



Universidade de Aveiro  
2021

**RITA GONÇALVES  
PINHO**

**UA SMARTSPOTS: DESENVOLVIMENTO DE  
PLATAFORMA PARA GESTÃO DE ESPAÇOS  
PARTILHADOS**





Universidade de Aveiro  
2021

**RITA GONÇALVES  
PINHO**

**UA SMARTSPOTS: DESENVOLVIMENTO DE  
PLATAFORMA PARA GESTÃO DE ESPAÇOS  
PARTILHADOS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação Multimédia, realizada sob a orientação científica do Doutor José Manuel Rodrigues Nunes, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro



Dedico esta dissertação aos meus pais, por serem o meu maior exemplo de vida. Quando era criança queria ser como vocês, agora que já cresci ainda quero.



## **o júri**

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel das Neves Santos  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Maria Beatriz Alves de Sousa Santos  
professora associada com agregação da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Manuel Rodrigues Nunes  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Agradeço ao meu orientador, professor José Nunes, pelo acompanhamento.

Aos participantes nos *focus groups* e avaliações UX, pelo contributo fundamental que trouxeram ao projeto.

À minha família (pais, irmãos e avós), pela paciência e força diárias.

Ao Álvaro, o meu amigo de sempre, por ter estado presente em todas as horas, mesmo que a muitos kms de distância.

À família que Aveiro me deu (Cátia, Colaço, Lemos, Lili, Luísa, Nika e Raquel), por terem sido a minha companhia diária e por terem feito este percurso ganhar outro sentido.

A todos os que se cruzaram comigo ao longo destes 5 anos e que marcaram o meu caminho, cada um à sua maneira.

Sem vocês, nada disto teria sido possível, agradeço-vos do fundo do coração.



## palavras-chave

aplicação móvel, *progressive web app*, reserva de lugares, reserva de salas, prototipagem, *user experience*.

## resumo

Em contexto universitário, são muitos os estudantes que procuram um local adequado para realizarem as suas sessões de estudo ou trabalhos em grupo. Qualquer estudante nestas condições passa por um problema que, para muitos, acaba por ser impeditivo e leva a perdas consideráveis de tempo, aumentando assim os níveis de *stress*: a procura de um lugar livre em salas muito lotadas, quando várias pessoas se veem confrontadas com a mesma situação. Assumindo este problema, o presente estudo teve como finalidade ajudar a resolver o mesmo no contexto do Departamento de Comunicação e Arte, da Universidade de Aveiro, através da conceitualização e implementação de uma plataforma para consulta, controlo e marcação de lugares em espaços de estudo partilhados.

De forma a concluir com sucesso a finalidade apresentada e cumprir todos os objetivos, adotou-se como metodologia uma investigação de desenvolvimento tipo 1, onde a ênfase esteve na conceção de um produto adequado às expectativas e necessidades do seu público-alvo. Para isso, utilizou-se uma abordagem centrada no utilizador, tendo sido fulcral a participação ativa da comunidade ao longo das diversas fases.

Com base no estudo realizado no enquadramento teórico e no levantamento do estado da arte, construiu-se um primeiro protótipo, em estilo *wireframe*, que foi validado através de sessões de *focus group*, que permitiram ainda uma recolha de necessidades do público-alvo face ao problema. Seguiu-se o desenvolvimento de um protótipo de alta-fidelidade, que foi validado através de diversas avaliações UX. Concluída esta fase, implementou-se uma aplicação para plataformas móveis, construindo-se ainda um *backoffice* para gestão de conteúdo.



**keywords**

mobile app, progressive web app, seat reservation, room reservation, prototyping, user experience.

**abstract**

In an university context, many students search for a suitable place to carry their own study sessions or group works. Any student in these conditions goes through a problem that, for many, ends up being an impediment and leads to considerable loss of time, increasing the stress levels: finding a free place in very crowded rooms, while several people are faced with the same situation. Assuming this problem, this study aimed to solve it in the context of the Department of Communication and Art, University of Aveiro, through the conceptualization and implementation of a platform for consultation, control and booking of places in shared study spaces.

In order to successfully complete the presented purpose and fulfill all the objectives, a type 1 developmental investigation was adopted as a methodology, where the emphasis was on designing a product suitable for the expectations and needs of its target audience.

Based on the study carried out in the theoretical framework and the review of the state of the art, a wireframe first prototype was built, which was validated through various focus group sessions, which also allowed a gathering of the target audience needs related to the problem. This was followed by the development of an high-fidelity prototype, which was validated through several UX evaluations. Once this phase was completed, an application for mobile platforms was implemented, as well as a backoffice for content management.



# Índice

Índice de Figuras .....	ii
Índice de Tabelas .....	vi
Lista de siglas e acrónimos.....	vii
1. Introdução .....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Objetivos da investigação .....	2
1.3. Questão de investigação.....	3
1.4. Apresentação da estrutura do documento.....	3
2. Enquadramento teórico .....	5
2.1. Estado da arte.....	5
2.2. Interface e interação em dispositivos móveis .....	26
2.3. Desenvolvimento de aplicações móveis.....	39
2.4. Soluções de monitorização/comunicação .....	51
3. Metodologia.....	56
3.1. Natureza, abordagem e metodologia .....	56
3.2. Desenho de investigação .....	57
3.3. Participantes .....	61
4. Implementação.....	63
4.1. Primeira versão – <i>wireframes</i> .....	63
4.2. Segunda versão – <i>invision</i> .....	70
4.3. Terceira versão – implementação final.....	82
5. Conclusões .....	95
5.1. Principais resultados .....	95
5.2. Limitações do estudo e trabalho futuro.....	96
Referências bibliográficas .....	98
Referências <i>web</i> .....	100
Apêndices.....	103
Apêndice 1 - Links dos diversos protótipos .....	103
Apêndice 2 - <i>Focus Groups</i> – Guião .....	104
Apêndice 3 - <i>Focus Groups</i> - Consentimento informado .....	107
Apêndice 4 - Avaliações UX – Guião .....	108
Apêndice 5 - Avaliações UX - Consentimento informado .....	112
Apêndice 6 - Lista de <i>QR Codes</i> para realização de <i>check-in</i> .....	113

## Índice de Figuras

Figura 1 - CX App - Página inicial (imagem retirada do YouTube da CX App) .....	8
Figura 2 - CXApp - Processo de reserva de sala (imagem retirada do YouTube da CX App).....	9
Figura 3 - CXApp - Processo de reserva de mesa (imagem retirada do YouTube da CX App).....	9
Figura 4 - UMN App - Processo para adicionar uma reserva (Rusli & Halim, 2019) ....	10
Figura 5 - UMN App - Página com as reservas efetuadas (Rusli & Halim, 2019) .....	10
Figura 6 - Study Hunt - Página inicial (imagem retirada do website Element14) .....	11
Figura 7 - SCLS - Consulta de lugares disponíveis (Oderuth et al., 2019) .....	12
Figura 8 - SCLS - Notificação (Oderuth et al., 2019).....	12
Figura 9 - Waitz - Divisão por atividades (imagem obtida a partir da aplicação Waitz, versão 6.0.5).....	13
Figura 10 - Waitz - Informação disponibilizada em cada edifício (imagem obtida a partir da aplicação Waitz, versão 6.0.5) .....	14
Figura 11 - Waitz - Informação disponibilizada em cada sala ou piso (imagem obtida a partir da aplicação Waitz, versão 6.0.5) .....	14
Figura 12 - SeatEd - Página de login (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo).....	15
Figura 13 - SeatEd - Página inicial (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo).....	15
Figura 14 - SeatEd - Parâmetros para procura de mesa (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo).....	16
Figura 15 - SeatEd - Resultados obtidos (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo) .....	16
Figura 16 - SeatEd - Reservas já existentes (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo).....	17
Figura 17 - SeatEd - Check-in (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo).....	17
Figura 18 - SeatEd - QR Code de check-in (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo) .....	17
Figura 19 - SeatEd - Diversos procedimentos de check-out (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo).....	18
Figura 20 - Uniphi - Página inicial (imagem retirada do Google Play) .....	19
Figura 21 - Uniphi - Pesquisa simples ou avançada (imagem retirada do Google Play) .....	19
Figura 22 - Uniphi - Resultados obtidos e descrição de um espaço (imagem retirada do Google Play).....	20
Figura 23 - UStudy - Página inicial (imagem obtida a partir da aplicação UStudy, versão 1.0.3) .....	21
Figura 24 - UStudy - Espaços de estudo disponíveis (imagem obtida a partir da aplicação UStudy, versão 1.0.3) .....	21
Figura 25 - UStudy - Apresentação de local de estudo (imagem obtida a partir da aplicação UStudy, versão 1.0.3) .....	22
Figura 26 - User Experience Honeycomb (Morville, 2004).....	33
Figura 27 - Digital around the world in January 2021 (imagem retirada do website da We Are Social) .....	39



