após várias iterações da sua identidade visual, deu-se por terminada esta fase, seguindo de imediato para a avaliação de usabilidade junto de utilizadores.

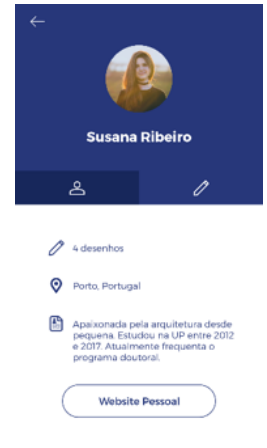
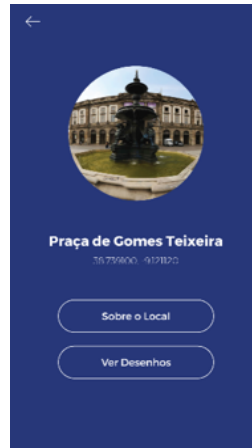
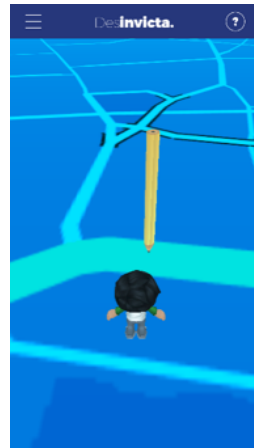


Figura 8. Protótipo de alta fidelidade – versão final



Figura 9. Visualização de um desenho em RA – versão final

Infelizmente, a criação de roteiros e a pesquisa definidos inicialmente no conceito ficou por ser implementado devido à limitação de tempo.

6. Avaliação

Como forma de consolidar o trabalho desenvolvido para o protótipo funcional, foram realizados dois momentos de avaliação. No primeiro, a avaliação esteve orientada para a pertinência do protótipo desenvolvido e para as questões de usabilidade associadas, procurando obter observações e opiniões junto de utilizadores com sensibilidade para esta matéria. No segundo momento, o foco da avaliação esteve direccionado para os potenciais utilizadores que compõem o público-alvo desejado. Pretendeu-se recolher informações acerca da sua utilidade para o turista e do seu funcionamento e aplicabilidade no contexto real de interação.

6.1. Avaliação heurística de usabilidade

6.1.1. Desenho do teste

O principal foco deste teste prendeu-se com a avaliação do protótipo por parte de potenciais utilizadores de modo a reconhecer aspetos problemáticos na usabilidade da interface desenvolvida trazendo, assim, estes utilizadores para o processo de design da aplicação. O *Human-Centered Design* (HCD), coloca em primeiro plano as capacidades, necessidades e comportamentos humanos, adaptando o design para responder a esses mesmos desafios impostos (Norman, 2013).

Para a recolha de dados, o principal método utilizado foi a observação direta do utilizador a interagir com a aplicação, acompanhada por um breve questionário antes de iniciar a avaliação, onde são solicitadas algumas informações acerca do utilizador e outro questionário após a sua conclusão com recolha de informação por escrito relativo aos problemas verificados durante a avaliação. À identificação desses problemas estariam associadas um conjunto de dez heurísticas de Nielsen (1995) consideradas na conceção do desenho de interface, que possibilitam a catalogação das falhas detetadas.

6.1.2. Procedimentos e descrição do teste

Antes de dar início ao teste, o utilizador foi alvo de uma contextualização onde se explicou o enquadramento do projeto. De seguida, numa primeira etapa, foi entregue um documento físico com informações e instruções sobre como a avaliação iria ser conduzida, juntamente com um breve questionário onde eram solicitadas algumas informações pessoais.

Seguiu-se para a segunda etapa onde foi entregue pelo investigador um *smartphone* ao utilizador que corria o sistema operativo Android 7.0 com a aplicação *mobile* instalada. O investigador comunicou o contexto de utilização da aplicação, indicando que o utilizador teria de encarar a personagem de turista/visitante que estava a explorar o Porto recorrendo à aplicação. Com recurso a um guião de avaliação, o investigador instruiu o utilizador a realizar determinadas tarefas de modo a navegar por toda a aplicação, interagindo com as suas funcionalidades e descrevendo ao investigador o que visualizava. Esta fase da avaliação incluía a navegação entre vários ecrãs que disponibilizavam diferentes conteúdos, começando pelo mapa interativo que se apresenta como sendo o ecrã principal. Neste ecrã, era necessário observar e descrever a interface e posteriormente aceder a outros ecrãs com base nas tarefas explícitas no guião.

