



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Vítor Manuel Abreu da Costa

**Aplicação Web para interação com ecrãs
virtuais em espaços públicos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas
de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Professor Doutor Rui José

Outubro de 2018

AGRADECIMENTOS

Com a conclusão desta dissertação, o meu percurso académico chegou ao fim. Esta etapa não poderia ser concluída sem a ajuda das pessoas que me acompanharam.

Em primeiro agradecer à minha Família, aos meus pais e ao meu irmão. Porque sem eles nada disto era possível. Eles ajudaram-me sempre nos momentos mais difíceis, e tiveram sempre uma palavra para me encorajar.

Agradecer também ao meu orientador, Professor Doutor Rui José, pela ajuda, disponibilidade e por todas as sugestões essenciais para a realização desta dissertação.

Aos meus amigos de longa data, que embora não estivessem dentro do meu contexto universitário, estiveram sempre presentes e sempre disponíveis para ajudar no que fosse necessário.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo destes 5 anos. Aos que estiveram desde o início só tenho de dizer obrigado por todos os momentos que partilhamos e por tornarem estes anos os melhores da minha vida. Principalmente agradecer àqueles que me acompanharam desde o primeiro ano.

RESUMO

Existem poucas formas práticas de apresentar informação situada virtualmente em espaços públicos. Uma solução para este problema é a utilização de dispositivos móveis para a visualização da mesma. Estes são ubíquos, conectados, pessoais e disponibilizam muitos meios de interação. Contudo, a sua utilização neste contexto também enfrenta muitos desafios. A barreira de entrada tem de ser muito baixa, ou seja, quando confrontado com uma oportunidade de interação relevante, um utilizador não pode ser obrigado a realizar passos prévios que acabem por fazê-lo desistir. Exemplos clássicos dessas barreiras são a instalação de aplicações ou a criação de contas.

O objetivo desta dissertação é iniciar o estudo de desmaterialização e substituição dos ecrãs públicos através de uma aplicação web móvel que permita a interação com diversos ecrãs virtuais. Para isso, é importante criar pontes, intuitivas e fáceis de usar, entre os espaços públicos e as suas contrapartes virtuais. Para encontrar esses mesmos pontos foi realizado um estudo de observação de possíveis contextos e pontos de ativação para o mundo virtual. Neste estudo foram identificados vários grupos de contextos e vários pontos de ativação. Para perceber se aplicação conseguia cumprir os requisitos propostos foi realizado uma avaliação da mesma. Esta avaliação foi realizada num contexto universitário, sendo composta por um percurso em que o participante tiveram de realizar várias tarefas. Desta avaliação resultou várias conclusões e também foram identificadas várias melhorias para um trabalho futuro.

PALAVRAS-CHAVE

Ecrãs virtuais, Interação, Dispositivos Móveis

ABSTRACT

There are few practical ways of presenting situated information in virtually public spaces. One solution to this problem is the use of mobile devices to view it. These are ubiquitous, connected, personal and provide many means of interaction. However, their use in this context also faces many challenges. The entry barrier has to be very low, ie when confronted with a relevant interaction opportunity, a user can not be forced to take previous steps that ultimately make him give up. Classic examples of such barriers are the installation of applications or the creation of accounts.

The aim of this dissertation is to initiate the study of dematerialization and replacement of public displays through a mobile web application that allows interaction with several virtual screens. For this, it is important to create intuitive and easy-to-use bridges between public spaces and their virtual counterparts. In order to find them, a study of observation of possible contexts and points of activation for the virtual world was carried out. In this study, several groups of contexts and several activation points were identified. To understand if the application was able to meet the proposed requirements, an evaluation was made. This evaluation was carried out in a university context, being composed by a course in which the participant had to perform several tasks. From this evaluation resulted several conclusions and several improvements were identified for future work.

KEYWORDS

Virtual Display, Interaction, Mobile device

ÍNDICE

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	II
Abstract	III
Índice de Figuras	VI
Índice de Tabelas.....	VIII
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	IX
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento e motivação	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura do Documento	3
2. Estado de Arte.....	4
2.1 Técnicas de Interação em espaços públicos	5
2.1.1. Interação com Ecrãs Públicos	6
2.1.2. Interação combinada com telemóveis em ecrãs públicos.....	9
2.2 Modelação do processo de interação	13
2.2.1. O funil de audiência	13
2.2.2. Modelo de Vogel & Balakrishnan (2004)	14
2.2.3. Modelo de Brignull & Rogers	15
2.3 Ligação entre objetos físicos e virtuais.....	16
2.4 Pontos de ativação	16
2.5 Tecnologias de desenvolvimento Web	17
3. Estudo de Observação.....	19
3.1 Sumário do estudo	19
3.2 Descrição do estudo de observação	19
3.3 Questões de pesquisa	20
3.4 Resultados.....	21

3.5	Conclusão	23
4.	Especificações do Sistema	24
4.1	Requisitos do Sistema.....	24
4.2	Casos de Uso	25
4.3	Conceção da Interface	26
4.3.1.	Esboços da Interface.....	26
5.	Desenvolvimento da aplicação	29
5.1	Tecnologias a usar	29
5.1.1.	Front-end Framework.....	29
5.1.2.	Base de dados e servidor	30
5.2	Interface	31
5.3	Estrutura da base de dados e servidor.....	38
6.	Avaliação	41
6.1	Objetivos da avaliação.....	41
6.2	Angariação de participantes.....	41
6.3	Cenário de avaliação.....	41
6.4	Recolha de dados	44
6.5	Resultados.....	45
7.	Considerações finais	48
7.1	Conclusão	48
7.2	Trabalho futuro	49
	Referências Bibliográficas	51
	Anexo I – Fotos do estudo de observação	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de um 'fun fact'. Retirado de (Memarovic et al., 2012).....	8
Figura 2 - Arquitetura do framework Massive Moblie Multiuser. Retirado de (Weißker et al., 2016).....	10
Figura 3 - Sequência de interação de um botão usando o Touch & interact. Retirado de (Hardy & Rukzio, 2008).....	12
Figura 4 - Mais um exemplo da utilização do Touch & Interact. Retirado de (Hardy & Rukzio, 2008).....	12
Figura 5 - Outro exemplo da utilização do Touch & Interact. Retirado de (Hardy & Rukzio, 2008).....	13
Figura 6 - Funil de audiência. Retirado de (Michelis & Müller, 2011).	14
Figura 7 - FrameWork de Vogel & Balakrishnan. Retirado de (Vogel & Balakrishnan, 2004).	15
Figura 8 - Documento básico em HTML. Retirado de (W3C Working Group, " HTML Introduction").....	17
Figura 9 - Troca de dados no protocolo HTTP	18
Figura 10 - Contexto com um ponto de ativação já presente	21
Figura 11 - Contextos concorrentes	21
Figura 12 - Contextos com uma ponte não óbvia.....	22
Figura 13 – Contextos irmãos	22
Figura 14 - Contextos inseridos hierarquicamente.....	23
Figura 15 - Diagrama Casos de Uso Página Inicial	25
Figura 16 - Diagrama Caso de uso Página de um domínio.....	25
Figura 17 - Diagrama da navegação da aplicação.....	26
Figura 18 - esboço da página inicial.....	27
Figura 19 - Esboço da página de um domínio.....	27
Figura 20 - Componente raiz de uma aplicação Angular.....	30
Figura 21 - Print de um ecrã virtual da aplicação	31
Figura 22 - Diagrama da hierarquia dos componentes.....	32
Figura 23 - HeaderComponent.....	34
Figura 24 - aboutComponent.....	34
Figura 25 - feedComponent.....	34
Figura 26 - header-busComponent.....	35

Figura 27 - busComponent	35
Figura 28 - header-canteenComponent	36
Figura 29 . canteenComponent.....	36
Figura 30 - header-classComponent.....	37
Figura 31 - classComponent.....	37
Figura 32 - Exemplo do ficheiro Json do horário dos autocarros para o campus de Gualtar ..	39
Figura 33 - exemplo do ficheiro Json do horário dos autocarros para o campus de Azurém ..	39
Figura 34 - Exemplo do ficheiro Json da ementa da Cantina.....	39
Figura 35 - Exemplo do ficheiro Json da ementa da Rampa B	39
Figura 36 - exemplo do ficheiro Json da ementa vegetariana da cantina.....	40
Figura 37 - Diagrama de transmissão de dados.....	40
Figura 38 - Percurso do participante	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela das tarefas de interação para ecrãs públicos. Adaptado de (Cardoso & José, 2014).....	7
Tabela 2 - Sinergias entre os dispositivos moveis e ecrãs públicos, adaptado de (Dix & Sas, 2010).....	9
Tabela 3 - Tarefas a realizar nos vários espaços	43
Tabela 4 - Tabela dos participantes da avaliação	45

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

PACD – *passive engagement, active engagement, and discovery*

ROM – *Read-only memory*

URL – *Uniform Resource Locator*

WEB – *World Wide Web*

HTML – *HyperText Markup Language*

CSS – *Cascading Style Sheets*

JSON – *JavaScript Object Notation*

HTTP – *Hypertext transfer protocol*

DOM – *Document Object Model*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado uma contextualização do projeto a ser desenvolvido, dando uma breve introdução, os principais objetivos assim como a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento e motivação

Existem poucas maneiras práticas de apresentar informação situada virtualmente em espaços públicos. Os ecrãs públicos é um exemplo de uma destas maneiras não praticas. Estes embora sejam cada vez mais comuns no dia a dia das pessoas, são também cada vez mais “invisíveis”. Com o aparecimento dos dispositivos móveis, a experiência de interação tornou-se cada vez menos estimulante. Numa era em que toda a gente possui um dispositivo móvel, a interação com estes ecrãs são uma experiência pouco estimulante se for comparada com a interação que é realizada todos os dias nos dispositivos móveis pessoais.

Assim, através de pontos de ativação, como por exemplo um *QRCode*, é possível utilizar um telemóvel pessoal como uma forma de interação com vários ecrãs virtuais, pondo de parte a utilização de ecrã públicos. Estes pontos de ativação precisam de ser intuitivos e fáceis de usar, e com tecnologias que toda a gente possua.

Os dispositivos móveis pessoais têm um potencial enorme para este tipo interação, são pessoais, possuem um vasto leque de interações ricas em conteúdo, são personalizáveis e andam sempre com a pessoa. A comunicação entre os dispositivos móveis e os ecrãs virtuais torna a experiência de interação muito mais rica, fornecendo novas técnicas e um conteúdo muito mais apelativo.

A comunicação de um espaço físico com a sua contraparte virtual através dos dispositivos móveis é muito interessante, mas, tem várias barreiras que torna desafiante a sua utilização. A instalação de uma aplicação nativa é uma das barreiras encontradas, existe diversas motivações para a não instalação da mesma, como por exemplo, falta de memória ROM no dispositivo ou mesmo o tamanho da aplicação ser demasiado elevado para o download da mesma. Uma outra barreira é a necessidade de passos prévios como a criação de conta.

Existe oportunidade para poder generalizar a interação se for desenvolvido uma abordagem sem barreiras. Tecnologias que todos tenham, com a possibilidade de uma interação

espontânea e oportunista. Tecnologias sem passos prévios, é um exemplo de uma destas abordagens.

1.2 Objetivos

Este projeto tem como principal objetivo a iniciação do estudo sobre a interação com ecrãs virtuais para a apresentação de informação situada em espaços públicos.

Porém, é possível dividir este objetivo principal em vários objetivos de dimensão mais pequena, esses objetivos são os seguintes:

- Identificar e analisar vários tipos de contextos de interação em espaços públicos;
- Avaliar diferentes pontos de ativação na perspetiva de serem barreiras fáceis de ultrapassar;
- Desenvolver uma aplicação web móvel com o propósito de interagir com ecrãs virtuais;
- Identificar e avaliar diferentes formas de interação e a sua capacidade de superar as barreiras de interação.

1.3 Estrutura do Documento

Este documento encontra-se dividido em oito capítulos:

1. **Introdução** – Este capítulo pretende introduzir o tema do projeto, apresentando uma breve introdução do mesmo, os seus principais objetivos assim como a estrutura do documento;
2. **Estado de Arte** – Este capítulo irá introduzir o estado da arte de todos os temas e áreas relacionadas com este projeto;
3. **Estudo de observação** – Neste capítulo é analisado o estudo de observação realizado para identificar pontos de ativação, assim como vários contextos de interação entre espaços físicos e os respetivos espaços virtuais;
4. **Especificações do sistema** -Neste capítulo é apresentado as especificações do sistema desenvolvido. Aqui é encontrado os requisitos do sistema, assim como alguns esboços da aplicação a desenvolver;
5. **Desenvolvimento da aplicação** – Neste capítulo é explicado o processo de desenvolvimento da aplicação;
6. **Avaliação** – Neste capítulo é explicado o processo da realização da avaliação da aplicação realizada. Aqui é encontrado uma explicação da assim como os resultados obtidos da mesma;
7. **Considerações Finais** - Neste capítulo é apresentado uma conclusão sobre o trabalho realizado neste projeto, assim como o trabalho futuro a realizar no mesmo;

2. ESTADO DE ARTE

Para o desenvolvimento deste projeto de dissertação foi necessário efetuar um levantamento do estado da arte, que consistiu na recolha de informação através de pesquisas bibliográficas. Este processo deveu-se a necessidade de compreender o ambiente de interação com ecrãs virtuais em espaços públicos, assim como é que a sua comunicação é feita.

Foi então, efetuada uma pesquisa de artigos, jornais, dissertações, entre outros. Para tal, foram utilizadas plataformas como:

- Google Scholar (<https://scholar.google.pt>);
- Repositorium da UM (<https://repositorium.sdum.uminho.pt>);
- ACM Digital Library (<https://dl.acm.org/>).

As palavras chaves utilizadas, nestas plataformas, para a recolha dos artigos foram: “*public display*”, “*interaction with public displays*”, “*Mobile devices*” entre outros.

Foi também, fornecido por parte do orientador, acesso a um grupo da ferramenta *Mendeley* denominado de “public display - UMinho” onde continha vários artigos sobre o tema em estudo.

Após a recolha e leitura das várias literaturas, foi necessária uma seleção qualitativa, utilizando a ferramenta *Mendeley* para o armazenamento dessa seleção. Os critérios de seleção são os seguintes:

- Reconhecimento do autor, na área de estudo (quantidade de citações);
- Ano do artigo;
- Explicação clara do conceito a investigar;
- Estruturação e apresentação do documento.