Figura 28 - Share of web traffic by device, in January 2016 (imagem retirada do website da We Are Social).....	41
Figura 29 - Share of web traffic by device, in January 2021 (imagem retirada do website da We Are Social).....	41
Figura 30 - Share de mercado dos sistemas operativos entre 2009 e 2021 (imagem retirada do website da StatsCounter).....	42
Figura 31 - Momentos e etapas de uma investigação de desenvolvimento, segundo Lia Oliveira (2006).....	57
Figura 32 - Etapas de investigação.....	58
Figura 33 - Fase de análise e avaliação da situação.....	58
Figura 34 - Canvas utilizado nos focus groups.....	59
Figura 35 - Fase de conceção e realização de modelo.....	60
Figura 36 - MAX Board.....	61
Figura 37 - Fase de implementação.....	61
Figura 38 - Wireframes 1 - Header da área de reservas.....	64
Figura 39 - Wireframes 1 - Header da área de reservar.....	64
Figura 40 - Wireframes 1 - Menu de navegação.....	64
Figura 41 - Wireframes 1 - Card de reserva.....	64
Figura 42 - Wireframes 1 - Card de listagem de reserva.....	64
Figura 43 - Wireframes 1 - Card de reserva agendada.....	64
Figura 44 - Wireframes 1 - Card de check-in.....	64
Figura 45 - Wireframes 1 - Modal de reserva.....	64
Figura 46 - Wireframes 1 - Modal de check-out.....	64
Figura 47 - Wireframes 1 - Modal de check-in de sala.....	64
Figura 48 - Wireframes 1 - Ecrãs.....	65
Figura 49 - 1º Focus Group - Caracterização da amostra.....	65
Figura 50 - 1º Focus Group - Alteração no menu de navegação.....	66
Figura 51 - 1º Focus Group - Alterações na área de reserva.....	67
Figura 52 - 1º Focus Group - Inclusão de notificações.....	67
Figura 53 - 1º Focus Group - Alterações nas modais de reservas.....	68
Figura 54 - 2º Focus Group - Caracterização da amostra.....	68
Figura 55 - 2º Focus Group - Inclusão de uma modal com o horário das salas.....	69
Figura 56 - 2º Focus Group - Alterações na área de procura.....	69
Figura 57 - 2º Focus Group - Alterações nas modais de reserva.....	70
Figura 58 - 2º Focus Group - Alterações na área de filtragem.....	70
Figura 59 - Rascunhos do logótipo.....	71
Figura 60 - Diferentes vertentes do logótipo.....	71
Figura 61 - Desenho do logótipo.....	71
Figura 62 - Paleta de cores.....	72
Figura 63 - Tipografia roboto.....	72
Figura 64 - Protótipo - Diferentes headers.....	73
Figura 65 - Protótipo - Menu de navegação.....	73
Figura 66 - Protótipo - Card de reservas passadas.....	73
Figura 67 - Protótipo - Card de reservas presentes/futuras.....	73
Figura 68 - Protótipo - Card de apresentação de resultados.....	73
Figura 69 - Protótipo - Card de notificações.....	73
Figura 70 - Protótipo - Modal de reserva.....	74
Figura 71 - Protótipo - Modal simples.....	74

Figura 72 - Protótipo - Mensagem de feedback .....	74
Figura 73 - Protótipo - Ecrãs .....	75
Figura 74 - Avaliações UX - Caracterização da amostra.....	76
Figura 75 - Avaliações UX - Alterações no menu de navegação.....	77
Figura 76 - Avaliações UX - Nova área de reservas .....	78
Figura 77 - Avaliações UX - Dados recolhidos acerca do ícone de reserva de salas (universo de 30 utilizadores) .....	78
Figura 78 - Avaliações UX - Alterações na área de reserva de lugar no mapa .....	79
Figura 79 - Avaliações UX - Dados recolhidos acerca da distinção entre salas e lugares (universo de 30 utilizadores).....	79
Figura 80 - Avaliações UX - Alterações nos cards de reservas.....	80
Figura 81 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria das emoções (universo de 30 utilizadores) .....	80
Figura 82 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria da intenção de uso (universo de 30 utilizadores) .....	81
Figura 83 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria da facilidade de uso (universo de 30 utilizadores) .....	81
Figura 84 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria da utilidade (universo de 30 utilizadores) .....	82
Figura 85 - Arquitetura da plataforma UA SmartSpots .....	82
Figura 86 - Base de dados.....	83
Figura 87 - Exemplo de resposta enviada a um pedido .....	84
Figura 88 - Backoffice - Página inicial .....	85
Figura 89 - Aplicação - Organização de componentes.....	88
Figura 90 - Aplicação - Estrutura de navegação .....	90
Figura 91 - Aplicação - Página inicial .....	91
Figura 92 - Aplicação - Login .....	91
Figura 93 - Aplicação - Registo.....	91
Figura 94 - Aplicação – Header .....	91
Figura 95 - Aplicação - Menu lateral .....	91
Figura 96 - Aplicação - Menu de navegação.....	91
Figura 97 - Aplicação - Reservas anteriores .....	92
Figura 98 - Aplicação - Reservas de hoje .....	92
Figura 99 - Aplicação - Reservas futuras .....	92
Figura 100 - Aplicação - Mapa .....	92
Figura 101 - Aplicação - Pisos .....	92
Figura 102 - Aplicação - Salas .....	92
Figura 103 - Aplicação - Pesquisa .....	93
Figura 104 - Aplicação - Resultados .....	93
Figura 105 - Aplicação - Notificações.....	93
Figura 106 - Aplicação - Abertura de notificação.....	93
Figura 107 - Aplicação - Edição de perfil.....	94
Figura 108 - Aplicação - Regulamento .....	94
Figura 109 - Aplicação - Ajuda.....	94
Figura 110 - Canvas .....	105
Figura 111 - Ilustração do processo de avaliação com recurso ao método MAX (Cavalcante et al., 2015).....	111
Figura 112 - QR Code 40.1.8.....	113

Figura 113 - QR Code 40.1.14.....	113
Figura 114 - QR Code 40.2.11.....	113
Figura 115 - QR Code 40.2.15.....	113
Figura 116 - QR Code 40.3.9.....	113
Figura 117 - QR Code 40.3.16.....	113

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Gestão de espaços em universidades portuguesas .....	2
Tabela 2 - Smart Campus Domains and applications (Muhamad et al., 2017) .....	7
Tabela 3 - Benchmarking - Funcionalidades .....	23
Tabela 4 - Benchmarking - Plataforma, IoT e tecnologias de check-in/check-out.....	24
Tabela 5 - Considerações sobre a cor, segundo Moreno (2020a).....	27
Tabela 6 - Funções da cor, segundo Akindunjoye (2018) .....	27
Tabela 7 - Fundamentos tipográficos, segundo Moreno (2020c) .....	28
Tabela 8 - Funções da tipografia, segundo Akindunjoye (2018).....	28
Tabela 9 - Boas práticas na utilização de imagens, segundo Babich (2016).....	29
Tabela 10 - Funções das imagens, segundo Akindunjoye (2018) .....	29
Tabela 11 - Princípios para criação de um layout profissional, segundo Moreno (2020b) .....	30
Tabela 12 - Evolução dos telemóveis .....	40
Tabela 13 - Comparação entre os diferentes tipos de aplicações .....	45
Tabela 14 - Frameworks ou bibliotecas frontend.....	48
Tabela 15 - Frameworks ou bibliotecas de backend .....	49
Tabela 16 - Comparação entre as diferentes tecnologias de check-in .....	55
Tabela 17 - Wireframes 1 - Funcionalidades.....	63
Tabela 18 - 1º Focus Group - Resultados .....	66
Tabela 19 - 2º Focus Group - Resultados .....	68
Tabela 20 - Protótipo - Funcionalidades .....	76
Tabela 21 - Avaliações UX - Resultados.....	77
Tabela 22 - Backoffice - Tabelas .....	85
Tabela 23 - Aplicação - Funcionalidades .....	86
Tabela 24 - Requisitos funcionais .....	96
Tabela 25 - Requisitos técnicos .....	96