Durante todo o teste, conduzido numa sala previamente preparada, o investigador sentou-se ao lado do utilizador observando a sua interação com a aplicação à medida que eram lidas as tarefas. Ao dar-se por terminado a segunda etapa da avaliação, o investigador disponibilizou mais dois documentos. Num constava as dez heurísticas de Nielsen e noutra era solicitado ao utilizador que indicasse por escrito as falhas que detetou durante a sua interação com a aplicação. Era requerido que fosse identificado o problema, a heurística em causa devido a esse problema, a importância do mesmo com base numa escala de 1 a 5, sendo 1 de menor importância e 5 de maior importância e ainda sugestões para a o seu melhoramento.

6.1.3. Participantes

Em conformidade com as recomendações de Nielsen, esta avaliação contou com a participação de 5 utilizadores, maioritariamente do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 24 e 30 anos, oriundos de *startups* da incubadora de empresas “Labs Lisboa”. Todos se encontravam familiarizados com questões de usabilidade, sendo que atividade profissional destes utilizadores se integra no desenvolvimento de conteúdos de design para plataformas digitais.

6.1.4. Resultados

De forma unânime, a aplicação foi do agrado dos cinco utilizadores e elogiada na sua conceção a nível do grafismo e funcionalidades. De acordo com o registo de falhas, as heurísticas que mais estavam a ser violadas eram a ajuda e documentação e a prevenção de erros. Um dos utilizadores identificou, ainda, outra falha ao nível do reconhecimento de alguns ícones. Na sua maioria, os utilizadores atribuíram a estas duas heurísticas um grau de importância do problema de 4 numa escala de 1 a 5 criada para o efeito desta avaliação. No que diz respeito ao primeiro erro identificado, o problema estava na ausência de um tutorial que permitisse o utilizador navegar pela aplicação sem se sentir perdido. A proposta passava pela criação de um tutorial ou um local na aplicação dedicado a perguntas frequentes onde o utilizador poderia ser esclarecido.

Quanto ao outro problema, verificou-se a existência de vários erros ao longo de toda a aplicação relacionados com o mapa interativo e com o desenho em RA. Numa primeira instância, os utilizadores apontaram para o facto de a localização GPS não estar calibrada com a posição real do utilizador e de não acompanhar os movimentos do mesmo. Quanto ao desenho em RA, os problemas estavam, acima de tudo, relacionados com a *framework* utilizada e os seus erros de *tracking* entre os mundos virtual e real. Todavia, foi explicado aos utilizadores que a aplicação recorria a bibliotecas gratuitas disponibilizadas pela comunidade de *developers* do Unity3D que só por si apresentavam algumas limitações. Em relação à última heurística, o utilizador sentiu alguma dificuldade em reconhecer a função de cada ícone quando visualizava o desenho em RA, sugerindo a introdução de legendas por baixo de cada ícone.

Heurística de Nielsen	Problema identificado	Importância (1 a 5)	Sugestões de melhoria
Ajuda e documentação	Ausência de ajuda/tutorial	4	Criar um tutorial ou um local dedicado a FAQs
Prevenção de Erros	GPS do mapa e dessincronização dos desenhos em RA	4	Melhorar precisão/utilizar bibliotecas alternativas
Reconhecimento em vez de recordar	Dificuldade em reconhecer a função dos ícones quando em RA	1	Aplicar uma legenda aos ícones quando se está no modo de RA

Tabela 2. Problemas identificados

6.2. Avaliação do protótipo funcional

A avaliação realizou-se no Porto nos dias 16 e 17 de setembro de 2017 em dois locais distintos: Praça de Gomes Teixeira e Praça de D. João I. Estes locais foram estrategicamente escolhidos, sendo que eram locais de grande interesse patrimonial e que permitiam testar as capacidades da aplicação

mobile. A qualidade de execução dos desenhos utilizados, criados pela ex-aluna Susana Ribeiro em 2012, revelou-se igualmente um fator para a escolha dos locais. Os testes conduzidos apresentaram-se como sendo de cariz técnico, na medida em que se baseiam em tarefas e atividades a realizar com objetivos definidos e menos na motivação da pessoa, ou persona (Alan Cooper, 1999).