2.1 Técnicas de Interação em espaços públicos

Nesta secção são analisados vários artigos que pretendem estudar várias técnicas de interação em espaços públicos. Sendo que a interação é um fator chave no sucesso de um ecrã virtual, existem diversos artigos que tentam apresentar a melhor maneira de interagir com os mesmos.

A interação com ecrãs virtuais pode ser caracterizada em *overt interaction* e em *covert interaction*. Na *overt interaction* é explícito quem interage com o ecrã, como interage e ainda que modificações estão a ser feitas no conteúdo apresentado no ecrã. Já na *covert interaction*, o utilizador que se encontra a interagir com o ecrã (conhecido como ator) não é completamente visível para os outros espectadores ou observador (Kaviani, Finke, Fels, Lea, & Wang, 2009).

A interação *overt* produz vários efeitos nos utilizadores e nos espectadores no ambiente de interações publicas. Um desses efeitos é conhecido como *honey pot effect*. É um efeito que afeta os indivíduos que se encontram no espaço público e que faz com que os mesmos sejam afetados pela mera presença ou pelas atividades de outros, independentemente de qualquer competição, recompensa ou punição (Beyer, Binder, Jäger, & Butz, 2014). É tipicamente observado quando os passageiros (*passers-by*) se aproximam de um sistema e consideram envolver-se depois de observar outras pessoas a interagir com o mesmo sistema (Wouters et al., 2016). Um outro efeito é conhecido como *mirroring effect*. Neste efeito, o utilizador apercebesse que o seu corpo está a ser refletido no ecrã o que faz com que a motivação para interagir aumente drasticamente (Hall & Hall, 2016).

A interação com ecrãs virtuais em espaços públicos pode ser usada para enriquecer a estimulação das necessidades humanas num espaço publico (Memarovic et al., 2012). Segundo Carr, Francis, Rivlin, & Stone (1992) existem cinco necessidades (conforto, pertencer a um ambiente calmo, envolvimento passivo, envolvimento ativo e descoberta) que o ser humano tem quando envolvido num espaço publico. O conforto diz respeito as necessidades básicas do ser humano (comer, beber, etc.). Pertencer a um ambiente calmo é a necessidade de o humano colocar o seu corpo e mente em um estado de calma. O envolvimento passivo é parecido com a necessidade de pertencer a um ambiente calmo, mas este estado de espírito é conseguido através da observação do que as outras pessoas fazem. No envolvimento ativo as pessoas sentem a necessidade de encontrar desafios (intelectuais ou físico) no espaço em que estão inseridos. A descoberta diz respeito a necessidade de uma pessoa encontrar novas formas de estimulação (Memarovic et al., 2012).

2.1.1. Interação com Ecrãs Públicos

Embora a utilização de ecrãs públicos não seja um dos objetivos deste projeto, a interação com os mesmos é uma parte chave na interação em espaços públicos. Por isso, é importante analisar e estudar o trabalho já realizado nesta área.

Do lado do utilizador, o ambiente de ecrãs públicos é muito diferente do ambiente de computadores pessoais, geralmente neste ambiente um utilizador utiliza o computador num escritório e por um tempo prolongado, enquanto que os ecrãs públicos são muito mais oportunistas (Michelis & Müller, 2011).

Usando como referencia o ‘ecossistema de displays’ explorado por Terrenghi, Quigley, & Dix (2009), Cardoso & José (2014) descrevem um ambiente de ecrãs públicos como um ecossistema de tamanho elevado, composto por ecrãs de vários tamanhos e que várias pessoas podem interagir com o mesmo ecrã simultaneamente. Os autores dizem ainda que os displays de hoje em dia são desenvolvidos para operar numa rede isolada, com o seu próprio conjunto de tecnologias.

O ambiente de ecrãs públicos pode ainda ser dividido em ecrãs não interativos e ecrãs interativos (Vogel & Balakrishnan, 2004). Os ecrãs públicos não interativos normalmente são usados para fornecer informações ao publico enquanto que os ecrãs públicos interativos podem ser customizados tendo como alvo um grupo de pessoas ou uma interação individual (Kaviani et al., 2009).

Por vezes é muito complicado atrair as pessoas a interagir com ecrãs públicos, Brignull & Rogers (2003) afirmam que a vergonha social é um dos fatores chave para que esta barreira aconteça. Muitas das vezes as pessoas não estão cientes das capacidades de interação que o ecrã público apresenta, o que representa um desafio para a motivação da interação com o ecrã (Müller, Walter, Bailly, Nischt, & Alt, 2012). Um outro desafio que existe na interação de ecrãs públicos diz respeito à ‘propriedade’ do utilizador, pois, estes não sentem que o ecrã publico é deles, o que não acontece na interação tradicional em ambientes de desktop (Kaviani et al., 2009). Na interação tradicional em ambientes de desktop o foco é numa única pessoa, enquanto que na interação com ecrãs públicos o foco é um grande e diverso grupo de pessoas, ‘competindo’ pelo mesmo ecrã (Dix & Sas, 2008). Isto representa o que Dix & Sas (2008) chamam de conflito de conteúdo. Este conflito pode ser dividido em três tipos, o conflito entre os conteúdos apresentados, o conflito entre vários utilizadores enquanto esperam que o

conteúdo seja apresentado e o conflito entre apresentar um conteúdo pessoal e manter o fluxo contratável de conteúdos alheios.

Segundo Cardoso & José (2014), a interação com aplicações em ecrãs públicos é feita através de várias tarefas. Para melhor entender essas tarefas, os autores organizaram uma lista de várias tarefas de interação, em que as caracterizam pela informação partilhada, as propriedades respectivas de cada tarefa e os tipos de valores apresentados (tabela 1).

Tabela 1 - Tabela das tarefas de interação para ecrãs públicos. Adaptado de (Cardoso & José, 2014).

Tarefa	Propriedades	Valor
Seleção	Tipo de seleção	[Ação; Opção]
Introdução de dados	Restrições	[Sem restrições; Com restrições]
Upload	Tipos de meios de comunicação	[Texto; Imagens; Vídeos; Áudio, etc.]
	Localização dos meios de comunicação	[Dispositivo pessoal; Localização pública]
Download	Tipos de meios de comunicação	[Texto; Imagens; Vídeos; Áudio; etc.]
	Localização dos meios de comunicação	[ecrã publico; Localização pública]
	Dispositivo alvo	[Smartphone; Email; Impressora]
	Pessoa alvo	[O próprio; Outras pessoas]
Sinal de presença	Divulgação da localização	[Automático; Manual]
	Verificação do local	[Verificado; Não verificado]
Manipulação dinâmica	Tipo de manipulação	[Cursor; Joystick; Teclado]

A tarefa de seleção permite ao utilizador efetuar ações ou selecionar uma opção nas aplicações, estas mesmas aplicações necessitam de especificar as ações e as opções ao utilizador. A tarefa de introdução de dados permite ao utilizador, como o nome sugere, introduzir dados (texto ou numéricos) no ecrã publico, as aplicações deverão especificar que tipos de dados o utilizador deve inserir. A tarefa de upload permite as aplicações receberem ficheiros de media do utilizador, estas aplicações devem especificar que tipo de ficheiros devem

receber, assim como o tamanho máximo do ficheiro. A tarefa de download permite ao utilizador receber um item da aplicação e armazená-lo no seu dispositivo pessoal. O sinal de presença permite à aplicação receber notificações sobre eventos relacionados com a presença de utilizadores nas proximidades. A tarefa de manipulação dinâmica corresponde as interações interativas onde o utilizador manipula objetos gráficos na interface das aplicações (Cardoso & José, 2014).

Para melhor perceber o papel que os ecrãs públicos têm na estimulação das necessidades de envolvimento passivo, envolvimento ativo e descoberta, Memarovic et al., (2012) criaram um modelo (*PACD model*). Os autores criaram este modelo com o auxílio de uma aplicação chamada *FunSquare*. *FunSquare* é uma “aplicação para um ecrã público que cria conteúdo Auto generativo” (Memarovic et al., 2012). Através deste conteúdo são criados ‘*fun facts*’ (figura 1) interessantes e provocativos e que fornece um desafio intelectual do espaço em que o utilizador está envolvido.



Figura 1 - Exemplo de um 'fun fact'. Retirado de (Memarovic et al., 2012)

Assim, depois de analisado os resultados das observações das interações feitas os autores chegaram a várias conclusões sobre as três necessidades estudadas.

No envolvimento passivo existiam três tipos de envolvimento. Algumas pessoas leram um único facto e saíram de perto do ecrã imediatamente, outras leram os factos enquanto estavam envolvidas em alguma atividade como, falar ao telemóvel, enquanto que algumas pessoas se sentiam mais confortáveis a ler os factos à distância. Em alguns casos as pessoas interagiam diretamente com o ecrã lendo dois ou mais factos, em alguns casos as pessoas começaram a interagir com o ecrã depois de lerem alguns factos. Algumas das pessoas que interagiram diretamente com o ecrã, ficaram interessadas em descobrir mais sobre a aplicação,

dentro deste grupo de pessoas, foram identificados dois tipos de informação que as pessoas estavam interessadas em descobrir (Memarovic et al., 2012). :

- O conteúdo;
- As informações da aplicação.

2.1.2. Interação combinada com telemóveis em ecrãs públicos

Como dispositivos pessoais, os telemóveis fornecem um complemento interessante para o espaço público e para a partilha de ecrã públicos, estes dispositivos permitem que as pessoas consigam interagir com qualquer display que encontrem no seu dia a dia (José, Cardoso, Alt, Clinch, & Davies, 2013). Estes dispositivos fornecem características que os separam dos outros métodos de interação com ecrãs públicos. Os dispositivos móveis são completamente pessoais e geralmente guardam a informação pessoal do utilizador, o que traz um maior nível de privacidade na interação (Kaviani et al., 2009).

Segundo o estudo de Rukzio, Schmidt, & Hussmann (2004), existem três passos para a interação entre dispositivo móvel e ecrã publico (associação, usar os serviços fornecidos e fechar a ligação). No primeiro passo, temos várias técnicas para que a associação seja realizada, como por exemplo a inserção manual de um URL específico no browser do dispositivo móvel ou a leitura de um *QRCode*. No segundo passo o utilizador, como o nome sugere, utiliza os serviços fornecidos pela associação feita. No último passo, o utilizador acaba com a ligação. Existe várias maneiras de realizar este passo, como por exemplo, um simples comando de “sair”. Os autores também identificam duas vantagens em relação à utilização de dispositivos móveis para interagir com ecrãs públicos. Um ecrã publico possuiu limitação no local onde pode ser instalado, é necessário encontrar um sítio onde seja fisicamente possível acedê-lo, mas, com os dispositivos móveis esta limitação desaparece. A outra vantagem diz respeito à personalização dos telemóveis, estes permitem reter informação que de outra maneria seria impossível.

Os dispositivos móveis e os ecrãs públicos tem um número de propriedades complementares que estimulam potenciais sinergias (tabela 2) (Dix & Sas, 2010).

Tabela 2 - Sinergias entre os dispositivos moveis e ecrãs públicos, adaptado de (Dix & Sas, 2010)

Dispositivos Pessoais	Ecrãs públicos
Tamanho reduzido	Frequentemente grande
Visualização privada	Visualização publica

Os dispositivos móveis geralmente possuem pequenos ecrãs o que faz com que sejam apropriados para uma visualização privada, mas inapropriados para a partilha com os outros, enquanto que os ecrãs públicos como possuem um grande ecrã, são apropriados para a partilha, mas inapropriado para uma visualização privada (Dix & Sas, 2010).

2.2.2.1. Modelos para interação combinada entre dispositivos móveis e ecrãs públicos

De seguida é apresentada uma análise de vários modelos, que ajudam na criação e implementação de um ambiente de interação entre ecrãs públicos e dispositivos móveis.

Weißker et al. (2016) desenvolveram o modelo *Massive Moblie Multiuser* (M^3). O M^3 é uma plataforma de softwares que permite uma interação partilhada entre vários dispositivos móveis e vários ecrãs públicos sem ser necessário a instalação de uma aplicação própria. A arquitetura do modelo M^3 consiste em três módulos (*frontend*, *backend* e aplicação) (Weißker et al., 2016). De seguida, é ilustrada a arquitetura do M^3 (figura 2), assim como, uma breve explicação dos três módulos apresentados.

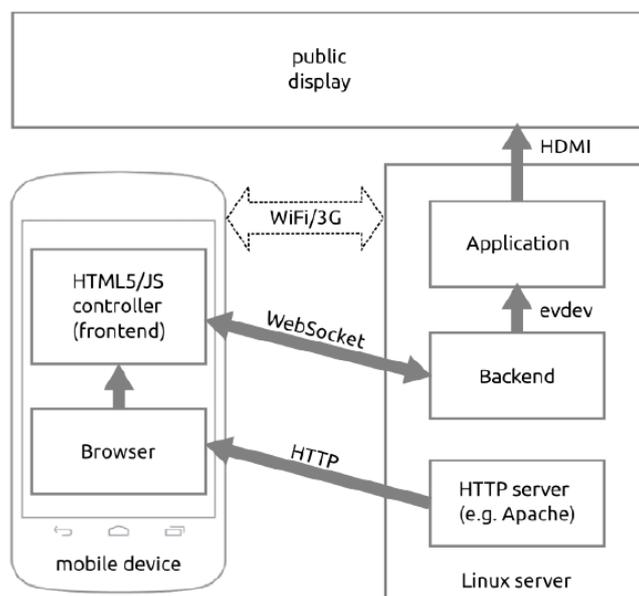


Figura 2 - Arquitetura do framework Massive Moblie Multiuser. Retirado de (Weißker et al., 2016)

Quando o utilizador se liga, via wireless, ao servidor, é lhe apresentada a possibilidade de abrir um URL específico no navegador, e assim, é apresentado o módulo *frontend* do modelo. Este módulo estabelece uma ligação com o *backend*, através de um *WebSocket*. Para que o servidor receba a informação correta do utilizador o *frontend* apresenta uma interface de introdução de dados em HTML5 e *JavaScript*. O módulo do *Backend* corre no servidor e fica à

escuta de pedidos de ligação de *WebSockets*, e cada mensagem enviada pelo cliente é interpretada e o evento correspondente é acionado no display. O módulo da aplicação corre no servidor e espera por novos dispositivos, e para cada dispositivo mapeia os eventos que estão para chegar (Weißker et al., 2016).