## Lista de siglas e acrónimos

**API** Application Programming Interface  
**BD** Base de Dados  
**CCCI** Complexo das Ciências da Comunicação e Imagem  
**CRUD** Create, Read, Update and Delete  
**CSS** Cascading Style Sheets  
**DeCA** Departamento de Comunicação e Arte  
**DOM** Document Object Model  
**DRY** Don't Repeat Yourself  
**GUIs** Graphical User Interfaces  
**HTML** Hyper Text Markup Language  
**HTTP** Hypertext Transfer Protocol  
**IDE** Integrated Development Environment  
**IoT** Internet of Things  
**ISO** International Organization for Standardization  
**IxDF** Interaction Design Foundation  
**JSON** JavaScript Object Notation  
**MVC** Model View Controller  
**MVP** Minimum Viable Product  
**NFC** Near Field Communication  
**PWA** Progressive Web App  
**QR** Quick Response  
**REST** Representational State Transfer  
**RFID** Radio Frequency Identification  
**SOAP** Simple Object Access Protocol  
**UA** Universidade de Aveiro  
**UI** User Interface  
**UX** User eXperience  
**VUIs** Voice User Interfaces  
**XML** eXtensible Markup Language



# 1. Introdução

## 1.1. Contextualização

O ensino universitário, nomeadamente no que diz respeito aos cursos ministrados no Departamento de Comunicação e Arte (DeCA), da Universidade de Aveiro (UA), exige com frequência a realização de sessões de estudo ou de trabalhos em equipa. Contudo, nem sempre é fácil encontrar locais apropriados dentro da universidade para a realização destas atividades, cumprindo os requisitos de segurança e assegurando um nível de conforto aceitável. A situação atual, de pandemia da Covid-19, vem tornar esta questão ainda mais premente e urgente de resolver. Assumido este problema, surgiu a ideia da criação de uma plataforma que pudesse ajudar nesta problemática, apresentando-se este projeto de dissertação como uma proposta de solução para o contexto do DeCA.

Abordando o tema da gestão de espaços partilhados, pode-se verificar que este é um conceito bastante simples, referindo-se, como o próprio indica, à organização de diversos locais que são comuns a um certo número de pessoas. Ao longo da história humana, esta gestão foi sempre algo que aconteceu de uma forma natural e sobre a qual foi recaído alguma evolução. Nos dias que correm, é cada vez mais notória a falta de organização de muitos locais de utilização pública, sendo que este problema acabou por se agravar ainda mais com o surgimento da atual pandemia. Neste sentido, foram emergindo soluções que permitem uma organização do número pessoas e dos lugares marcados dentro dos edifícios, que vão desde simples (ou mais complexas) contagens da lotação dos espaços, à reserva de lugares específicos, como é exemplo a compra de bilhetes para eventos culturais ou espetáculos desportivos.

Ao nível universitário, os alunos viram agravados alguns problemas que já existiam anteriormente, principalmente no que toca à falta de lugares de estudo, sobretudo devido às normas que exigem o distanciamento social entre pessoas, imposto pela pandemia. Deste modo, entendeu-se que seria pertinente perceber a realidade que as instituições de ensino superior nacionais atravessam, relativamente à questão de reserva de mesas ou lugares em locais de estudo, bem como a monitorização de fluxos dentro das mesmas.

Começando pela Universidade de Aveiro, sempre que um aluno necessita de um local para estudar, dispõe de algumas soluções para requisição do mesmo, embora na maior parte estas não permitam uma marcação antecipada, sem necessidade de deslocação ao local. Em diversos departamentos existem salas de estudo coletivas, onde não é possível fazer reserva de lugares, ou seja, as entradas são definidas mediante a ordem de chegada ao local. Quanto à requisição de outras salas, estas podem ser efetuadas através do envio de um *email* para a direção do departamento em questão, ou pelo preenchimento de um formulário em papel, na portaria do mesmo. Já nas bibliotecas, a questão é semelhante. Se o aluno quiser um lugar individual de estudo, terá de se deslocar ao local e procurar uma mesa que esteja disponível, sendo que, se quiser reservar uma sala no mesmo edifício, terá de ir à secretaria da biblioteca e conferir a sua disponibilidade.

Já ao nível de outras universidades portuguesas, não há muita informação disponível relativamente à reserva de lugares ou salas de estudo, uma vez que, em muitas ocasiões, essa informação é apenas de carácter interno. Ainda assim, depois de

realizada alguma pesquisa, foi possível perceber que diversas instituições de ensino disponibilizam algumas soluções para reserva de salas ou lugares, embora se cinjam a recursos mais simples e processos mais demorados, como um pedido através do *site* da universidade, o envio de um *email* ou até mesmo o preenchimento de um formulário digital ou em papel, não sendo conhecidas aplicações que possibilitem uma gestão de forma instantânea e em tempo real. Deste modo, segue-se a Tabela 1, onde é possível perceber a realidade de 5 instituições de ensino portuguesas, em relação ao tópico abordado.

Tabela 1 - Gestão de espaços em universidades portuguesas

Universidade de Aveiro	Reserva de salas, tanto no local como através de <i>email</i>
Universidade do Minho	Reserva de cabinas individuais, gabinetes de estudo em grupo e algumas salas, através de um portal <i>online</i>
Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra	Reserva de lugares em salas coletivas, através do preenchimento de um formulário <i>online</i>
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	Reserva de salas de estudo em grupo, apenas no local
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto	Reserva de salas e gabinetes de estudo, através de um portal <i>online</i>

Analisando a realidade vivida em diversas instituições de ensino nacional, foi perceptível a falta de plataformas onde os alunos, e demais comunidade universitária, possam reservar, de forma simples e em tempo real, lugares ou salas de estudo. Os recursos mais utilizados passam por requisições apenas no local, ou através de pedidos por formulários ou portais das universidades, sendo assim demonstrada uma lacuna que dificulta o dia-a-dia dos estudantes portugueses. Desta forma, demonstra-se a pertinência do presente projeto de investigação, que irá atuar de forma local, ou seja, no Departamento de Comunicação e Arte (DeCA), da Universidade de Aveiro (UA), tentando atenuar este problema e podendo, no futuro, ser escalável a outros departamentos e/ou universidades.

## 1.2. Objetivos da investigação

Uma vez entendido o problema que levou ao surgimento deste projeto de dissertação, é possível esclarecer a finalidade e os objetivos associados ao mesmo. Assim, esta investigação teve como finalidade a concetualização e implementação de uma plataforma para consulta, controlo e marcação de lugares em espaços de estudo partilhados, no Departamento de Comunicação e Arte, da Universidade de Aveiro. De forma a se alcançar esta finalidade, foram delineados alguns objetivos, que guiaram a realização do projeto e que serviram de base para responder à questão de investigação. Deste modo, os objetivos definidos foram os seguintes:

- Realizar um estudo UX com vista ao levantamento de necessidades e construção da interface da aplicação;
- Desenvolver protótipos não-funcionais (de baixa-fidelidade e posteriormente alta-fidelidade) e avaliá-los junto de um conjunto de



participantes correspondente ao público-alvo, recolhendo *feedback* para o seu refinamento;

- Efetuar um levantamento de soluções técnicas para validação da localização/proximidade dos utilizadores;
- Elaborar um levantamento das tecnologias *frontend* e *backend* que melhor se ajustam às necessidades do projeto;
- Implementar a aplicação proposta.

### **1.3. Questão de investigação**

Para atingir os objetivos definidos e dar um rumo à orientação do projeto, definiu-se uma questão de investigação, que exprime aquilo que se pretende compreender, em consonância com os objetivos. Segundo Quivy & Campenhoudt, (2013), uma boa pergunta de investigação deve seguir alguns critérios, de modo a ser corretamente formulada e expressar exatamente o que o investigador pretende. Assim, uma questão de investigação deve possuir qualidades de clareza, exequibilidade e pertinência. Quanto à clareza, os autores explicam que se pretende que a pergunta seja concisa e precisa, ou seja, que não seja demasiado vaga e cujo sentido não admita confusões (Quivy & Campenhoudt, 2013). No que toca à exequibilidade, a pergunta deve antever um trabalho que seja possível e realista, ou seja, o investigador deve assegurar que tem recursos (tempo, dinheiro e meios logísticos) que lhe irão permitir obter uma resposta válida (Quivy & Campenhoudt, 2013). Já quanto à pertinência, a pergunta não deve admitir julgamentos morais, ou seja, deve abordar o que é real em termos de análise (Quivy & Campenhoudt, 2013), bem como ter uma intenção. Tendo em conta estas 3 qualidades, foi elaborada a seguinte pergunta de investigação:

“Que características de interface/interação e requisitos técnicos/funcionais deve possuir uma aplicação para gestão de espaços partilhados, destinada aos alunos do Departamento de Comunicação e Arte, da Universidade de Aveiro?”