6.2.1. Procedimentos e descrição do teste

Tal como na avaliação de usabilidade, os procedimentos iniciais foram semelhantes. Alguns dos participantes da avaliação assinaram uma declaração autorizando a captação de imagens de utilização da aplicação para posterior utilização neste estudo como suporte visual. Iniciou-se com uma abordagem de contextualização breve em cada um dos locais referidos para que o utilizador estivesse enquadrado no projeto e estudo. Entregou-se o smartphone à medida que o investigador contextualizava a aplicação ao utilizador, referindo que o mesmo se assumia como um visitante da cidade do Porto e que pretendia aceder a um conjunto de desenhos com recurso à tecnologia de RA.

O principal objetivo da avaliação inseria-se na navegação pela aplicação de uma forma autónoma, sem a ajuda do investigador. Todavia, o utilizador dispunha de total liberdade para questionar sobre qualquer dúvida que surgisse. A maioria usufruiu dessa oportunidade para colocar questões relativas à navegação e utilização das funcionalidades, especialmente na RA, querendo saber quais as opções disponíveis para a manipulação do desenho.

Após a avaliação, foi entregue um questionário que continha um conjunto de questões pessoais relativas ao utilizador, juntamente com questões relacionadas com a avaliação do sistema.



Figura 10. A explorar o protótipo funcional na Praça D. João I

6.2.2. Participantes

A avaliação do protótipo funcional foi realizada junto de uma amostra por conveniência de 11 utilizadores, equilibrados entre o sexo masculino e feminino, com idades compreendidas entre os 18 e os 56 anos. Num contexto geográfico, estes utilizadores revelam ser moradores da Área Metropolitana do Porto e de localidades inseridas nos distritos de Aveiro e Coimbra. À exceção dos moradores da cidade portuense, a maioria dos utilizadores assinalaram que são visitantes frequentes da Invicta com o propósito de praticar o lazer. Quanto à situação profissional e nível de ensino, mais de metade apontaram serem atuais estudantes do ensino superior ou empregados com um nível de ensino superior concluído.

6.2.3. Resultados

Na sua generalidade, a aplicação teve uma receção e aceitação bastante positiva (Gráfico 1), tendo sido reconhecida como um produto de pertinência para a valorização e promoção do turismo na cidade do Porto e dos desenhos elaborados pelos alunos da FAUP. O design da interface começou desde logo por ser um dos muitos aspetos elogiados pelos utilizadores. A maioria identificou e concordou com a simplicidade da imagem gráfica da aplicação e certos conseguiram estabelecer o paralelismo com a nova identidade gráfica da marca "Porto".

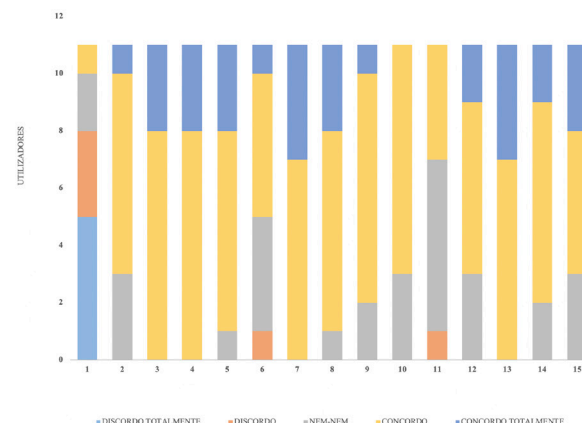


Gráfico 1. Resultados da avaliação do sistema

1	Achei desagradável transportar constantemente o telemóvel
2	A aplicação foi de fácil utilização
3	Achei que os textos apresentavam uma boa legibilidade
4	O ecrã de visualização é adequado
5	As animações são adequadas e estão bem integradas
6	A quantidade de informação referente aos locais é adequada
7	Os botões apresentam o tamanho adequado para a interação
8	A iconografia está enquadrada para ajudar a aceder às várias funcionalidades
9	O mapa interativo é de fácil utilização
10	A aplicação é rápida o suficiente
11	O tutorial permite-me esclarecer sobre o funcionamento da aplicação
12	O uso da Realidade Aumentada para visualização dos desenhos foi bem aplicada
13	A aplicação contribui para a promoção do turismo no Porto
14	Interessa-me obter mais informações sobre a aplicação
15	Interessa-me ter esta aplicação no meu dispositivo móvel (telemóvel/tablet)