Foi criado por Kaviani et al. (2009) um modelo com varias estratégias para reduzir alguns conflitos que existem devido ao espaço limitado dos ecrãs públicos. Foram identificados dois conflitos existentes na interação combinada de ecrãs públicos e dispositivos móveis (conflito de espaço e conflito de ritmo). A primeira estratégia é chamada de “interações localizadas”, e tem como principal objetivo reduzir o conflito de espaço. Este conflito é reduzido realizando por completo a interação no dispositivo móvel, e só os novos estados do sistema serão mostrados no ecrã publico. A segunda estratégia é chamada de “estado do sistema distribuído”, e é sugerido que apenas seja revelado no ecrã publico uma parte genérica da informação e que essa mesma informação seja apresentada mais detalhadamente no dispositivo móvel. A terceira estratégia é designada por “Fornecer o foco do ecrã”, se tanto o ecrã publico como o dispositivo móvel apresentarem aplicações de interação, o utilizador necessita de saber se essas mesmas aplicações estão ativas ou não. Assim é sugerido que seja apresentado pistas visuais para perceber o estado atual das aplicações. A quarta e última estratégia é designada por “sumário de causa”, e tem como principal objetivo reduzir o conflito de ritmo. É sugerido que se forneça pistas visuais no ecrã publico da ação que provoca mudança de contexto (Kaviani et al., 2009).

Dix & Sas (2010) criaram um modelo para perceber como é que os dispositivos móveis pessoais podem ser usados em conjunto com os ecrãs públicos. Este modelo cobre várias dimensões relacionadas com o dispositivo móvel, o ecrã publico, as suas interações e o seu contexto social e espacial onde a interação ocorre. Os autores identificaram seis dimensões diferentes. A primeira dimensão está relacionada com os ecrãs públicos e é apresentado o tamanho físico dos mesmo. Na segunda dimensão os autores apresentam vários usos e propósitos para o dispositivo móvel, como por exemplo, armazenamentos de dados pessoais, identificação dos dados e seleção de dados. Na terceira dimensão é proposto a definição de interação entre múltiplos dispositivos, onde, os autores propõem que para haver interação entre dispositivos múltiplos é necessário que exista uma forma de intercomunicação entre os mesmos. A quarta dimensão esta relacionada com os dispositivos móveis, e é apresentado os espaços em que estes dispositivos operam. Na quinta dimensão os autores apresentam os vários locais onde o ecrã publico pode ser colocado. O espaço pode ser totalmente publico, semipúblico ou

semiprivado. A sexta e última dimensão apresentada está relacionada com os utilizadores e são apresentadas várias categorias de utilizadores.

Hardy & Rukzio (2008), desenvolveram uma técnica de interação chamada *Touch & Interact*. Esta técnica permite que o dispositivo móvel “toque” no ecrã publico, em qualquer posição, para proceder a seleções no ecrã. Esta técnica pode ser usada em conjunto com vários ecrãs, como por exemplo ecrã públicos e é comparável com um ecrã tátil, mas o dispositivo móvel substitui os dedos durante a interação. Na figura 3 é apresentado um exemplo de uma forma de interação com um botão apresentado no ecrã publico. Durante a interação os 2 dispositivos (dispositivo móvel e ecrã publico) fornecem o feedback correspondente.

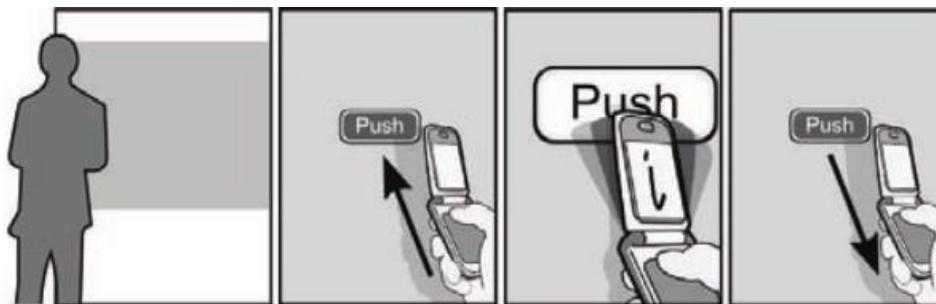


Figura 3 - Sequência de interação de um botão usando o Touch & interact. Retirado de (Hardy & Rukzio, 2008)

Na figura 4 é apresentado mais um exemplo. Neste o utilizador interage com uma imagem apresentada no ecrã publico “tocando” com o dispositivo móvel na mesma e como resposta a imagem é transferida do ecrã para o dispositivo móvel (Hardy & Rukzio, 2008).



Figura 4 - Mais um exemplo da utilização do Touch & Interact. Retirado de (Hardy & Rukzio, 2008)

Na figura 5 é apresentado o inverso do último exemplo. Neste caso o utilizador transfere um objeto (neste caso uma imagem) do dispositivo móvel para o ecrã publico (Hardy & Rukzio, 2008).

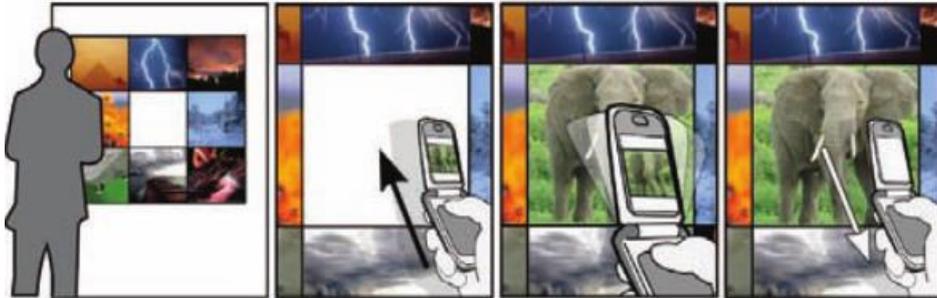


Figura 5 - Outro exemplo da utilização do Touch & Interact. Retirado de (Hardy & Rukzio, 2008)

A maior vantagem associada ao *Touch & Interact*, comparando com as técnicas convencionais dos ecrãs públicos, é que os dispositivos móveis podem apresentar informações adicionais e potencialmente privadas, e usando esta técnica as informações sensíveis como as passwords do utilizador podem ser apresentadas no dispositivo móvel e não no ecrã publico.

2.2 Modelação do processo de interação

Para melhor perceber a interação em espaços públicos é necessário modelar os processos da mesma. É comum encontrar o processo de interação descrito como um número de passos, que começa com a fase em que o utilizador ignora o objeto interativo e acaba em uma interação personalizada (Michelis & Müller, 2011). De seguida, é apresentado uma análise de vários modelos de interação.

2.2.1. O funil de audiência

O funil de audiência é um modelo desenvolvido por Michelis & Müller (2011) com o objetivo de estudar a interação das pessoas com um ecrã público, e inclui seis fases distintas (passar, olhar e reagir, interação subtil, interação direta, interação múltipla e ação de acompanhamento), onde só uma percentagem da audiência pode ser mantida. As fases estão representadas na figura 6.

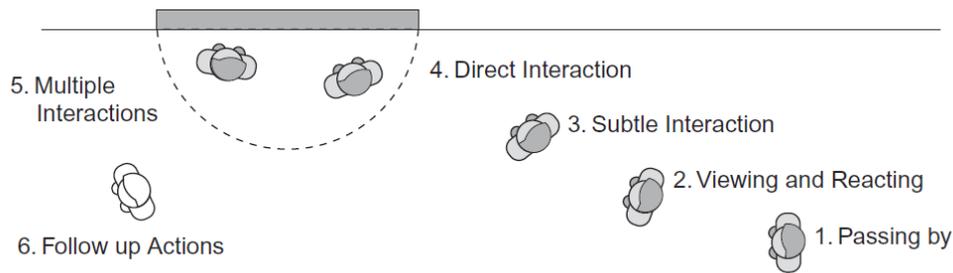


Figura 6 - Funil de audiência. Retirado de (Michelis & Müller, 2011).

De seguida, é apresentada uma breve análise das seis fases do funil de audiência (Michelis & Müller, 2011).

1. Nesta fase é apresentado o conceito de *'passer-by'*, este é alguém que se apresente nas proximidades do ecrã publico;
2. No momento em que o passageiro reage ao ecrã publico, nem que seja só um sorriso, este pode passar a ser considerado como um espectador;
3. No momento em que o espectador mostra intenção de interagir com o ecrã publico, pode passar a ser chamado de utilizador subtil.
4. Depois de realizadas algumas interações subtis, o utilizador, geralmente, posiciona-se no centro do ecrã publico. Estes utilizadores são designados de utilizadores diretos.
5. Depois de uma interação direta os utilizadores que passam a interagir com diferentes ecrãs públicos são designados por um utilizador múltiplo.
6. Depois destas várias interações existem vários utilizadores que realizam ações de acompanhamento, como por exemplo, tirar fotos com os amigos.

2.2.2. Modelo de Vogel & Balakrishnan (2004)

Foi desenvolvido por Vogel & Balakrishnan (2004) um modelo da interação em ecrãs públicos. Este abrange interações feitas de perto e de longe, e é composta por 4 fases (ambiente de displays, interação implícita, interação subtil e interação pessoal) com transições fluidas entre elas. Na figura 7 encontram-se representadas as 4 fases deste framework.

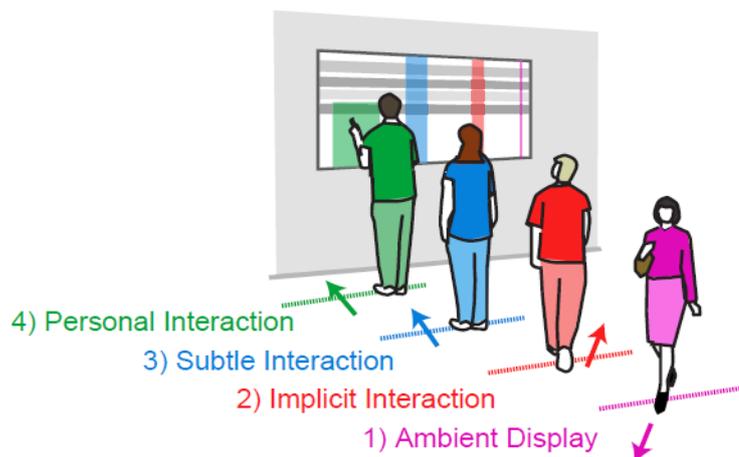


Figura 7 - FrameWork de Vogel & Balakrishnan. Retirado de (Vogel & Balakrishnan, 2004).

De seguida, é apresentado um sumário das quatro fases deste modelo (Vogel & Balakrishnan, 2004).

1. O ambiente de displays forma um contexto central ligando todas as interações subsequentes. O utilizador deve perceber o ambiente com um pequeno olhar.
2. O sistema, nesta fase, deve reconhecer a posição e orientação do utilizador e usar essa informação e perceber se o utilizador está disposto a receber informação ou não.
3. Quando o utilizador se aproxima do ecrã público, e realiza uma interação implícita, o sistema deve passar para fase de interação implícita. Nesta fase a informação deve ser apresentada com mais detalhe.
4. Na última fase o utilizador deve selecionar um item do ecrã, surgindo novas informações, incluindo informações pessoais sobre o utilizador.

2.2.3. Modelo de Brignull & Rogers

Brignull & Rogers (2003) criaram um display de projeção, com um laptop colocado numa mesa nas proximidades, onde, as pessoas podiam escrever um comentário sobre o tópico a ser abordado. Os testes foram realizados em 2 festas, onde os utilizadores foram filmados. Depois de analisado os resultados dos testes, os autores, dividiram o processo de interações em três fases distintas (atividades de contextualização periférica, atividades de contextualização de foco e atividades de interação direta). Para os autores a transição entre estas atividades representa um fator chave para o sucesso de qualquer display.

2.3 Ligação entre objetos físicos e virtuais

A ideia de uma ligação sistemática entre entidades do mundo real e do seu mundo virtual tem sido explorada por várias perspetivas.

As principais ideias de uma “presença Web” para os autores do artigo “*people, places and things*” foram propostas como parte de um projeto chamado “*Cooltown*”. Este trabalho é focado em como estender as tecnologias web para criar uma ponte virtual entre entidades físicas (incluindo utilizadores) e serviços tecnológicos. Para os autores a web é o modelo mais apropriado para este tipo de infraestrutura e descreve uma arquitetura para desenvolver este tipo de tecnologias na web. Esta arquitetura foi criada com o propósito de dar suporte ao processo de registo, de descoberta física e a interação do utilizador (Kindberg et al., 2001).

O projeto ‘*phi-square*’ pretende explorar também a ligação entre os espaços físicos e a sua representação virtual. Neste projeto os autores utilizam geradores de código de barras e scanners para suportar os pontos de ativação que ligam o utilizador aos serviços virtuais. Para os autores a experiência dos utilizadores com estes pontos de ativação pode ser afetada pela informação que a localização fornece, o que pode significar que o utilizador demore mais tempo a perceber estes mesmo pontos, e também a lista dos mesmos aumenta com a densidade de possíveis pontos de ativação de um local (Büttner, Cramer, Rost, Belloni, & Holmquist, 2010).

Hosio, Kukka, & Rieki, (2010) propõem a plataforma *Social surroundings (SocS)* como uma aplicação que permite as pessoas ver uma pequena parte dos perfis sociais de outras pessoas que ocupem o mesmo espaço público. O objetivo dos autores é encorajar e facilitar as conversações e a interação social entre as pessoas. Neste caso, o espaço serve como mediador entre o contexto virtual a comunicação (Hosio et al., 2010).

2.4 Pontos de ativação

Os pontos de ativação entre um espaço físico e a sua contraparte virtual tem-se tornado cada vez mais comum em plataformas baseadas em proximidade. O termo tem-se tornado popular principalmente por a plataforma *Foursquare*. Esta plataforma é associada à ideia de partilha de localização (foursquare, 2018). Esta plataforma veio facilitar a compreensão dos pontos de ativação e as suas práticas.