Analisando a pergunta formulada, esta é clara porque designa de forma óbvia o objetivo da investigação, não admitindo qualquer dúvida, é exequível porque restringe o seu campo de observação a uma comunidade em específico, sendo também pertinente, uma vez que não permite confusões, especificando o tipo de características e requisitos que se pretendem obter com o desenrolar da investigação.

Concluindo, esta pergunta definiu o rumo da investigação, que culminou com o desenvolvimento de um produto, com as características pretendidas pelo público-alvo e que cumpre os requisitos técnicos/funcionais que melhor se adaptam ao tipo de plataforma que se desenvolveu.

### **1.4. Apresentação da estrutura do documento**

O presente documento organiza-se em cinco grandes capítulos, que facilitam a compreensão de todo o processo de investigação, iniciado em setembro de 2020 e concluído em junho de 2021.

O primeiro capítulo, a Introdução, tem como objetivo contextualizar o problema que deu origem à investigação e conceção do produto final, esclarecendo quais os objetivos e a questão que guiou a conceção do projeto.

O segundo capítulo, o Enquadramento Teórico, esclarece os principais conceitos teóricos da investigação, de forma a suportar uma melhor compreensão de cada uma das fases do projeto. Inicia-se com um estado da arte de aplicações semelhantes à desenvolvida, abordando-se ainda questões relacionadas com a interface e interação em dispositivos móveis, o desenvolvimento de aplicações móveis e possíveis soluções de monitorização/comunicação.

O terceiro capítulo, a Metodologia, expõe qual a natureza, abordagem e metodologia utilizadas, clarificando ainda o desenho de investigação e quais os métodos/instrumentos de recolha de dados que permitiram um contacto com o público-alvo, em cada uma das fases.

O quarto capítulo, a Implementação, clarifica cada fase do processo de conceção da aplicação, iniciando-se no desenvolvimento de um protótipo de baixa-fidelidade (*wireframes*), evoluindo para um protótipo de alta-fidelidade (*invision*) e terminando no desenvolvimento de uma aplicação (versão final implementada). Cada subcapítulo explica ainda os resultados de cada fase de recolha de dados, bem como a sua implicação em cada uma das etapas seguintes.

O quinto capítulo, as Conclusões, tem como finalidade a exposição dos principais resultados obtidos com a presente investigação, apresentando as limitações do estudo e as perspetivas de trabalho futuro.

O documento apresenta ainda as referências bibliográficas/*web* utilizadas, assim como alguns apêndices, que permitem: um rápido acesso aos links de cada protótipo; uma melhor compreensão dos métodos e instrumentos utilizados ao longo das etapas de recolha de dados; e um acesso aos *QR Codes* utilizados para *check-in*.

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1. Estado da arte

De forma a se perceber que tipo de projetos já se encontravam no mercado, foi necessário realizar uma análise do estado da arte, relativa a soluções que cumpram uma finalidade semelhante à do produto resultante da presente dissertação. Assim, efetuou-se uma divisão entre dois grandes tópicos de análise (*Smart Campus* e outras soluções), sendo que, no final, esta é concluída com a apresentação de uma tabela de *benchmarking*, que resume as funcionalidades encontradas em cada solução, bem como uma primeira proposta para a aplicação a desenvolver, com base na análise concretizada.

#### 2.1.1. *Smart Campus*

A educação é um setor que tem vindo a beneficiar, de forma significativa, com o surgimento de novas tecnologias, principalmente através da criação de aplicações inteligentes, que visam melhorar a experiência global de ensino e aprendizagem, nos diversos níveis de educação (Min-Allah & Alrashed, 2020). Este tipo de aplicações, assim como a mudança gradual do ambiente de aprendizagem, veio impulsionar ainda mais a reforma e o desenvolvimento tecnológico no ramo da educação (Dong et al., 2020). Seguindo esta linha de pensamento, os *Smart Campus* (ou *campus* inteligentes) tornaram-se uma realidade e têm vindo a adquirir cada vez mais relevância (Dong et al., 2020), um pouco por toda a comunidade de ensino universitário.

##### 2.1.1.1. Conceito

Segundo Muhamad et al. (2017), o termo *Smart Campus* admite interpretações diversas e não consensuais, sendo que diferentes autores adotam abordagens distintas na definição do mesmo. Deste modo, de acordo com Muhamad et al. (2017) e tendo como base uma abordagem tecnológica, um *Smart Campus* é uma tendência definitiva, resultante do desenvolvimento dos *Digital Campus*, através da utilização de tecnologias e da prestação de serviços por meio da internet, utilizando provedores de serviços IoT (*Internet of Things*) e computação em nuvem, para integração de sistemas isolados. Adotando uma abordagem baseada no conceito de *Smart City*, é possível entender que os *Smart Campus* têm bastantes semelhanças com as cidades inteligentes, como pode ser comprovado através dos diversos desafios que são enfrentados, tanto pelas universidades como pelas cidades. Assim, os *Smart Campus* integram tecnologia moderna, de forma a dar suporte a alunos, funcionários e visitantes, que desempenham tarefas distintas em locais distintos. A última abordagem referida por Muhamad et al. (2017) é relativa ao desenvolvimento da organização ou processo de negócios numa universidade. Desta forma, o objetivo principal de um *Smart Campus* prende-se com o desenvolvimento do *campus* através do uso eficiente de recursos, fornecendo serviços inteligentes e de alta qualidade, reduzindo custos operacionais e tornando a vida universitária mais fácil e melhor. Os autores concluem ainda, com base nas três definições referidas anteriormente, que a ideia básica de um *Smart Campus* assenta no esforço feito pelas universidades para integrar um conjunto de tecnologia avançada, de modo a melhorar o desempenho, qualidade e dia a dia das pessoas que integram o *campus* (Muhamad et al., 2017).

Uma vez definido o termo *Smart Campus*, é importante perceber quais as características que estes possuem, assim como as tecnologias que são adotadas pelos mesmos. Compilando as opiniões de diferentes autores, Muhamad et al. (2017) definiram as 4 características fundamentais dos *Smart Campus*:

- Fornecimento de um ambiente inteligente e de um serviço de informações integrado, através de um painel para alunos e professores, adaptado consoante o tipo/funções do utilizador;
- Existência de uma ligação para fomentar a criatividade e a colaboração, por meio de um serviço de informação integrado, usando uma rede de computadores do campus para aceder às aplicações e serviços disponíveis;
- Disponibilidade de troca de dados e ideias entre o campus e o ambiente externo, através do uso de inteligência integrada e plataformas de serviço de informação;
- Gestão eficiente de energia e água.

Ao nível das tecnologias, os *Smart Campus* possibilitam a utilização e emergência das mesmas, em diferentes níveis. As principais tecnologias utilizadas, segundo Muhamad et al. (2017), são: a identificação por rádio-frequência (RFID); a IoT; a *cloud computing*; a visualização 3D e realidade aumentada; a tecnologia de sensores; as tecnologias *mobile* (como NFC, QR Codes e GPS); e os serviços *web*.

Quanto às diferentes utilizações que cada tecnologia pode servir, é possível verificar a existência de 6 domínios, nos quais podem ser integradas diversas aplicações. Na Tabela 2, são apresentados os diferentes domínios, assim como as aplicações que podem ser tidas em conta em cada um (Muhamad et al., 2017).