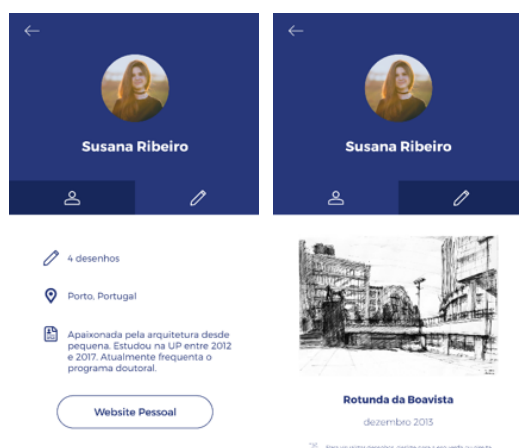
Tabela 3. Legenda do gráfico 1

A existência do tutorial (Figura 11) ao iniciar a aplicação foi uma sugestão dada na anterior avaliação de usabilidade e que nesta avaliação foi vista como uma mais valia sendo que permitiu aos utilizadores um esclarecimento breve sobre o funcionamento do produto e a sua finalidade. O tutorial não era longo, apresentando apenas algumas frases espalhadas entre cinco ecrãs, no entanto, alguns sugeriram que deveria existir uma opção para ignorar o tutorial cada vez que acessem a aplicação ou melhor, que apenas aparecesse na primeira utilização.



Figura 11. Tutorial

Figura 12. Perfil do Autor do desenho



No decorrer da avaliação, verificou-se que algumas das funcionalidades que a aplicação dispunha não eram explícitas, tendo sido necessário o investigador intervir para notificar da existência dos mesmos, particularmente no acesso ao perfil do autor do desenho (Figura 12). Os utilizadores não associaram o nome do autor a uma hiperligação para outro ecrã que apresentava informações sobre o autor do desenho (curta biografia, fotografia, nº de desenhos, etc.) que estava a ser visualizado, juntamente com outros desenhos que tivesse previamente elaborado. Em relação ao mapa interativo (Figura 13), um dos utilizadores referiu que faria mais sentido colocar vários marcadores no mapa para cada um dos desenhos com base nas coordenadas GPS reais, isto porque durante a avaliação, tornou-se difícil localizar com precisão o local exato onde o estudante se situou para desenhar. Outro utilizador sugeriu que, para além de existirem

apenas informações sobre os locais, poderiam ser disponibilizadas informações complementares sobre o desenho, como as técnicas utilizadas e os seus motivos de escolha por aquele local. Mais, seria interessante visualizar, através de uma timeline, a evolução do local ao longo do tempo. Esta observação surgiu devido ao facto de se ter verificado que os locais tinham sofrido algumas alterações em relação ao ano 2012.



Figura 13. Mapa interativo, informação sobre locais e desenhos

Por fim, na interação com os desenhos através de RA, não tardou o entusiasmo dos utilizadores ao visualizarem a cidade através de uma tecnologia de realidade alternativa, mas complementar à sua descoberta. Como forma de interagir com os desenhos, os utilizadores foram seleccionando e visualizando um a um em RA, apontando o telemóvel para o respetivo local onde os mesmos se encontravam. Poderiam recorrer, ainda, a métodos de manipulação de imagem, como a opacidade e o zoom para melhorarem a sua experiência (Figura 14).