Rallapalli, Dong, Lee, Chen, & Qiu, (2013), usaram dados sobre pontos de ativação em duas grandes plataformas baseadas em proximidade (*Foursquare* e *Gowalla*) e criaram um modelo de previsão sobre a mobilidade dos utilizadores destas aplicações. Os autores utilizaram os dados da mobilidade individual de um utilizador e, com estes dados identificaram os principais fatores que afetam a utilização de pontos de ativação assim como apresentaram a melhor maneira de prever essa mesma utilização. Os autores sugerem que esta previsão pode gerar benefícios significativos para a pré-busca de conteúdos.

Cramer, Rost, & Holmquist, (2011) estudam os usos performativos e as práticas sociais em torno da partilha de localização nos pontos de ativação do *Foursquare*. Os autores identificaram as emergentes, mas às vezes conflituosas, práticas de decisão de utilizar os pontos de ativação ou não. Os autores realizaram entrevistas semiestruturadas e um questionário online para perceber as motivações que levavam os utilizadores a utilizar os pontos de ativação. Com este método chegaram à conclusão que a utilização destes pontos não é sempre motivada pelo desejo de “realizar algo” ou de se autoapresentar (Cramer et al., 2011).

2.5 Tecnologias de desenvolvimento Web

Nesta secção é estudado as tecnologias de desenvolvimento web relevantes para a realização deste projeto.

O HTML5 é a versão mais recente do HTML (*Hypertext Markup Language*) e é a linguagem de marcação padrão para a criação de páginas web. O HTML descreve a estrutura de uma página web através de ‘*markups*’ e cada elemento do HTML é representado por *tags*. O explorador utiliza estas *tags* para apresentar o conteúdo da página web (W3C Working Group, "HTML Introduction"). De seguida podemos ver um exemplo de um documento básico de HTML (figura 8).

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>Page Title</title>
  </head>
  <body>

    <h1>My First Heading</h1>
    <p>My first paragraph.</p>

  </body>
</html>
```

Figura 8 - Documento básico em HTML. Retirado de (W3C Working Group, "HTML Introduction")

CSS significa ‘*Cascading Style Sheets*’. O CSS descreve como os elementos do HTML devem ser apresentados na página web. Através do CSS é possível modificar o visual da página, como por exemplo, o tamanho ou estilo da fonte, assim como a posição dos elementos HTML utilizados (W3C Working Group, "CC Introduction").

O *JavaScript* é uma linguagem de programação orientada a objetos com várias semelhanças com outras linguagens como o C, C++ e java. Esta linguagem é utilizado na maioria das vezes em exploradores web, e neste contexto, o principal propósito é criar *scripts* que interajam com o utilizador, que controlem o explorador e alterem o conteúdo do documento que é apresentado da janela do explorador (Flanagan, 2011).

JSON (*JavaScript Object Notation*) é uma formatação leve de troca de dados. Esta formatação é utilizada, pois, para os humanos é fácil de ler e escrever, e para as máquinas é fácil de interpretar e gerar. O JSON é constituído por duas estruturas: Uma coleção de pares nome/valor; E uma lista ordenada de valores, conhecida em maioria das linguagens de programação como *array* (JSON, "Introducing JSON").

HTTP (Hypertext transfer protocol) é um protocolo ao nível da aplicação que é usado com o objetivo de trocar dados entre o explorador web e o servidor. Na figura 9 está representado um diagrama de como são feitos os pedidos e as respostas neste protocolo.

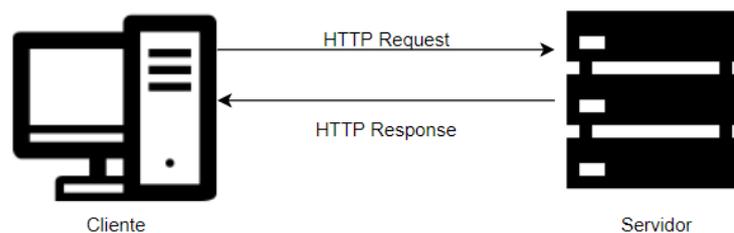


Figura 9 - Troca de dados no protocolo HTTP

Neste protocolo, o cliente envia pedidos, conhecidos como *HTTP Requests*, para o servidor, onde este responde, *HTTP Response*, com os dados pedidos pelo servidor (W3C, 2004).

3. ESTUDO DE OBSERVAÇÃO

Como um primeiro passo na investigação, foi conduzido um estudo de observação de potenciais pontos de ativação para contextos físico-virtuais. A observação é um método discreto de recolha de dados em que os investigadores observam as pessoas, eventos ou espaços de interesse para a sua investigação. Neste estudo, a observação foi focada em recolher dados sobre as propriedades de possíveis pontos de ativação para o mapeamento físico para virtual, usando fotografias que descrevem o objeto/espço observado.

3.1 Sumário do estudo

Para a obtenção dos dados foi utilizado uma observação em espaços públicos e semipúblicos numa cidade, utilizando uma observação semiestruturada envolvendo fotos, registos de um conjunto de campos de observação pré-definidos e notas abertas consideradas relevantes para o estudo em questão. A análise dos dados foi feita através da codificação das fotos e notas. A equipa de pesquisa foi constituída por dois investigadores, discutindo sobre as notas produzidas e análise das mesmas.

3.2 Descrição do estudo de observação

Foi escolhido este método para esta fase da investigação porque é o mais adequado para capturar as implicações mais amplas dos contextos do mundo real e, através dos seus detalhes mundanos desenvolver um melhor entendimento das várias camadas que esta realidade envolve. Além disso, a observação é uma abordagem de pesquisa flexível que não impõe quadros de referência anteriores ao estudo, evitando assim tentativas prematuras de impor teorias e conceitos. Isso é muito importante numa fase em que queremos favorecer a descoberta aberta e a indução, em vez da validação de ideias pré-definidas.

Para melhorar a eficiência do processo de obtenção de dados e a qualidade geral dos dados finais, foi definido um modelo de observação semiestruturado com um conjunto de itens de observação que deveriam ser registadas e em que as questões estavam intimamente ligadas às nossas questões de pesquisa. Para permitir que outras constatações surgissem dos dados, as anotações de campo também incluíam quaisquer outras anotações consideradas potencialmente relevantes.

Assim, foram encontrados 30 tipos de contexto diferentes, e foram tiradas 39 fotografias. Estes contextos fazem sempre parte de um espaço físico, podendo, estes ter mais que um contexto inserido. Foram tiradas 32 fotos em espaços públicos (e.g: avenidas de Guimarães, monumentos, etc.) e 16 fotos em locais semipúblicos (e.g: Paços dos Duques de Bragança, Universidade, etc.). O estudo foi realizado ao longo de dois dias. No primeiro dia o estudo foi realizado na cidade de Guimarães em que os contextos foram encontrados à medida que os investigadores caminhavam pela cidade. No segundo dia o estudo foi realizado no campus de Azurém, usando o mesmo método do primeiro dia.

3.3 Questões de pesquisa

Este estudo foi realizado com base em várias questões de pesquisa, apresentadas de seguida:

1. Quais são os potenciais pontos de ativação?
2. Estão anexados a que?
3. A quem pertence o objeto/espaço físico, e quem controla a que links estão anexados?
4. Quais são expectativas associadas ao seu uso? Como é que as pessoas os encontram e interagem com eles?
5. Que tipo de informação pode ser associada com os objetos e que tipo de ações podem ser mais apropriadas para o contexto em que o objeto está inserido?
6. Existe uma ponte óbvia para o conteúdo virtual, ou existe várias camadas de informação alternativas que podem ser relevantes para diferentes pessoas no mesmo espaço?

3.4 Resultados

É possível dividir os contextos encontrados em cinco grupos diferentes. De referir que os contextos não são limitados a um único grupo, existindo contextos que possuem características que os permitem fazer parte de mais que um grupo.

O primeiro grupo encontrado foi de contexto com o ponto de ativação já presente nesse mesmo contexto (figura 10), no exemplo seguinte, o contexto já possuiu um *QRCode* como ponto de ativação para a contraparte virtual. Foram encontrados três contextos que pertencem a este grupo.



Figura 10 - Contexto com um ponto de ativação já presente

Outro grupo encontrado foi de contextos concorrentes dentro do mesmo local (figura 11), isto é, num local é encontrado dois, ou mais, contextos que contem informações diferentes uns dos outros. Foram encontrados 10 contextos que pertencem a este grupo.



Figura 11 - Contextos concorrentes

O terceiro grupo encontrado diz respeito a contextos em que a ponte entre o espaço físico e o espaço virtual não é óbvia (figura 12), neste grupo, os contextos apresentam características que tornam a ponte difícil de alcançar. Foram encontrados cinco contextos inseridos neste grupo.



Figura 12 - Contextos com uma ponte não óbvia

O quarto grupo encontrado foi o de contextos irmãos (figura 13), neste grupo os contextos encontrados possuem outros contextos em locais diferentes com as mesmas características, fazendo estes pertencerem a uma infraestrutura alargada. Foram encontrados onze contextos neste grupo.



Figura 13 – Contextos irmãos

No último grupo é encontrado contextos inseridos hierarquicamente noutros contextos (figura 14), isto quer dizer que, existe locais que tenham vários contextos mais pequenos que estão inseridos num contexto maior (e.g: o contexto do Departamento de Sistemas de Informação da Universidade do Minho pertence ao contexto do Campus de Azurém que por sua vez pertence ao contexto da Universidade do Minho). Foram encontrados doze contextos neste grupo.

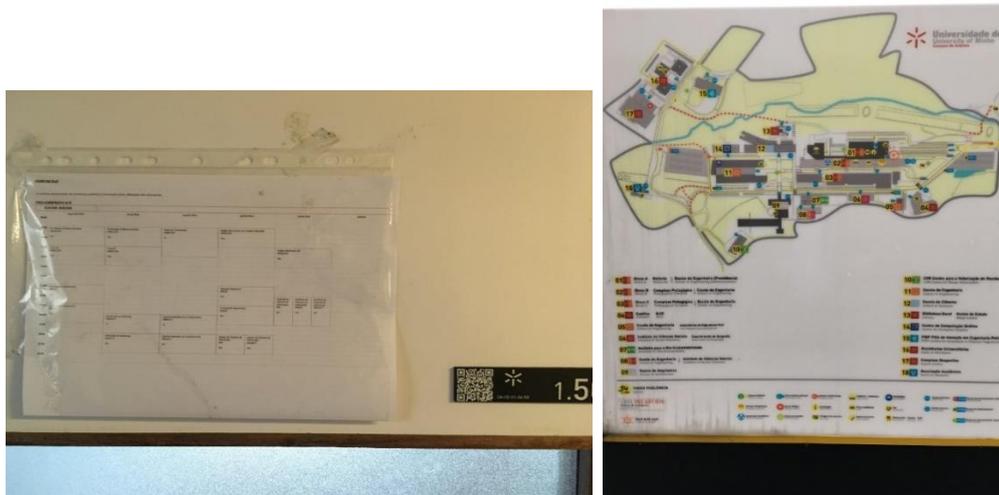


Figura 14 - Contextos inseridos hierarquicamente

Todos os contextos encontrados fazem parte de um destes grupos. Podemos também encontrar as restantes das fotos tiradas em [Anexo I](#).

3.5 Conclusão

Com a conclusão do estudo e a análise dos resultados foi possível chegar a algumas conclusões. Os espaços urbanos possuem diversos pontos de ativação e variadíssimos contextos em que é possível realizar uma ponte entre o espaço físico e o seu complemento virtual. É possível concluir também que o grupo com menos contextos inseridos é o primeiro grupo, devido à falta de pesquisa e investimento nesta área, sendo que só foi encontrado dentro dos locais da universidade do Minho contextos deste grupo. O grupo com mais contextos inseridos foi o último. Foi então possível encontrar nos locais destes contextos uma hierárquica bem estruturada que possibilita várias formas de interação.

Existem vários tipos de informação que é possível apresentar nestes contextos. A informação a apresentar virtualmente está diretamente relacionada com informação apresentada fisicamente e no geral, a informação apresentada virtualmente serve como um complemento à informação apresentada já no local. Nos contextos em que a informação já é completa ou não é sequer apresentada acontece que a ponte entre a parte física e a parte virtual é difícil de alcançar.

Por último, foi também possível concluir que o contexto universitário seria o melhor para utilizar como caso prático, pois, é neste local que foi encontrado a maior variedade de contextos. Foi possível encontrar contextos de todos os grupos assinalados, tendo, quase todos, uma ponte óbvia entre o espaço físico e o espaço virtual.

4. ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA

Antes de começar a desenvolver qualquer aplicação, é necessário analisar e criar várias especificações para que o sistema funcione da maneira pretendida. Assim, neste capítulo serão analisados os vários requisitos do sistema, os seus casos de uso e os vários esboços criados para a interface da aplicação.

4.1 Requisitos do Sistema

O objetivo do desenvolvimento da aplicação web é a visualização de vários ecrãs virtuais com informações sobre o contexto em que estão inseridos. Para isso foi necessário criar vários requisitos para que o funcionamento do sistema seja o melhor possível. Os requisitos do sistema são os seguintes:

- **Interface Intuitiva** – a aplicação web deve ter uma interface de utilizador simples e intuitiva, de modo a tornar a utilização da aplicação acessível a qualquer pessoa;
- **Lista de Conteúdos** – Cada ecrã virtual deve ter uma lista de conteúdos que contenha informações sobre o contexto em que está inserido;
- **Nome do Domínio** – Cada ecrã virtual deve ter um nome único, e que seja de fácil visualização para que o utilizador conseguia perceber em que contexto se encontra. De referir que, um domínio equivale a um ecrã virtual;
- **Procura dentro de cada domínio** – A aplicação deve permitir a procura por nome ou por código dos vários itens de um domínio;
- **Navegação entre Domínios** - Deve ser permitido a navegação entre domínios. Esta navegação deve ser intuitiva, de modo a que qualquer utilizador a conseguia realizar;
- **Página Inicial** – A aplicação deve ter uma página inicial que contenha os vários domínios;

4.2 Casos de Uso

As várias funcionalidades da aplicação nas diferentes interações com os utilizadores, são formalizadas em dois casos de uso. Estes representam os vários requisitos do sistema.

A figura 15 apresenta as possibilidades de ação da página inicial da aplicação. No caso do utilizador comum, as ações são: a visualização dos vários domínios, a pesquisa de um domínio em específico e navegação para um domínio específico.

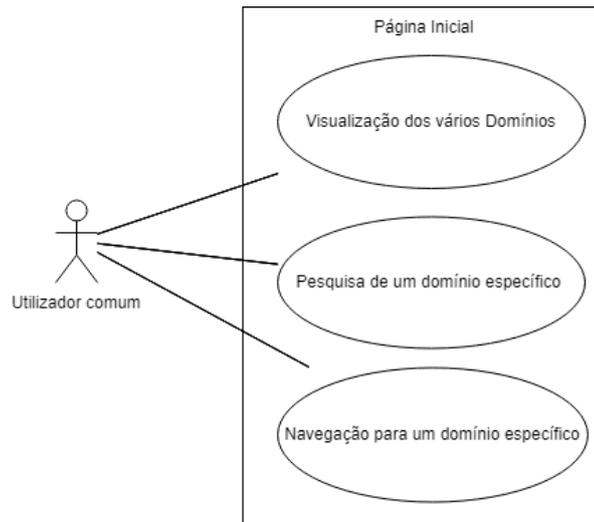


Figura 15 - Diagrama Casos de Uso Página Inicial

Após a navegação para um domínio específico, é apresentada então a página de um domínio. Aqui o utilizador comum pode realizar as seguintes ações: Visualizar os vários itens de um domínio, pesquisar um item em específico do domínio e navegar para outro domínio. Estas ações encontram-se representadas na figura 16.

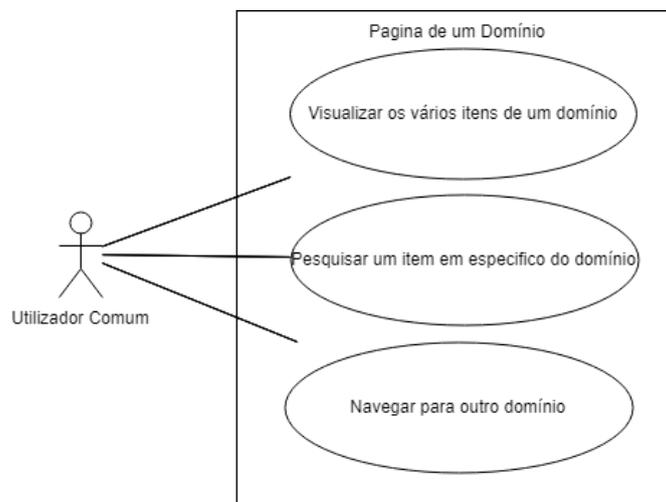


Figura 16 - Diagrama Caso de uso Página de um domínio

4.3 Conceção da Interface

A interface da aplicação web é ser constituída por uma página inicial e uma página para cada domínio existente. As páginas dos domínios podem ser acedidas através da página inicial, através da introdução do link do browser ou através de um *QrCode*. Na figura 17 podemos ver o diagrama de navegação da aplicação.

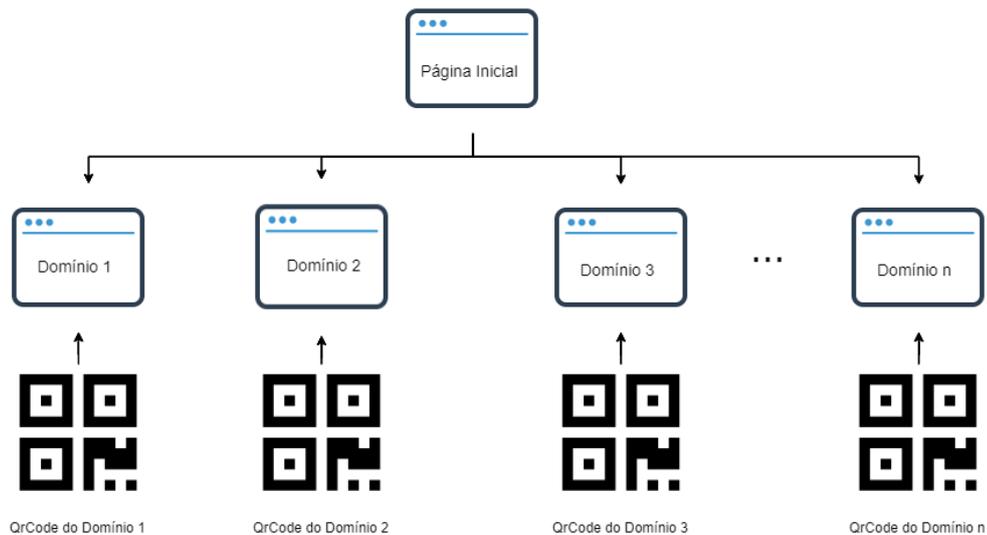


Figura 17 - Diagrama da navegação da aplicação

4.3.1. Esboços da Interface

Para perceber qual a interface mais apropriada para a aplicação, foram realizados dois esboços da mesma. Neste primeiro esboço é possível encontrar a interface da página inicial, como representado na figura 18. A seguir à figura é encontrado uma explicação do esboço.

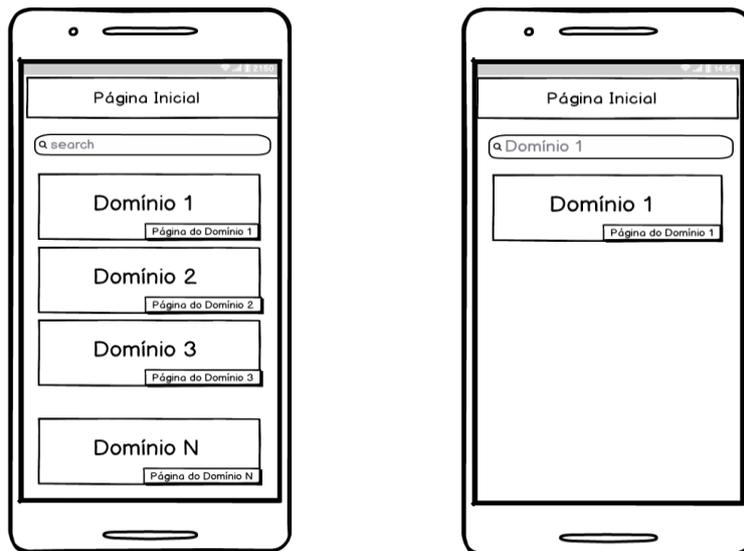


Figura 18 - esboço da página inicial

A página inicial da aplicação será constituída por um barra com o identificador do nome do domínio, uma área de texto para realizar as pesquisas de um domínio específico, assim como a lista completa de todos os domínios. Depois de realizada a pesquisa de um domínio específico a página inicial muda de forma, contendo apenas o domínio pesquisado.

Na figura 19 está representado o esboço da página de um domínio. Quando o utilizador se encontra nesta página, esta terá um design parecido com o da página inicial.

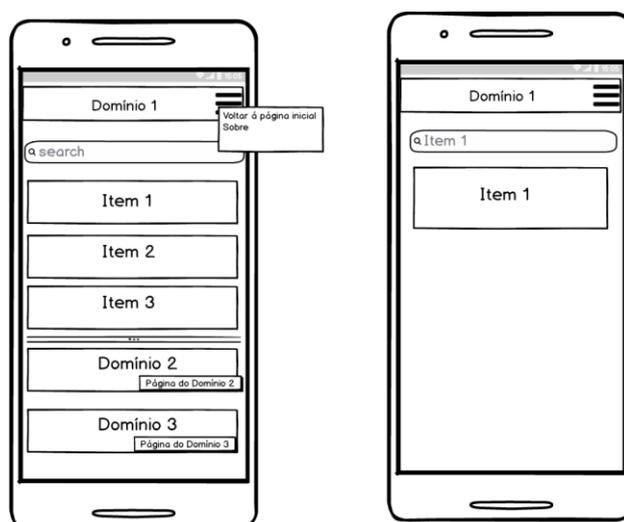


Figura 19 - Esboço da página de um domínio

Esta página possui o identificador na barra de tarefas do ecrã, assim como um menu com várias opções, como por exemplo uma secção sobre o domínio, assim como um link para regressar ou ir para a página inicial. Em baixo deste identificador, é apresentado a lista de itens desse domínio. O utilizador também tem a opção de pesquisar por um item em específico tendo uma interface, mais uma vez, parecido com o da página inicial quando é realizada a pesquisa.

5. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Neste capítulo, será explicado o processo de desenvolvimento da aplicação. É apresentado em forma sintetizada as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da mesma, uma explicação da interface da aplicação, assim como a estrutura da base de dados e do servidor.

5.1 Tecnologias a usar

Nesta secção será explicado então a *framework* escolhida para desenvolver a aplicação assim como a base de dados e o servidor.

5.1.1. Front-end Framework

A linguagem utilizada para o desenvolvimento da aplicação foi o *JavaScript*. Atualmente, existem diversas *front-end frameworks* de JavaScript, entre elas: Angular, React, Vue.js, Meteor, Ember.js, etc. Todas elas têm o objetivo comum de facilitar a construção das interfaces do utilizador, agilizando todo o processo de desenvolvimento das mesmas. Após um período de pesquisa, a *framework* escolhida para este projeto foi o Angular, na versão 6.1.2.

Antes de explicar o que é o angular, é importante perceber o que é o *TypeScript*, pois o angular é uma plataforma que utiliza o HTML e o *TypeScript* para desenvolver as aplicações de cliente. Assim, *TypeScript* é um superconjunto do *JavaScript*, adicionando tipos de anotações que são verificadas no momento da compilação. O *TypeScript* foi criado pela Microsoft e foi lançado em 2012 depois de dois anos em desenvolvimento (Lease, 2018). Assim qualquer programa de *JavaScript* também são programas de *TypeScript* válidos. Este, é utilizado num número elevado que projetos de larga escala como o *Microsoft's Azure Portal* (Wolff & Hage, 2016).

Como já foi dito o *framework* angular utiliza o *TypeScript* como forma de desenvolver as aplicações. Os blocos de construção básicos de uma aplicação angular são os *NgModules*, estes fornecem um contexto de compilação para os componentes. Os *NgModules* colecionam o código relacionado em conjuntos funcionais e uma aplicação deste tipo é definido por um conjunto de *NgModules*. Uma aplicação vai sempre ter pelo menos um módulo de raiz que permite a auto inicialização e normalmente tem muitos mais módulos de recurso (“Angular Architecture overview,” 2018).

Todas as aplicações em angular tem pelo menos um componente, a componente raiz que liga uma hierarquia de componentes ao DOM (*Document Object Model*). Cada componente define uma classe que contém os dados e a lógica da aplicação e está associado a um modelo HTML que define uma *view* a ser exibida em um ambiente de destino. O decorador `@Component()` identifica a classe imediatamente abaixo dela como um componente e fornece o modelo e os meta dados específicos desse componente (“Angular Architecture overview,” 2018). Na figura 20 está representando um exemplo de uma componente raiz do Angular.