Tabela 2 - *Smart Campus Domains and applications (Muhamad et al., 2017)*

<i>Domain</i>	<i>Smart Campus Application</i>
<i>iLearning</i>	<i>Smart Learning Management System</i>
	<i>Personalized Learning</i>
	<i>Assessment</i>
	<i>Smart Classroom</i>
	<i>Library Management System</i>
<i>iSocial</i>	<i>Market Management System</i>
	<i>News Management System</i>
<i>iManagement</i>	<i>People Identification</i>
	<i>Smart Attendance</i>
	<i>Safe Learning Environment</i>
	<i>Smart Parking</i>
	<i>Campus Geographic Information System</i>
	<i>Bathroom Management System</i>
<i>iGovernance</i>	<i>Teaching Management System</i>
	<i>Financial System</i>
	<i>Office System</i>
<i>iHealth</i>	
<i>iGreen</i>	<i>Smart Building</i>
	<i>Waste And Water Management</i>

No contexto da presente dissertação, o domínio sobre o qual recai o projeto é o de *iManagement*, uma vez que se centra na gestão geral de uma universidade (neste caso de um departamento), tendo em conta as instalações/infraestruturas, bem como as pessoas (funcionários, docentes, alunos e convidados) que se encontram no *campus* (Muhamad et al., 2017). Por esta razão, foi construído um sistema que possibilita uma gestão inteligente da utilização de diversas salas e locais de estudo, permitindo perceber a distribuição de pessoas pelos variados locais, bem como a sua ocupação.

#### **2.1.1.2. Projetos**

Introduzido o conceito *Smart Campus* e apresentadas as suas características, tecnologias, domínios e utilizações, o segundo tópico sobre o qual recai a investigação

do estado da arte diz respeito às soluções de reserva de salas/lugares de estudo ou de monitorização inteligente de pessoas, integradas em projetos de *Smart Campus*. Seguem-se as 4 aplicações analisadas, sendo referidas as suas funcionalidades e pontos fortes/fracos.

### The CXApp Smart Campus <sup>1</sup>

A CXApp (Figura 1) surgiu em 2017, sendo atualmente uma aplicação líder de mercado, no setor de gestão de locais e *campus*. Engloba soluções diversas, desde gestão de *campus* universitários, secretárias, eventos, reuniões e comunidades. A versão analisada é referente à gestão de *Smart Campus*, conferindo diversas funcionalidades ao nível de reservas e de outras dimensões.

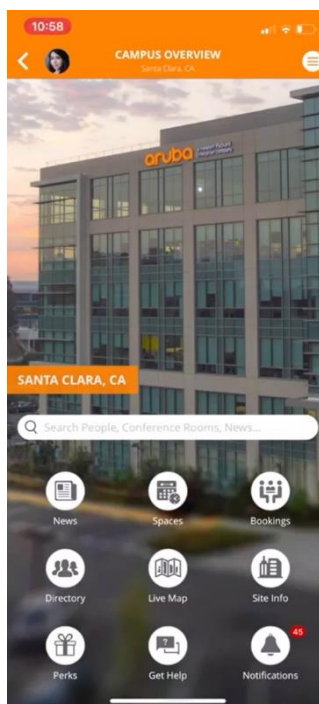


Figura 1 - CX App - Página inicial (imagem retirada do YouTube da CX App)

A funcionalidade chave prende-se com a reserva de salas para reuniões ou até de mesas, para estudo de forma individual. No que toca às salas, a pesquisa pode ser realizada por data e hora, assim como pela sua capacidade, sendo disponibilizadas duas vistas: um mapa do piso onde a pessoa se encontra (que pode ser alterado para outro local), através de um sistema de localização em tempo real, dentro do *campus*; ou uma lista dos locais, indicando se estão ou não disponíveis (que pode ser filtrada por data/hora, proximidade ou edifício/piso). Neste mapa, o utilizador deve selecionar uma sala entre as disponíveis, sendo depois mostrados os detalhes da mesma (como a sua designação, capacidade e localização) e dada a possibilidade de reserva desta (através da inserção de um nome e descrição para a reunião, bem como dos seus participantes). A reserva pode ser efetuada para uma data diferente da atual, bem como para um local distinto do que o utilizador se encontra. Este processo pode ser consultado na Figura 2.

---

<sup>1</sup> The CXApp Smart Campus - <https://thecxapp.com>

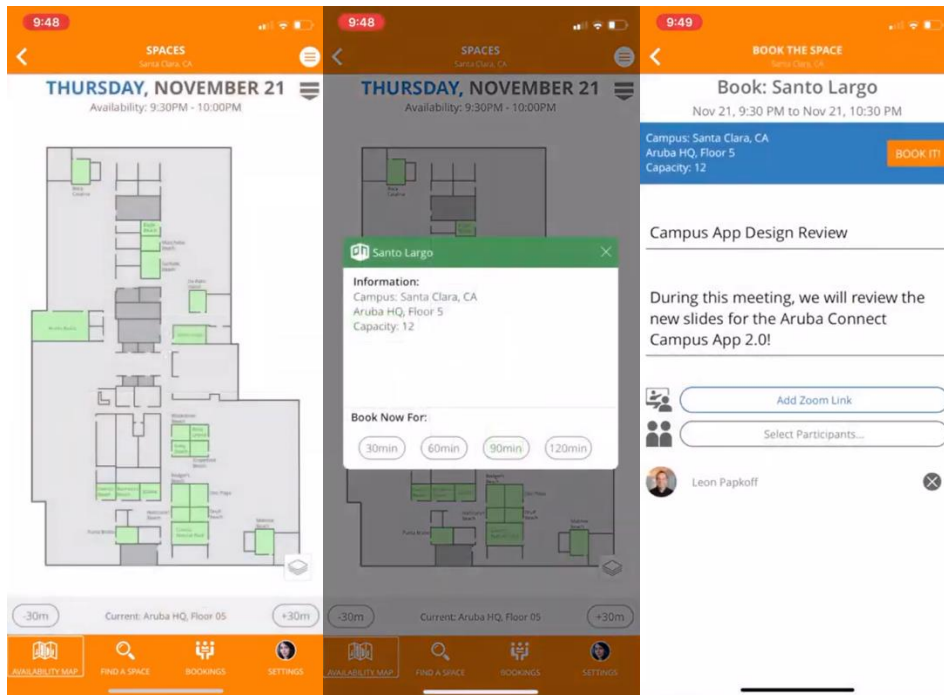


Figura 2 - CXApp - Processo de reserva de sala (imagem retirada do YouTube da CX App)

Quanto à reserva de mesas, o mecanismo é semelhante ao anterior, podendo ser consultado na Figura 3. É apresentada uma lista de resultados de pisos e salas com mesas disponíveis, que podem ser filtrados por proximidade, edifício ou piso/sala. Ao clicar num dos resultados, é apresentado um mapa com as mesas disponíveis e, ao clicar numa destas, é possível concluir a reserva. Para se aceder facilmente às reservas efetuadas, existe ainda uma secção com as reuniões e salas que o utilizador marcou.

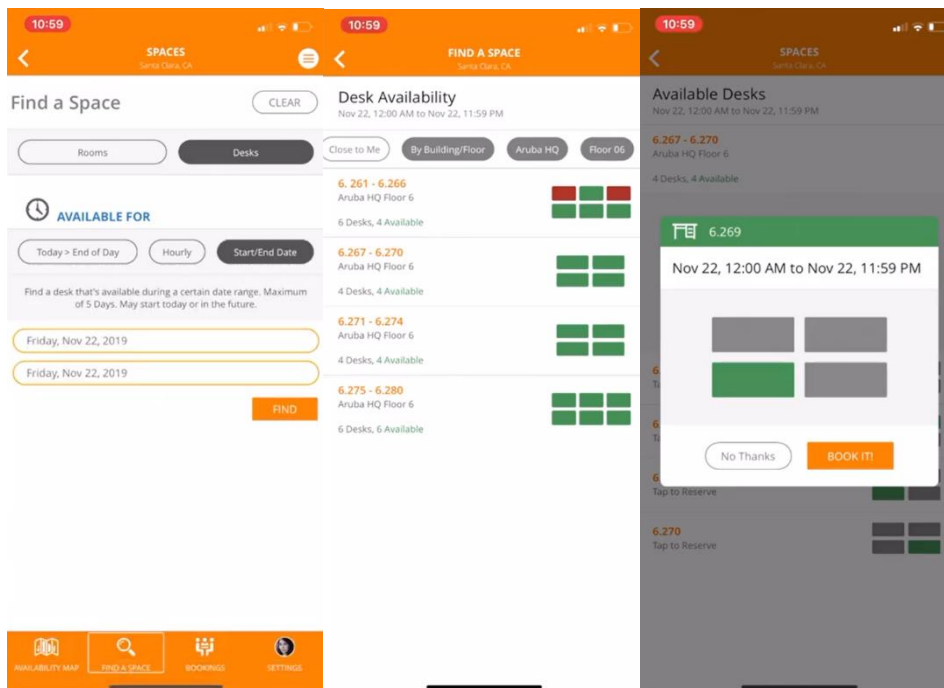


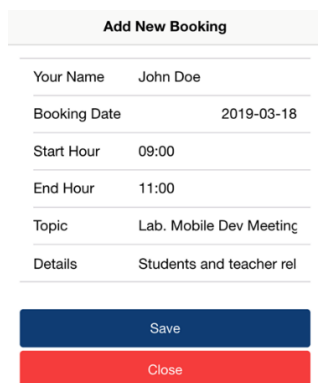
Figura 3 - CXApp - Processo de reserva de mesa (imagem retirada do YouTube da CX App)

Esta aplicação disponibiliza ainda alguns recursos bastante úteis, como direções para encontrar salas em tempo real e um sistema de notificações, entre outros.