Figura 13. Desenhos em RA

Um dos constrangimentos identificados foi precisamente a dessincronização entre o desenho e o local, sendo que muitas vezes foi necessário fazer um *reset* ao desenho para que o mesmo voltasse a estar posicionado corretamente. O facto de se ter utilizado uma técnica de RA baseada na inexistência de marcadores – *markerless* – e total dependência de posicionamento do desenho através de coordenadas GPS aproximadas, revelou-se numa tarefa de difícil execução. Verificou-se inúmeras vezes que o desenho destabilizava quando se verificava movimento em redor, especialmente na Praça de Gomes Teixeira onde existia um elevado fluxo de pessoas e trânsito. Outro constrangimento averiguado estava relacionado com o modo de visualização horizontal. Várias tentativas foram realizadas quase instintivamente de visualizar o desenho na horizontal ao invés de vertical. Sendo que permitia uma melhor visualização do desenho, foi sugerida que essa opção de rotação fosse implementada apenas para a observação do desenho em RA.

7. Conclusões

Com o presente estudo, fez-se caminho para todo um processo de investigação e desenvolvimento em torno de um produto em RA que valorizasse os inúmeros desenhos de arquitetura da FAUP. Ao mesmo tempo, proporcionava-se um livre acesso a todo um público à base de dados de desenhos elaborados através de uma plataforma que não um *website* convencional. Revelou-se, através do estudo conduzido, que a criação de uma aplicação *mobile* seria vantajoso sendo que disponibilizaria um meio tecnológico para a descoberta da cidade do Porto. Testada junto de um público-alvo, a aplicação é rececionada com entusiasmo e aceite de forma muito positiva pelos utilizadores que tiveram a oportunidade de interagir com a mesma de modo a testar as suas funcionalidades e capacidades. O seu *feedback* tornou-se útil para a identificação e correção de erros e para a sugestão de implementação de melhoramentos ao nível de funcionalidades e conteúdo. A grande maioria reconhece a importância desta aplicação na valorização do trabalho dos alunos e do próprio património da cidade. Em contrapartida, acreditam que o caminho para a sua introdução no mercado das *mobile*

apps ainda é algo extenso. Apesar de a aplicação já contar com várias funcionalidades, acredita-se que ainda há espaço para melhoramentos, especialmente ao nível de RA, que apresentou alguns erros de *tracking* ou sincronização com o mundo real. À parte disso, revelou-se uma enorme motivação por parte dos utilizadores em se manterem atualizados sobre o estado de desenvolvimento, muitos afirmando que estariam interessados em ter esta aplicação instalada nos seus dispositivos.

Referências bibliográficas

- AZUMA, R. (1997). *A survey of augmented reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355–385. <http://doi.org/10.1.1.30.4999>
- BISERIA, A., & RAO, A. (2016). *Human Computer Interface-Augmented Reality*. International Journal of Engineering Science and Computing, 6(8), 2594–2595.
- COOPER, A. (1999). *The Inmates Are Running the Asylum*. Indianapolis, IN, USA: Macmillan Publishing Co., Inc.
- COOPER, A.; REIMANN, R.; CRONIN, D., & NOESSEL, C. (2014). *About Face: The Essentials of Interaction Design* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- FEDOSOV, A., & MISSLINGER, S. (2013). *Effortless Creation of Mobile Augmented Reality Experiences*. Designing Mobile Augmented Reality Workshop at MobileHCI 2013. Retrieved from http://studierstube.icg.tugraz.at/mobilehci2013workshop/slides/fedosov_misslinger_mobilehci-2013-workshop_pp_camera_ready.pdf
- KJELDSEKOV, J. (2014). *Mobile Computing*. Retrieved December 17, 2016, from <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/mobile-computing>
- MILGRAM, P., & KISHINO, F. (1994). *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. IEICE Transactions on Information Systems, (12). Retrieved from http://vered.rose.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html
- NIELSEN, J. (1995). *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Retrieved October 4, 2017, from <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- NORMAN, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.
- ROGERS, Y. (2004). *New theoretical approaches for HCI*. Annual Review of Information Science and Technology, (38), 1–43. <http://doi.org/10.1002/aris.1440380103>
- SAPO UX. (2014). *Introdução à usabilidade para Aplicações Mobile - SAPO UX*. Retrieved September 30, 2017, from <https://ux.sapo.pt/usabilidade/mobile-apps/introducao-2/>