```
import { Component } from '@angular/core';

@Component({
  selector: 'app-root',
  templateUrl: './app.component.html',
  styleUrls: ['./app.component.css']
})
export class AppComponent {

  constructor() {}

}
```

Figura 20 - Componente raiz de uma aplicação Angular

5.1.2. Base de dados e servidor

Foi utilizado o *Firebase* como base de dados assim como a hospedagem da aplicação. O *Firebase* é uma tecnologia que permite ao utilizador desenvolver uma aplicação web sem ter de realizar programação do lado do servidor, assim torna o desenvolvimento das aplicações muito mais fácil e rápido. Existem várias vantagens em utilizar o *Firebase* como uma base de dados, as vantagens são as seguintes (Kumar, Akhi, Gunti, Sai, & Reddy, 2016) :

- Reduz o tempo de desenvolvimento e evita a perda de servidor e de armazenamento de dados;
- Os dados são armazenados como JSON nativo, o que facilita o armazenamento e também a visualização dos dados;
- Os dados estão protegidos, pois, o *Firebase* requer uma criptografia SSL de 2048 peças para todos os intercâmbios de informação.

5.2 Interface

Neste ponto, será abordado a implementação das funcionalidades e as respetivas interfaces da aplicação. Na figura 21 podemos ver uma página de um dos ecrãs virtuais da aplicação.



Figura 21 - Print de um ecrã virtual da aplicação

Tal como foi referido, a escolha do *front-end framework* foi o Angular. Uma das grandes características do Angular são os componentes. Um componente controla uma parte do ecrã chamada de *view*. A lógica de um componente é definida dentro de uma classe. A classe interage com a *view* através de uma API de propriedades e de métodos. Esta *view* é definida dentro de um modelo. Um modelo é uma forma de HTML que diz ao Angular como apresentar o componente. As *views* são, normalmente, organizadas hierarquicamente, podendo assim,

modificar ou apresentar e ocultar secções ou páginas inteiras da interface como uma unidade (“Angular Architecture overview,” 2018).

Assim, foram criados 11 componentes, de modo a cumprir os requisitos da aplicação. A hierarquia destes componentes está representada na figura 22.

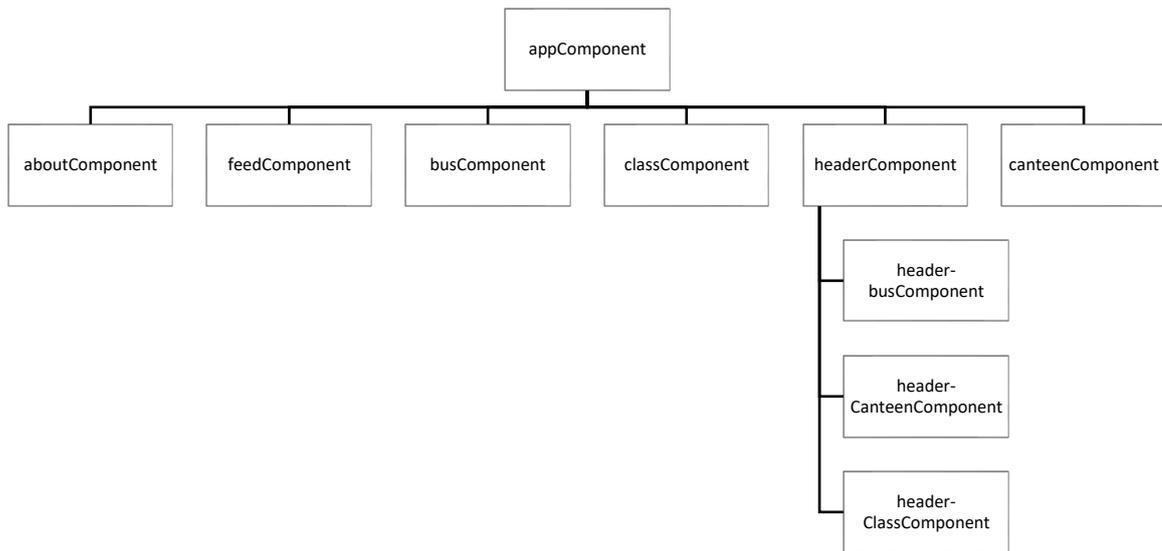


Figura 22 - Diagrama da hierarquia dos componentes

Assim os componentes são os seguintes:

- **appComponent**: componente pai da aplicação, é aqui que as páginas são carregadas e visualizadas;
- **feedComponent**: Componente do ecrã virtual do espaço do campus de Azurém da universidade do Minho, aqui o utilizador pode ver o próximo autocarro para o campus de Gualtar assim como um botão que direciona para **busComponent**, pode também visualizar a ementa do almoço e jantar na cantina do próprio dia com um botão que direciona para o **canteenComponent**, assim como o mapa do campus (figura 25);
- **headerComponent**: Barra de ferramentas do ecrã virtual do espaço do campus de Azurém, aqui podemos ver o nome do domínio assim como um menu que

direciona para o **AboutComponent** e também para o **classComponent** (figura 24);

- **AboutComponent:** Este componente pertence ainda ao ecrã virtual do espaço do campus de Azurém, aqui é encontrado informações sobre a universidade do Minho assim como sobre o campus de Azurém (figura 23);
- **BusComponent:** Componente do ecrã virtual da paragem de autocarros entre campus da universidade do Minho, aqui o utilizador pode ver o horário do próximo autocarro para o campus de Gualtar assim como o próximo autocarro para o campus de Azurém, existe também a opção de fazer o download do pdf com os horários completos dos autocarros (figura 27);
- **header-busComponent:** Barra de ferramentas do ecrã virtual da paragem de autocarros, aqui é encontrado o nome do domínio em que o utilizador se encontra assim como um botão que direciona para o **feedComponent** (figura 26);
- **CanteenComponent:** Componente do ecrã virtual da cantina da Universidade do Minho, aqui o utilizador pode ver a carta de apresentação dos serviços sociais da Universidade do Minho, a ementa para o dia da cantina para o almoço e jantar, a ementa da Rampa B e também a ementa vegetariana. O utilizador pode também fazer o download da ementa completa para todo o mês de todas estas ementas. Por fim encontramos o horário do próximo autocarro para o campus de Gualtar e um botão que direciona para o **busComponent** (figura 29);
- **Header-canteenComponent:** Barra de ferramentas do ecrã virtual da cantina, este componente contém o nome do domínio assim como um botão que direciona para o **feedComponent** (figura 28);
- **classComponent:** Componente do ecrã virtual de uma sala do campus de Azurém, mais precisamente do auditório B1.10. Aqui o utilizador encontra informações sobre a capacidade da sala o número de lugares assim como a área em metros quadrados. Pode também encontra o horário das aulas lecionadas neste auditório, assim como algumas fotos do mesmo (figura 31).
- **Header-classComponent:** Barra de ferramentas do ecrã virtual da sala, este componente contém o nome do domínio assim como um botão que direciona para o **feedComponent** (figura 30).

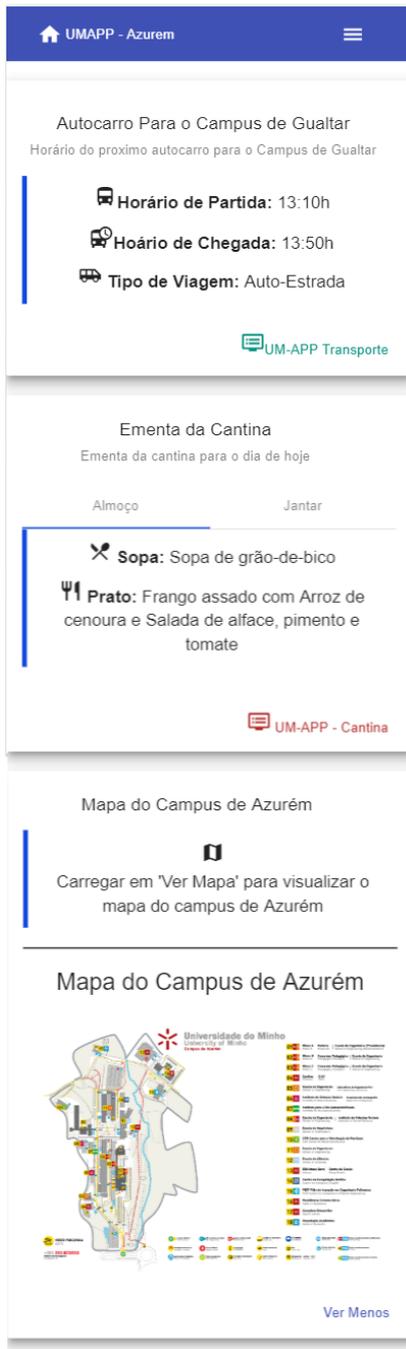


Figura 25 - feedComponent



Figura 24 - aboutComponent



Figura 23 - headerComponent

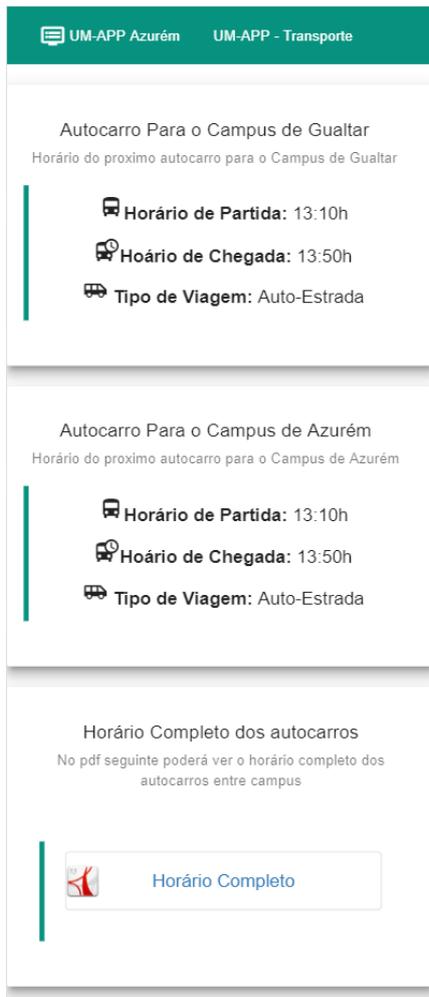


Figura 27 - busComponent



Figura 26 - header-busComponent



Figura 29 . canteenComponent



Figura 28 - header-canteenComponent

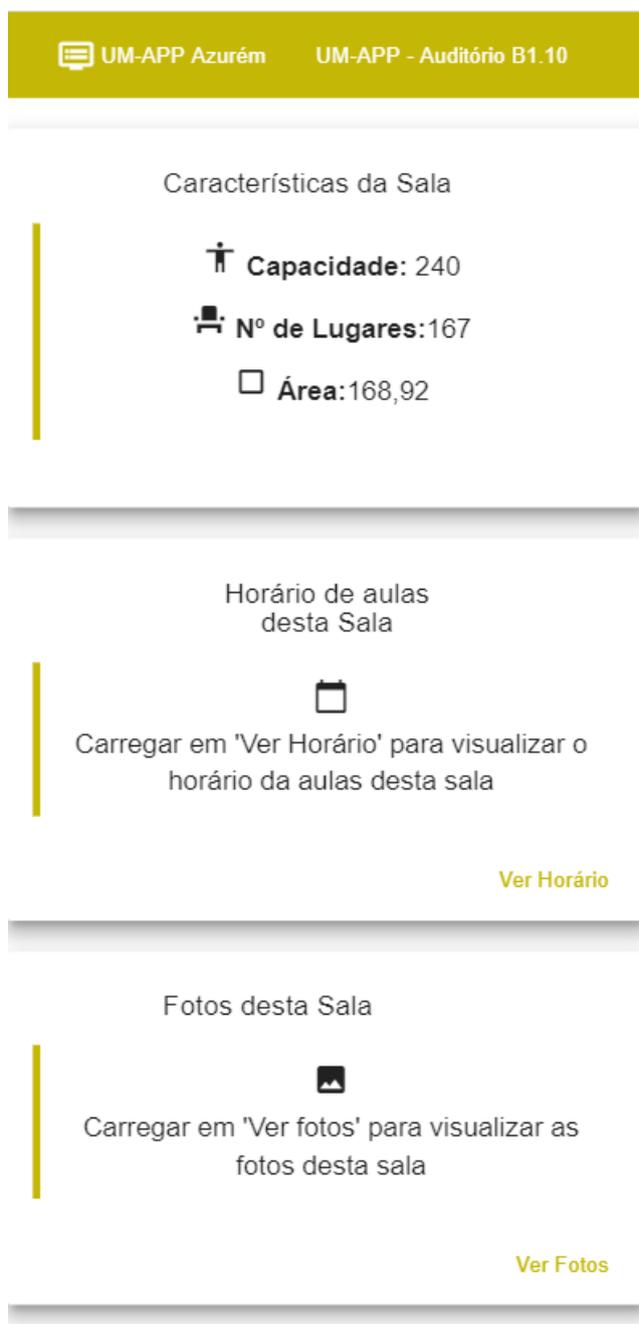


Figura 31 - classComponent



Figura 30 - header-classComponent

5.3 Estrutura da base de dados e servidor

Como já foi referido foi utilizado o *Firebase* como base de dados e como servidor. Na parte do servidor não foi necessário desenvolver nenhum código pois, como já referido, o *Firebase* possuiu a opção de hospedar o site em desenvolvimento sem a necessidade de programar.

A base de dados é constituída por cinco ficheiros JSON sem relações entre si. Os ficheiros JSON são acedidos através de pedidos HTTP GET. Assim, os cinco ficheiros são os seguintes:

1. **Horários:** Neste ficheiro é encontrado os vários horários dos autocarros do campus de Azurém para o campus de Gualtar. É constituído por seis parâmetros. O **id** que é único, o **início** que contém o horário de início da viagem, o **fim** que contém o horário previsto de chegada ao campus de Gualtar, o **tipo** que diz respeito ao tipo de viagem, este pode ser pela autoestrada ou pela estrada nacional, e o **tempo** onde contem um número igual ao início da viagem para conseguir apresentar o próximo autocarro para o campus de Gualtar (por exemplo: se o início da viagem for as 07:20h este número será igual a 7.20). Este ficheiro JSON é acessível através do link: <https://um-app-23d78.firebaseio.com/horarios.json> (figura 32);
2. **HGualtar:** Este ficheiro é idêntico ao ficheiro dos horários, mas diz respeito aos autocarros que vem de Gualtar enquanto que o outro diz respeito aos autocarros que vem de Azurém. Este ficheiro é acessível através do link: <https://um-app-23d78.firebaseio.com/HGualtar.json> (figura 33);
3. **Ementa:** Neste ficheiro é encontrado as várias ementas da cantina da Universidade do Minho. É constituído por sete parâmetros. O **id** que é único, o **dia** que corresponde ao dia da ementa, o **mês** que corresponde ao mês da ementa, o **ano** que corresponde ao ano da ementa, o **tipo** que representa se é almoço ou jantar, a **sopa** que corresponde à sopa servida na ementa e o **prato** que corresponde ao prato servido. Este ficheiro é acessível através do link: <https://um-app-23d78.firebaseio.com/ementa.json> (figura 34);
4. **EmentaB:** Este ficheiro é idêntico ao ficheiro das ementas, mas este diz respeito as ementas da Rampa B. Este ficheiro é acessível através do link: <https://um-app-23d78.firebaseio.com/ementaB.json> (figura 35);
5. **EmentaVeg:** Este ficheiro é também idêntico ao ficheiro das ementas, mas diz respeito as ementas vegetarianas da cantina da Universidade do Minho. Este ficheiro é acessível através do link: <https://um-app-23d78.firebaseio.com/ementaVeg.json> (figura 36).