Efetuada um balanço geral, a CXApp para *Smart Campus* é uma aplicação que se assemelha ao que se pretendeu desenvolver com o presente projeto de dissertação, uma vez que possibilita a reserva de salas e/ou mesas, para uma melhor gestão de edifícios. A disponibilização de direções em tempo real para encontrar salas, é um recurso que se destaca dos demais, sendo uma ideia inovadora, embora difícil de implementar no contexto deste projeto.

### Universitas Multimedia Nusantara APP

A próxima aplicação analisada dentro do contexto de *Smart Campus* foi desenvolvida para a Universitas Multimedia Nusantara. Esta aplicação, disponível para Android, iOS e numa versão *web*, permite a reserva de salas, tendo integrado um sistema de notificações inteligente. Para efetuarem uma reserva (Figura 4), os utilizadores apenas necessitam de clicar no botão azul com o símbolo “+”, selecionar o local e preencher os campos que são solicitados (o seu nome, data/hora da reunião, tópico da mesma e detalhes). Existe ainda a possibilidade de se visualizar todas as reservas que já foram efetuadas (Figura 5), sendo que as mesmas podem ser canceladas atempadamente.



Add New Booking	
Your Name	John Doe
Booking Date	2019-03-18
Start Hour	09:00
End Hour	11:00
Topic	Lab. Mobile Dev Meeting
Details	Students and teacher rel

Save

Close

Figura 4 - UMN App - Processo para adicionar uma reserva (Rusli & Halim, 2019)

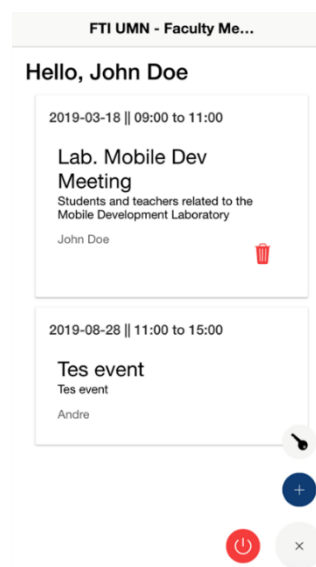


Figura 5 - UMN App - Página com as reservas efetuadas (Rusli & Halim, 2019)

O sistema de notificações funciona de forma inteligente, sendo automaticamente acionado após a realização de uma reserva. Através da infraestrutura de redes sem fios, o sistema consegue detetar a localização *indoor* do utilizador, enviando-lhe, 15 minutos antes da hora de reserva da sua sala, uma notificação de aviso, no caso de este não se encontrar no local reservado por si. Se o utilizador já estiver na sala que reservou, o sistema não envia a notificação, evitando que seja enviada uma notificação desnecessária, reduzindo assim o *overload* (Rusli & Halim, 2019).

Analisando esta aplicação, o ponto que mais se destaca é a funcionalidade das notificações inteligentes, que permite avisar o utilizador apenas se este necessitar. No que toca à reserva de salas, não foi possível perceber de forma detalhada o seu mecanismo, uma vez que a aplicação está apenas disponível para utilizadores que possuam credenciais da Universidade em questão. Mesmo assim, foi possível entender



que o processo poderia ser otimizado e incluir outros recursos, como um mapa das salas disponíveis.

### Study Hunt <sup>2</sup>

A Study Hunt é uma *web app* que foi desenvolvida por um grupo de 5 alunos do 3º ano da University College London, para um módulo sobre IoT (Element14, 2017). Disponibiliza 3 grandes funções (Figura 6) para apoio aos estudantes universitários daquele *campus*, que podem ser bastante úteis no seu dia-a-dia. A funcionalidade *core* da aplicação prende-se com a disponibilização, em tempo real, da quantidade de lugares disponíveis nas salas, através de alguns sensores colocados no local e nas cadeiras. Permite ainda visualizar outros parâmetros, tais como a temperatura e luminosidade de cada sala, ajustando-os em função da quantidade de pessoas que se encontra no local. A última funcionalidade disponibilizada diz respeito a estatísticas acerca dos parâmetros mencionados anteriormente.

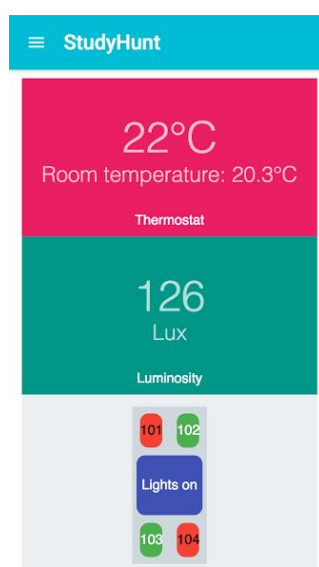


Figura 6 - Study Hunt - Página inicial (imagem retirada do website Element14)

A funcionalidade que mais se assemelha ao que se pretendeu realizar neste projeto é a de disponibilização, em tempo real, da ocupação dos lugares nas salas. O facto de não permitir reservas é um ponto a melhorar, uma vez que um lugar pode estar disponível no momento em que o utilizador consulta a aplicação e indisponível quando o mesmo chega ao local pretendido. Apesar deste ponto menos positivo, a Study Hunt surge nesta análise como um bom exemplo no que toca à gestão de recursos e utilização de sensores.

### Smart Campus Library System

A última aplicação analisada dentro do tópico de *Smart Campus* surgiu para colmatar alguns problemas que são comuns em muitas bibliotecas universitárias. A funcionalidade base da aplicação permite a consulta do número de lugares disponíveis, em tempo real, podendo os resultados ser filtrados consoante o número que se pretende (Figura 7).

---

<sup>2</sup> Study Hunt - <https://rb.gy/f3psyl>

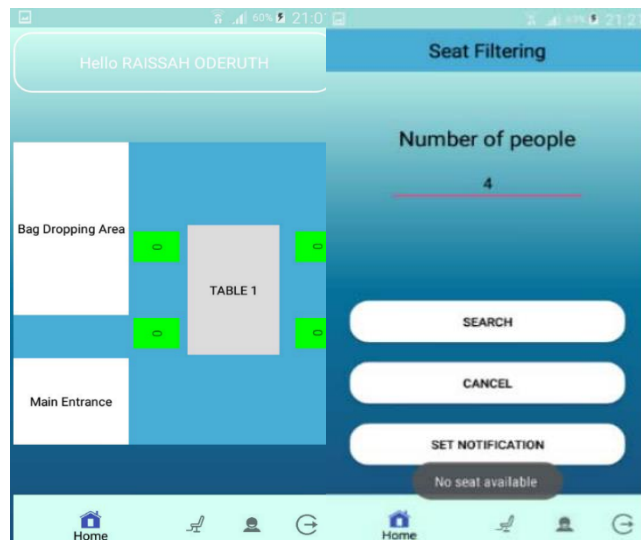


Figura 7 - SCLS - Consulta de lugares disponíveis (Oderuth et al., 2019)

Existe ainda um sistema de notificações (Figura 8), que alerta o utilizador para a abertura e fecho da biblioteca, assim como dá a possibilidade de definir uma nova notificação, para o caso de não haver lugares disponíveis, que o avisará assim que o número de lugares pretendidos estiver livre.

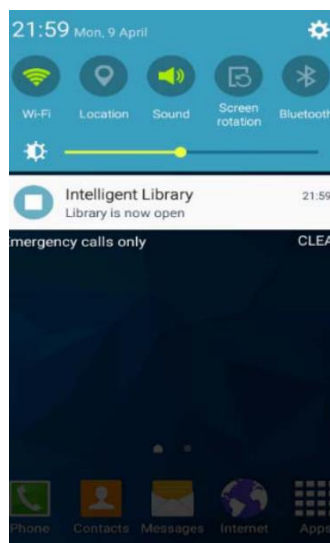


Figura 8 - SCLS - Notificação (Oderuth et al., 2019)

Além das funcionalidades apresentadas anteriormente, este sistema permite ainda guardar, de forma segura, as mochilas dos utilizadores, assim como controlar a abertura da porta e ligar/desligar as luzes da sala em questão.

Embora seja semelhante à Study Hunt, esta aplicação apresenta algumas funcionalidades extra que a anterior não oferece. O maior destaque vai para as notificações, que ajudam a resolver o problema de não haver lugares livres no momento da consulta, possibilitando que o utilizador seja avisado quando a situação se reverter. As outras funcionalidades apresentadas não são tão relevantes para o contexto desta dissertação, uma vez que se relacionam com outros domínios que não serão abordados. Um aspeto que se destaca de forma negativa é a interface da aplicação, com vários elementos desalinhados e uma utilização de cores bastante confusa.

## 2.1.2. Outras soluções

Depois de alargada a pesquisa a outros domínios, percebeu-se que existem projetos que não foram desenvolvidos especificamente dentro da temática dos *Smart Campus*, mas que são semelhantes ao que se desenvolveu na presente dissertação. Segue-se uma análise de cada projeto, onde são referidas as suas funcionalidades e pontos positivos/negativos.

### Waitz <sup>3</sup>

A Waitz é uma aplicação para iOS e Android desenvolvida nos Estados Unidos da América, que ganhou popularidade por permitir, com recurso a dispositivos IoT colocados de forma estratégica, determinar em tempo real a percentagem de ocupação de diversos espaços dentro da University of California San Diego. Atualmente, o serviço já é utilizado em outras universidades dos Estados Unidos e do Canadá.

A funcionalidade chave da aplicação prende-se, como referido anteriormente, com a apresentação da percentagem de ocupação dos diferentes espaços de cada *campus*. A divisão dos mesmos é organizada consoante a atividade a realizar (Figura 9) (estudo, comida, ginásio, etc.), ajudando desta forma os alunos a consultarem mais facilmente o local que procuram.

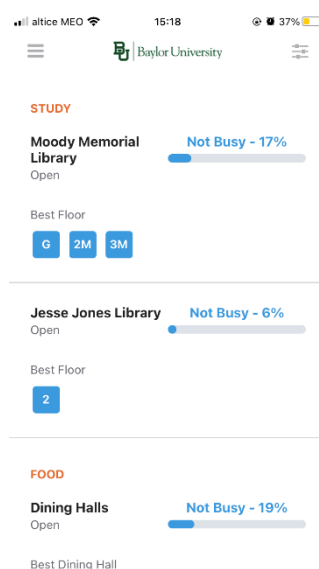


Figura 9 - Waitz - Divisão por atividades (imagem obtida a partir da aplicação Waitz, versão 6.0.5)

Dentro de cada atividade, é efetuada ainda uma divisão por edifício, estando os mesmos repartidos em salas ou pisos. Além disso, é apresentada uma sugestão de qual o melhor local para o estudante se dirigir, mostrando a percentagem de pessoas que se encontra em cada edifício. Ao clicar num edifício (Figura 10), são disponibilizados gráficos de evolução da ocupação dos espaços, para os estudantes analisarem e perceberem qual a melhor hora para se deslocarem aos diversos locais, bem como a ocupação de cada piso ou sala e os respetivos horários de abertura/fecho.

---

<sup>3</sup> Waitz - <https://waitz.io/>

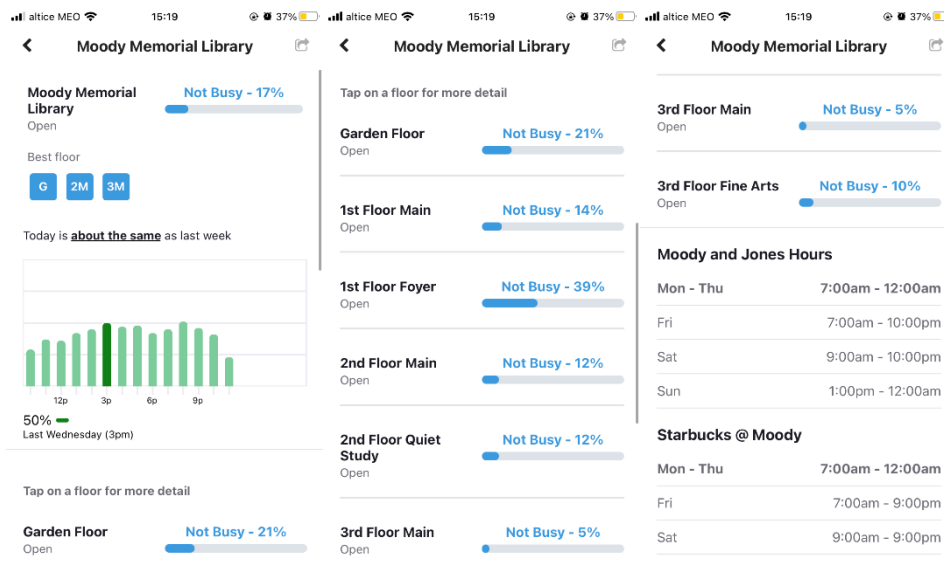


Figura 10 - Waitz - Informação disponibilizada em cada edifício (imagem obtida a partir da aplicação Waitz, versão 6.0.5)

Existe ainda uma vista por cada sala ou piso (Figura 11), com informação semelhante à que pode ser consultada na vista por edifício.

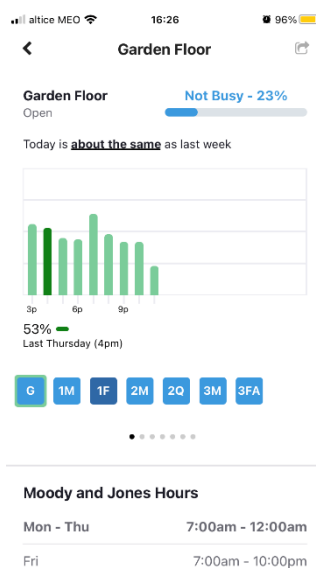


Figura 11 - Waitz - Informação disponibilizada em cada sala ou piso (imagem obtida a partir da aplicação Waitz, versão 6.0.5)

A Waitz destacou-se facilmente pela forma como organiza a informação e por disponibilizar “apenas” um recurso, que apesar de simples é bastante útil e facilita o dia-a-dia dos estudantes que têm a oportunidade de lhe recorrer. A funcionalidade apresentada é algo que se pretendeu incluir no presente projeto de investigação, sendo esta aplicação uma inspiração e modelo a seguir.

#### SeatEd <sup>4</sup>

A SeatEd é uma plataforma disponibilizada pela Universidade de Edinburgo, em que os alunos e demais comunidade podem realizar reservas de mesas dentro do

<sup>4</sup> SeatEd - <https://rb.gy/gnt96i>

*campus*, para as atividades que pretenderem. As reservas podem ser realizadas através da aplicação ou *website*, sendo necessário efetuar *login* com as credenciais da universidade para aceder (Figura 12).

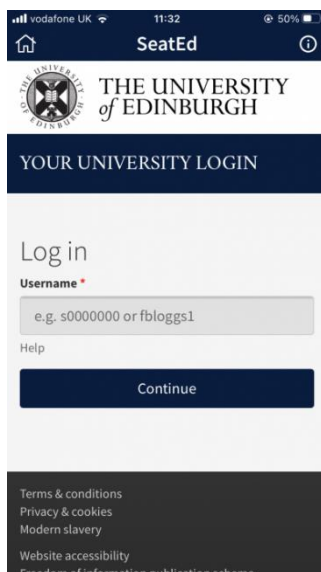


Figura 12 - SeatEd - Página de login (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

No ecrã inicial (Figura 13), os alunos podem escolher se pretendem fazer *check-in* em alguma mesa já reservada, fazer uma nova reserva ou consultar as reservas já efetuadas, assim como ver a sua quota de horas de reserva disponíveis. Se houver uma reserva para uma data próxima ou até mesmo com o *check-in* já realizado, esta informação será também apresentada na página inicial (Univesity of Edinburgh, n.d.).