```
-----  
-----  
----- fim: "08:30"  
----- id: "20"  
----- inicio: "08:00"  
----- partida: "Gualtar"  
----- tempo: "8.00"  
----- tipo: "Auto-Estrada"
```

Figura 32 - Exemplo do ficheiro Json do horário dos autocarros para o campus de Gualtar

```
-----  
-----  
----- fim: "08:40"  
----- id: "2"  
----- inicio: "08:00"  
----- partida: "Azurem"  
----- tempo: "8.00"  
----- tipo: "Auto-Estrada"
```

Figura 33 - exemplo do ficheiro Json do horário dos autocarros para o campus de Azurém

```
-----  
----- Ano: "2018"  
----- Dia: "1"  
----- Mes: "10"  
----- Prato: "Lombo de porco assado com Massa salteada e Salada"  
----- Sopa: "Sopa de brócolo"  
----- Tipo: "Almoço"  
----- id: "1"
```

Figura 34 - Exemplo do ficheiro Json da ementa da Cantina

```
-----  
-----  
----- Ano: "2018"  
----- Dia: "1"  
----- Mes: "10"  
----- Prato: "Arroz de vitela com Salada de alface e tomate"  
----- Sopa: "Sopa de brócolo"  
----- Tipo: "Almoço"  
----- id: "1"
```

Figura 35 - Exemplo do ficheiro Json da ementa da Rampa B

```

..... Ano: "2018"
..... Dia: "1"
..... Mes: "10"
..... Prato: "Bifinhos de seitan com molho de cogumelos com M
..... Sopa: "Sopa de brócolo:
..... Tipo: "Almoço"
..... id: "1"

```

Figura 36 - exemplo do ficheiro Json da ementa vegetariana da cantina

Podemos ver na figura 37 podemos ver um diagrama representativo da transmissão de dados.

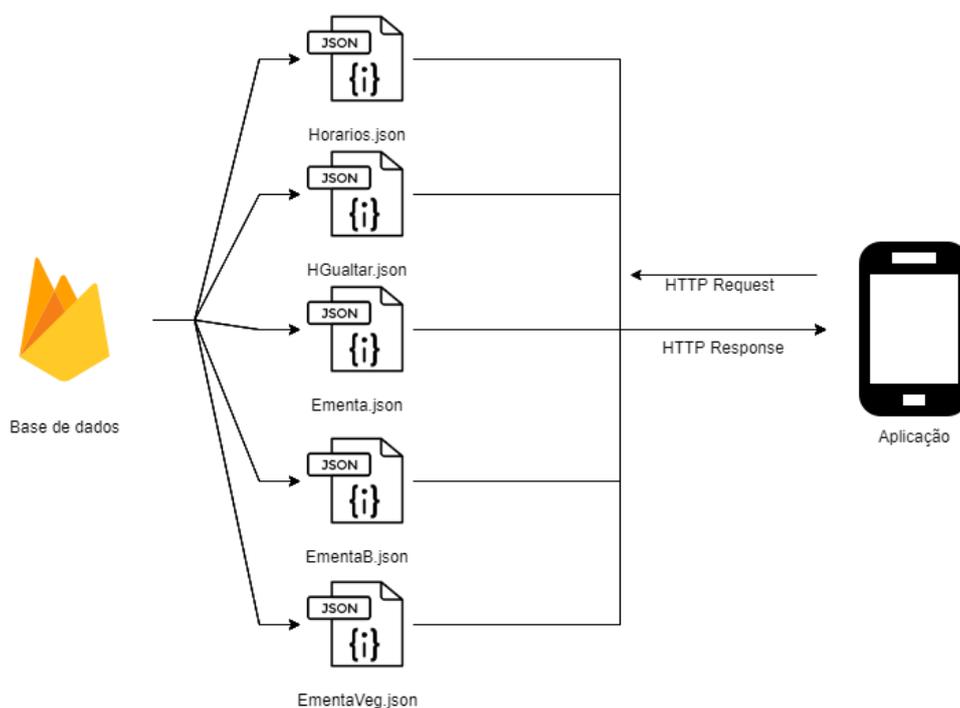


Figura 37 - Diagrama de transmissão de dados

Como é possível ver, para aceder aos dados nos ficheiros JSON é realizado um pedido HTTP (*HTTP Request*) em que os ficheiros respondem com uma resposta HTTP (*HTTP Response*). Os ficheiros JSON estão todos armazenados na mesma base de dados do *Firebase*, sem qualquer relação entre os mesmos.

6. AVALIAÇÃO

Qualquer tipo de projeto com aplicação no mundo real precisa de ser avaliada para prever o seu sucesso no mundo real. Então, para avaliar tanto a aplicação como o conceito, foi concebido um cenário de avaliação. Neste capítulo é explorado os objetivos da avaliação, o cenário criado, assim como os resultados obtidos.

6.1 Objetivos da avaliação

A avaliação parte na recolha das opiniões dos utilizadores da aplicação web. Melhor de que ninguém estes poderão opinar sobre a importância da aplicação assim como o que melhorar em um trabalho futuro. Assim foram definidos vários objetivos de avaliação. Os objetivos identificados foram os seguintes:

- A perceção do contexto. Será que o utilizador percebe em que contexto se encontra em todo o momento de utilização da app? Será que percebe a diferença entre consultar um item do contexto atual e o item que provoca a mudança de contexto?
- Avaliar a espontaneidade da aplicação, perceber a facilidade com que o utilizador realiza as diferentes tarefas da app.
- Perceber se o utilizador compreende os conceitos do sistema.

6.2 Angariação de participantes

O investigador que realizou a experiência estava localizado na primeira paragem do percurso realizado no cenário de avaliação, e pediu as pessoas que estavam lá para participar no cenário, explicando o contexto do mesmo. Assim foram angariados 18 participantes com idades entre os 18 e os 24 em que 15 são do sexo masculino e 3 são do sexo feminino. Sendo todos os participantes estudantes da Universidade do Minho.

6.3 Cenário de avaliação

Foi realizado um cenário de avaliação que represente a realidade o melhor possível. Assim foi escolhido o campus de Azurém como espaço para a realização do cenário. Dentro deste espaço foram escolhidos mais 3 subespaços (cantina, paragem de autocarros e as salas de um edifício do campus de Azurém).

Depois de angariado os participantes é preciso realizar um percurso com várias tarefas. O percurso começa com o participante a utilizar preferencialmente o seu smartphone, se não for possível, utiliza o smartphone do investigador para ler o *QRCode* da paragem de autocarros do campus de Azurém, de seguida realiza várias tarefas nesse espaço e passa para o espaço seguinte que é o da sala de aulas. Aqui o participante lê o *QRCode* da sala e realiza as tarefas propostas neste local. O utilizador então irá ser direcionado para o espaço virtual do campus de Azurém para realizar mais algumas tarefas. De seguida o participante irá para a cantina e aqui irá ler o *QRCode* deste local e realizar mais algumas tarefas. Por fim o utilizador é, mais uma vez, direcionado para o espaço virtual da paragem de autocarros do campus de Azurém para realizar as últimas tarefas. A figura 38 representa o percurso do participante, já aqui explicado.

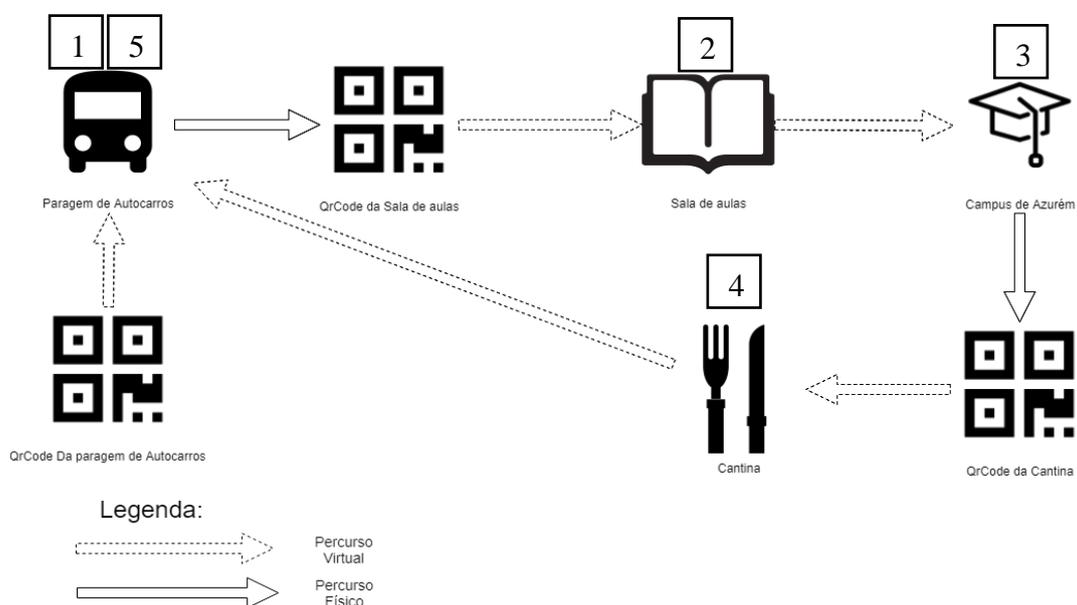


Figura 38 - Percurso do participante

As tarefas que o participante tem de realizar são de seguida enumeradas:

- Tarefa 1:** Ler o *QRCode* do espaço com o seu smartphone ou o smartphone do investigador;
- Tarefa 2:** Ver o Horário do próximo autocarro para o campus de Gualtar assim como o próximo para o campus de Azurém;
- Tarefa 3:** Ler o *QRCode* do espaço com o seu smartphone ou o smartphone do investigador;
- Tarefa 4:** Ver as características da sala;
- Tarefa 5:** Ver o horário da sala para o próximo dia assim com as fotos da mesma;

- Tarefa 6:** Carregar no Botão do display do campus de Azurém para ir para o espaço virtual do campus;
- Tarefa 7:** Ver o mapa do Campus de Azurém e dizer onde se encontra a escola de Engenharia;
- Tarefa 8:** Visualizar informações sobre a universidade do Minho e sobre o campus de Azurém carregando no botão Sobre no menu;
- Tarefa 9:** Ler o *QRCode* do espaço com o seu smartphone ou o smartphone do investigador;
- Tarefa 10:** Ler as informações dos SASUM;
- Tarefa 11:** Ver a ementa do almoço e do jantar do dia da cantina, da rampa B e também a ementa vegetariana;
- Tarefa 12:** Escolher e fazer o download do pdf de uma das ementas e ver a ementa para o próximo dia;
- Tarefa 13:** Carregar no Botão do display da paragem de autocarros para voltar a entrar no espaço virtual da paragem;
- Tarefa 14:** Fazer o download do Horário completo dos autocarros entre campus e ver qual é o último autocarro para o campus de Gualtar.

Na tabela 3 está representado um resumo das tarefas a realizar em cada espaço utilizado no cenário:

Tabela 3 - Tarefas a realizar nos vários espaços

Espaço	Tarefas realizadas pelo participante
1) Paragem de Autocarros	Tarefa 1 e 2.
2) Sala	Tarefa 3, 4 e 5.
3) Campus	Tarefa 6, 7 e 8.
4) Cantina	Tarefa 9, 10, 11 e 12.
5) Paragem de Autocarros	Tarefa 13 e 14.

6.4 Recolha de dados

Para que se pudesse analisar da melhor forma os resultados obtidos da avaliação foram utilizados vários métodos de recolha de dados.

Um desses métodos é o *'think a loud'*. É um método de observação direta que envolve pedir ao utilizador que pensem em voz alta enquanto executam as várias tarefas. Então, o participante é solicitado a dizer o que estão a ver, a pensar, a fazer e a sentir em cada momento. Este método é especialmente útil para determinar as expectativas dos usuários e quais são os aspetos do sistema que são confusos.

Foi também avaliado o tempo que o participante demora a concluir as tarefas. É útil avaliar este tempo para perceber o nível de facilidade com que o utilizador consegue utilizar a aplicação. É também importante que o participante não perceba que está a ser avaliado, para que não seja inserida pressão no mesmo. No fim é somado o tempo de todas as tarefas para perceber quanto tempo o participante demora para concluir a avaliação.

Foi também registado as vezes que o utilizador se enganou a realizar as tarefas. Este método de avaliação é útil, pois, ajuda a perceber, a espontaneidade da aplicação, sendo este um dos requisitos da mesma.

Depois da experiência terminar foi realizada uma entrevista semiestruturada de forma a receber o feedback do participante. Esta entrevista teve duas fases, em que na primeira é dado a liberdade ao participante de comentar a avaliação que acabou de realizar, sendo que a segunda fase só se realiza se não forem feitos comentários pertinentes para análise dos resultados da avaliação. A segunda fase é constituída por quatro perguntas pré-definidas, as quatro perguntas são as seguintes:

1. Conseguiu perceber, em todo o momento, em que contexto se encontrava?
2. Conseguiu perceber quais eram os itens que provocavam uma mudança de contexto?
3. Achou fácil a utilização da aplicação?
4. O que melhoraria num trabalho futuro?

Esta entrevista é importante para perceber o que está mal no sistema assim como o que melhorar em trabalhos futuros.

6.5 Resultados

Depois da avaliação estar concluída e de os dados serem todos recolhidos, é importante analisar os resultados obtidos.

Todos os participantes conseguiram acabar todas tarefas propostas, com um tempo médio de 4 minutos e 12 segundos, sendo que sete participantes conseguiram realizar as tarefas sem qualquer engano ou erro e que 11 conseguiram realizar as tarefas com um erro. As tarefas onde os participantes erram mais foi na tarefa 6 e na tarefa 13. Na tabela 4 é possível visualizar o tempo de conclusão das tarefas de todos os participantes, se conseguiram concluir as tarefas e quantos erros fizeram a realizar as mesmas.

Tabela 4 - Tabela dos participantes da avaliação

Participante	Idade	Sexo	Tempo (minutos)	Completoou todas as tarefas?	Quantas vezes se enganou?
P1	21	M	5,53	Sim	0
P2	21	M	6,55	Sim	1
P3	24	M	6,07	Sim	1
P4	23	M	3,48	Sim	1
P5	22	F	4,22	Sim	1
P6	24	M	4,20	Sim	1
P7	22	M	3,33	Sim	0
P8	19	F	3,12	Sim	0
P9	19	M	3,39	Sim	0
P10	19	M	4,08	Sim	0
P11	20	M	3,17	Sim	1
P12	24	M	3,25	Sim	1
P13	18	M	3,47	Sim	0
P14	18	M	4,15	Sim	1
P15	19	M	3,47	Sim	1
P16	22	F	3,19	Sim	0
P17	22	M	4,34	Sim	1
P18	23	M	5,23	Sim	1

Como já referido, foi pedido aos participantes que fossem comentando a avaliação ao longo da realização da mesma, assim foi possível recolher vários comentários pertinentes. No geral os participantes iam comentando que a aplicação era intuitiva e que era fácil realizar as diversas tarefas, mas também, dando algumas críticas a aplicação. Uma das críticas tem a ver com a navegação da mesma, os participantes sentiram, como já referido, dificuldades em encontrar o botão para realizar as tarefas 6 e as tarefas 13, dizendo que, o botão deveria ser mais intuitivo e que deveria estar melhor sinalizado.

Em relação à entrevista realizada, foi possível recolher, também, várias respostas e comentários pertinentes.

Na primeira fase da entrevista foram recolhidos vários testemunhos importantes para a análise destes resultados. No geral, os participantes acharam a aplicação intuitiva, bem desenvolvida e prática de usar. Muitos dos participantes referiram que usariam a aplicação numa situação real, outros acharam muito interessante a ideia de que com um simples *QRCode* poder encontrar as várias informações pertinentes do contexto onde se encontrava inserido. O P11 referiu que é “uma aplicação que nos permite aceder com facilidade às informações da universidade sem muitos cliques e com um bom progresso” enquanto que o P12 referiu que “é uma aplicação inovadora e adaptada as necessidades de uma pessoa inserida no contexto universitário”. Alguns participantes também referiram que o nome do domínio onde se encontrava deveria estar melhor sinalizado assim como os botões que provocavam a mudança de domínio. A forma como o menu é apresentada é mais uma crítica, com participantes a referir que o menu deveria estar sempre presente, para que o utilizador não se perca dentro de um contexto.

Na segunda fase da entrevista os participantes responderam às perguntas pré-definidas. A resposta à primeira pergunta foi, no geral, positiva, tendo os participantes percebido, em todo o momento da avaliação, em que contexto se encontravam. Embora as respostas a esta pergunta tenham sido positivas, houve dois participantes que se sentiram um pouco confusos e tiveram algumas dúvidas sobre o domínio em que se encontravam. Em relação à segunda pergunta foi respondido, no geral, que sim, existindo alguns participantes que se sentiram, mais uma vez, confusos, indo em encontro à crítica já feita aos botões que provocavam mudança de contexto. Na terceira pergunta todos os participantes disseram que sim. Esta foi a pergunta menos vezes realizada, pois, a maior parte dos participantes já tinham respondido de uma forma indireta a esta pergunta na primeira fase da entrevista. Os participantes mostram-se ativos nas respostas

da última pergunta, fornecendo várias sugestões para melhoria da aplicação. De seguida é apresentada uma lista das várias sugestões feitas:

- Um calendário com todas as ementas da cantina;
- Melhorar a maneria como a mudança de contexto é feita;
- Melhorar o menu de tarefas e a visibilidade do nome do domínio;
- Acrescentar mais contextos;
- Melhorar o mapa, mostrando dinamicamente como chegar a um local dentro do campus;
- Acrescentar as informações das escolas inseridas no campus de Azurém;
- Mudar o menu para um menu lateral para poder aceder ao mesmo mais rapidamente.

Foi também encontrado alguns participantes que não quiseram responder a esta pergunta dizendo que, de momento, não encontravam nenhuma melhoria.

Com a conclusão da avaliação, e o estudo dos resultados foi possível dividir a interação feita dentro da aplicação em 3 níveis. O primeiro nível diz respeito a uma interação sem ações, em que é apresentado ao participante a informação sem que ele faça qualquer ação. No segundo nível, o participante tem de realizar qualquer tipo de ação para que a informação seja apresentada (e.g: carregar no botão “ver mapa” para visualizar o mapa do campus). No terceiro nível estão presentes links externos para outros web sites, saindo assim da aplicação por completo. Esta foi a forma de interação escolhida no desenvolvimento da aplicação.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões de trabalho contendo uma síntese do trabalho realizado nesta dissertação e se os objetivos da mesma foram ou não cumpridos. Será também apresentado o trabalho futuro. Nesta secção serão identificados os próximos passos a realizar no tema em estudo.

7.1 Conclusão

O principal objetivo desta dissertação é a iniciação do estudo sobre a interação com ecrãs virtuais para a apresentação de informação situada em espaços públicos. Para alcançar este objetivo era necessário primeiro cumprir diversos outros objetivos.

O primeiro desses objetivos era o de “identificar e analisar a interação de vários tipos de contextos de espaços públicos”. Para cumprir este objetivo foi realizado um estudo de observação a possíveis pontos de ativação físico-virtuais. Este estudo de observação foi focado em recolher dados sobre as propriedades de possíveis pontos de ativação para o mapeamento físico para virtual, usando fotografias que descrevem o objeto/espaco observado. Deste estudo resultou diversos tipos de pontos de ativação e de contextos. Depois da análise dos contextos encontrados foi possível dividi-los em quatro grupos (contexto com o ponto de ativação já presente, contextos concorrentes, contextos sem uma ponte óbvia entre o espaço físico e espaço virtual do mesmo e contextos irmãos). Assim, é possível ver que este objetivo foi cumprido.

O segundo objetivo era o de “Avaliar diferentes pontos de ativação na perspectiva de interação e na perspectiva de serem barreiras fáceis de ultrapassar “. Através do estudo de observações, foi possível chegar a conclusão que existem várias formas de utilizar os pontos de ativação nos contextos. Estes pontos devem ser, fáceis de usar, intuitivos e toda a gente de ser capaz de os utilizar. Estes pontos de ativação fornecem uma comunicação entre o espaço físico do contexto e o seu espaço virtual. O *QRCode* foi o tipo ponto de ativação utilizado nesta fase inicial do projeto. Foi o tipo que mais se enquadrava nos requisitos iniciais, e que devido as suas características seriam os melhores para quebrar a primeira barreira de interação.

O terceiro objetivo era o de “desenvolver uma aplicação web móvel com o propósito de interagir com ecrãs virtuais”. Para cumprir este objetivo foi realizado, numa primeira fase, uma especificação do sistema para facilitar o desenvolvimento da aplicação. Nesta especificação foram apresentados vários requisitos que a aplicação deveria cumprir, os casos de uso da

mesma, assim como alguns esboços da interface da aplicação. Dos seis requisitos apresentados, quatro foram cumpridos ficando por cumprir o requisito “Procura dentro de cada domínio” e o requisito “Página inicial”. No capítulo “[Desenvolvimento da aplicação](#)” foi analisado o processo de desenvolvimento da aplicação apresentando uma síntese das tecnologias utilizadas no desenvolvimento da mesma assim como uma explicação da interface da aplicação e a base de dados utilizada assim como o servidor. Depois do desenvolvimento a aplicação foi avaliada. Para isso foi criado um cenário de avaliação em que consistia em uma série de tarefas que um utilizador teria de cumprir. Desta avaliação resultaram vários resultados pertinentes que mostram o que a aplicação tinha de bom assim como o que tinha de melhorar no futuro. Embora ficassem por cumprir dois requisitos do sistema, é possível afirmar que este objetivo foi cumprido.

O último objetivo era o de “Identificar e avaliar diferentes formas de interação e a sua capacidade de superar as barreiras de interação”. Analisando os resultados da avaliação da aplicação foi possível encontrar três níveis de interação dentro da mesma. Um nível em que a informação é apresentada sem qualquer ação, outro nível em que a informação é apresentada depois de ser realizada uma ação, e uma interação com links para fora do contexto da aplicação. Esta forma de interação hierárquica, ajudou a perceber a forma como a interação deveria ser feita numa situação do mundo real, mas também, deve ser melhorado na mesma.

7.2 Trabalho futuro

Este projeto encontra-se numa fase ainda inicial, e, por isso é importante identificar o trabalho futuro do mesmo.

Este trabalho futuro vai de encontro com a melhoria dos objetivos propostos para esta dissertação. No primeiro objetivo é importante encontrar mais tipos de contextos diferentes de forma a encontrar melhores práticas de interação nestes mesmos contextos. Também é importante analisar outros pontos de ativação, pois, foi só utilizado um tipo de ponto de ativação nesta fase do projeto. Em relação à aplicação é possível encontrar várias melhorias a fazer. Primeiro de tudo é importante concluir os dois requisitos que faltam cumprir. Analisando os resultados da avaliação da aplicação, é possível também encontrar várias melhorias a realizar. É necessário fazer melhorias em relação à navegação da aplicação, pois, este foi um dos pontos mais criticados pelos participantes na avaliação. Foi também apresentado pelos participantes da avaliação várias sugestões pertinentes para a melhoria da aplicação. Estas sugestões foram

várias, adicionar novos domínios à aplicação (e.g: informação sobre os vários edifícios do campus de Azurém) é uma destas sugestões, melhorar as informações já existentes na aplicação (e.g: criação de um calendário completo das ementas da cantina) é outra. Em relação ao último objetivo, é necessário realizar mais protótipos em outros tipos de contexto, para ser possível analisar outras formas de interação e perceber qual delas a melhor para ser utilizada numa situação do mundo real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angular Architecture overview. (2018). Retrieved from <https://angular.io/guide/architecture>
- Beyer, G., Binder, V., Jäger, N., & Butz, A. (2014). The Puppeteer Display : Attracting and Actively Shaping the Audience with an Interactive Public Banner Display, 935–944.
- Brignull, H., & Rogers, Y. (2003). Enticing people to interact with large public displays in public spaces. In M. Rauterberg, M. Menozzi, & J. Wesson (Eds.), *INTERACT'03* (p. 17). IOS Press. Retrieved from <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/interact/interact2003.html#BrignullR03>
- Büttner, S., Cramer, H., Rost, M., Belloni, N., & Holmquist, L. E. (2010). ϕ^2 : Exploring Physical Check-Ins for Location-Based Services. *Society*, 395–396.
- Cardoso, J. C. S., & José, R. (2014). Interaction tasks and controls for public display applications. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/371867>
- Carr, S., Francis, M., Rivlin, L. G., & Stone, A. M. (1992). *Public space*. Cambridge University Press (Vol. 40). <https://doi.org/10.1007/s11007-006-9038-x>
- Cramer, H., Rost, M., & Holmquist, L. E. (2011). Performing a Check - in : Emerging Practices , Norms and ‘ Conflicts ’ in Location - Sharing Using Foursquare, 57–66.
- Dix, A., & Sas, C. (2008). Public displays and private devices: a design space analysis. In *Workshop on Designing and evaluating mobile phone-based interaction with public displays* (p. CHI2008). Florence. Retrieved from <http://www.comp.lancs.ac.uk/~dixa/papers/Dix-Sas-PDPD-2008/Dix-Sas-PDPD-2008.pdf>
- Dix, A., & Sas, C. (2010). Mobile Personal Devices meet Situated Public Displays : Synergies and Opportunities. *International Journal of Ubiquitous Computing*, 1(1), 11–28. Retrieved from <http://www.alandix.com/academic/papers/MPD-SPD-2010/>
- Flanagan, D. (2011). *JavaScript: The Definitive Guide*.
- foursquare. (2018). About Foursquare. Retrieved from <https://pt.foursquare.com/about>
- Hall, E. L., & Hall, M. (2016). StrikeAPose: Revealing Mid-Air Gestures on Public Displays,

(651), 2012–2015.

Hardy, R., & Rukzio, E. (2008). Touch & interact: touch-based interaction of mobile phones with displays. In *Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services - MobileHCI '08* (p. 245). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1409240.1409267>

Hosio, S., Kukka, H., & Riekki, J. (2010). Social Surroundings : Bridging the Virtual and, 26–34.

José, R., Cardoso, J., Alt, F., Clinch, S., & Davies, N. (2013). Mobile applications for open display networks: common design considerations. In *Proceedings of the 2nd ACM International Symposium on Pervasive Displays -- PerDis '13* (pp. 97–102). ACM. <https://doi.org/10.1145/2491568.2491590>

JSON. (n.d.). Introducing JSON. Retrieved from <http://www.json.org/index.html>

Kaviani, N., Finke, M., Fels, S., Lea, R., & Wang, H. (2009). What goes where?: designing interactive large public display applications for mobile device interaction. In *Proceedings of the First international Conference on internet Multimedia Computing and Service* (pp. 129–138). ACM. <https://doi.org/10.1145/1734605.1734637>

Kindberg, T., Barton, J., Morgan, J., Becker, G., Caswell, D., Debaty, P., ... Spasojevic, M. (2001). People , Places , Things : Web Presence for the Real World People , Places , Things : Web Presence for the Real World, 365–376.

Kumar, K. N. M., Akhi, K., Gunti, S. K., Sai, M., & Reddy, P. (2016). Implementing Smart Home Using Firebase. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences (IJREAS)*, 6573(10), 193–198. Retrieved from <http://euroasiapub.org/journals.php>

Lease, D. (2018). TypeScript: What is it & when is it useful? Retrieved from <https://medium.com/front-end-hacking/typescript-what-is-it-when-is-it-useful-c4c41b5c4ae7>

Memarovic, N., Langheinrich, M., Alt, F., Elhart, I., Hosio, S., & Rubegni, E. (2012). Using public displays to stimulate passive engagement, active engagement, and discovery in public spaces. *Proceedings of the 4th Media Architecture Biennale Conference on Participation - MAB '12*, 55–64. <https://doi.org/10.1145/2421076.2421086>

- Michelis, D., & Müller, J. (2011). The audience funnel: Observations of gesture based interaction with multiple Large Displays in a City Center. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 27(6), 562–579. <https://doi.org/10.1080/10447318.2011.555299>
- Müller, J., Walter, R., Bailly, G., Nischt, M., & Alt, F. (2012). Looking glass: a field study on noticing interactivity of a shop window. *Proc. Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, 297–306. <https://doi.org/10.1145/2207676.2207718>
- Rallapalli, S., Dong, W., Lee, G. M., Chen, Y. C., & Qiu, L. (2013). Analysis and applications of smartphone user mobility. *Proceedings - IEEE INFOCOM*, (December 2011), 3465–3470. <https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2013.6567182>
- Rukzio, E., Schmidt, A., & Hussmann, H. (2004). An Analysis of the Usage of Mobile Phones for Personalized Interactions with Ubiquitous Public Displays. *Workshop Ubiquitous Display Environments in Conjunction with UbiComp 2004*.
- Terrenghi, L., Quigley, A., & Dix, A. (2009). A taxonomy for and analysis of multi-person-display ecosystems. *Journal of Personal and Ubiquitous Computing*, 13(8), 583–598.
- Vogel, D., & Balakrishnan, R. (2004). Interactive public ambient Displays: Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple Users. In *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '04* (p. 137). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1029632.1029656>
- W3C. (2004). Hypertext Transfer Protocol. Retrieved from <https://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html>
- W3C Working Group. (n.d.-a). CSS Introduction. Retrieved from https://www.w3schools.com/css/css_intro.asp
- W3C Working Group. (n.d.-b). HTML Introduction. Retrieved from https://www.w3schools.com/html/html_intro.asp
- Weißker, T., Berst, A., Hartmann, J., & Echtler, F. (2016). The Massive Mobile Multiuser Framework : Enabling Ad-hoc Realtime Interaction on Public Displays with Mobile Devices, 168–174.
- Wolff, I. G. De, & Hage, J. (2016). Refining Types using Type Guards in TypeScript. *Pepm*, 111–122. <https://doi.org/10.1145/3018882.3018887>

Wouters, N., Downs, J., Harrop, M., Cox, T., Oliveira, E., Webber, S., ... Moere, A. Vande. (2016). Uncovering the Honeypot Effect: How Audiences Engage with Public Interactive Systems. *Dis '16*, 5–16. <https://doi.org/10.1145/2901790.2901796>

ANEXO I – FOTOS DO ESTUDO DE OBSERVAÇÃO