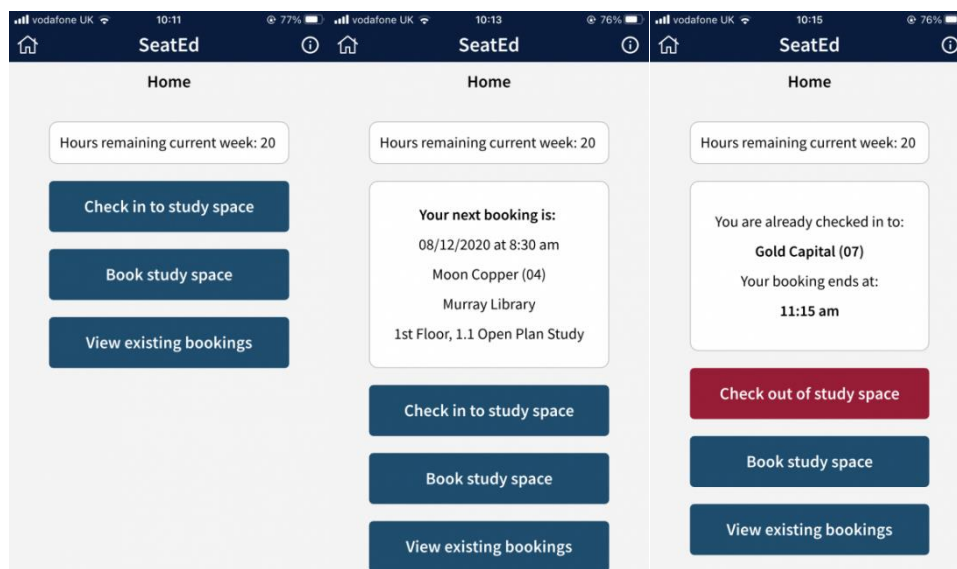


Figura 13 - SeatEd - Página inicial (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

Para criar uma reserva (Figura 14), o utilizador necessita de preencher diversos dados, de modo a que os resultados sejam apresentados de acordo com as suas preferências. São solicitadas informações como: a data, hora e duração da reserva; o nome da mesa pretendida; o *campus* ou edifício; e o tipo de mesa (em local barulhento

ou silencioso, com ficha de eletricidade, com carregamento por USB, com altura ajustável e/ou com computador disponível).

The screenshot shows the 'Find a study space' interface. At the top, there's a header with 'SeatEd' and a home icon. Below it, a calendar for December 2020 is displayed, with the 4th highlighted. To the right of the calendar, there are dropdown menus for 'Select a campus...' and 'Select a building...'. Below these are radio buttons for 'Study space types': 'Noisy', 'Quiet', 'Silent', and 'No preference'. There are also checkboxes for 'Power socket', 'USB charging socket', 'Height adjustable desk', and 'Open access PC'. At the bottom, there are dropdowns for 'Select a start time...' (set to '0 mins') and 'Select a duration...'. A large blue button labeled 'Find available study spaces' is at the bottom right.

Figura 14 - SeatEd - Parâmetros para procura de mesa (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

Uma vez preenchidos os campos anteriores, são apresentadas as mesas disponíveis, bem como os parâmetros que foram utilizados para se obter aqueles resultados (Figura 15). Estes resultados emergem de alguma tolerância relativamente à hora escolhida. Por exemplo, se for solicitada uma reserva para as 15h00, o sistema pode apresentar resultados para as 15h15.

The screenshot shows the 'Book study space' interface. At the top, there's a header with 'SeatEd' and a home icon. Below it, a 'Search parameters' section displays: 'Date: Mon 7 December 2020', 'Start: Near 3PM', 'Start minutes: 0 mins', 'Duration: 2 hours', and 'Campus: King's Buildings'. A blue button labeled 'Return to Book study space' is below. Below that is an 'Available spaces' section. It shows two results. The first result has: 'End time: 5:15 pm', 'Desk name: King Bismuth', 'Desk number: 16', 'Room/Zone: 3.4 Study Room', 'Floor: 3rd Floor', 'Building: Murray Library', 'Desk category: Quiet', and 'Facilities: Power socket, USB charging socket'. A blue 'Book now' button is to the right. The second result has: 'Date: 7 December 2020', 'Start time: 3:15 pm', 'End time: 5:15 pm', 'Desk name: Moon Radium', 'Desk number: 11', 'Room/Zone: 2.1 Flexible Study', 'Floor: 2nd Floor', 'Building: Murray Library', 'Desk category: Quiet', and 'Facilities: Power socket, USB charging socket'. A blue 'Book now' button is to the right.

Figura 15 - SeatEd - Resultados obtidos (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

Uma vez realizada a reserva, esta ficará disponível no espaço destinado a este efeito, onde estão acessíveis todas as reservas efetuadas (Figura 16), sendo possível fazer *check-in*, cancelar alguma reserva ou até repetir reservas já existentes (a mesma mesa para uma mesma hora de outro dia). Esta lista pode ser filtrada pelo dia ou semana atual, assim como futuras semanas.

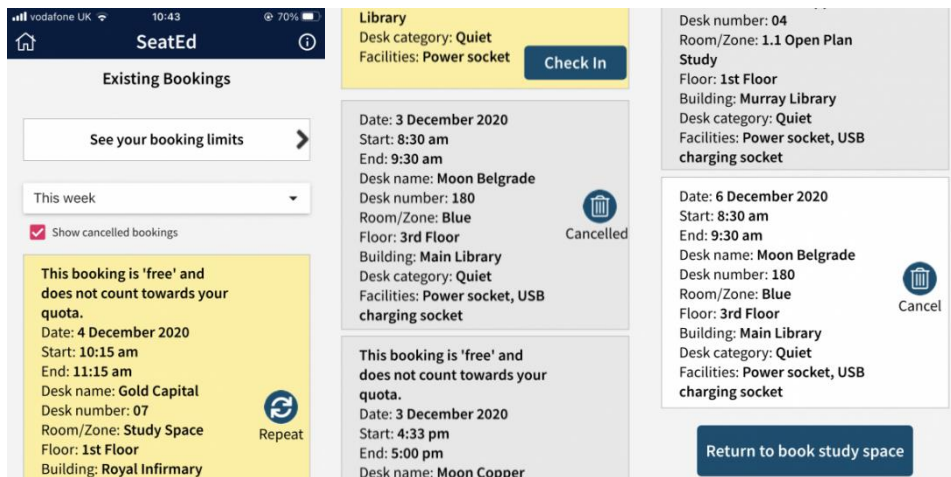


Figura 16 - SeatEd - Reservas já existentes (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

Quanto ao *check-in* (Figura 17), este só pode ser realizado depois da hora de início da reserva, através da digitalização de um QR Code, que estará colocado em cada mesa (Figura 18), ou pela inserção do nome da mesma.

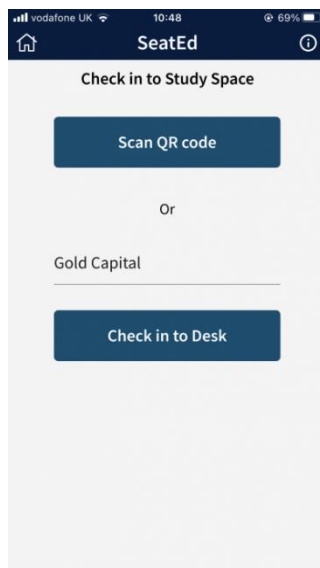


Figura 17 - SeatEd - Check-in (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

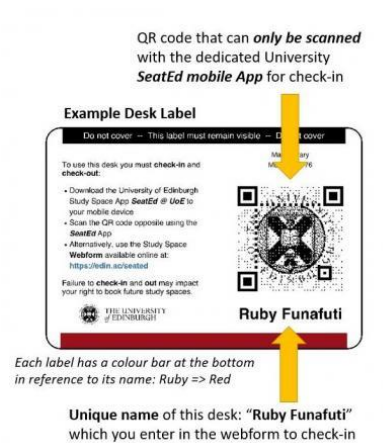


Figura 18 - SeatEd - QR Code de check-in (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

Quanto ao *check-out* (Figura 19), o procedimento é bastante simples, podendo ser efetuado a qualquer momento depois de realizado um *check-in*, em diferentes áreas da plataforma.

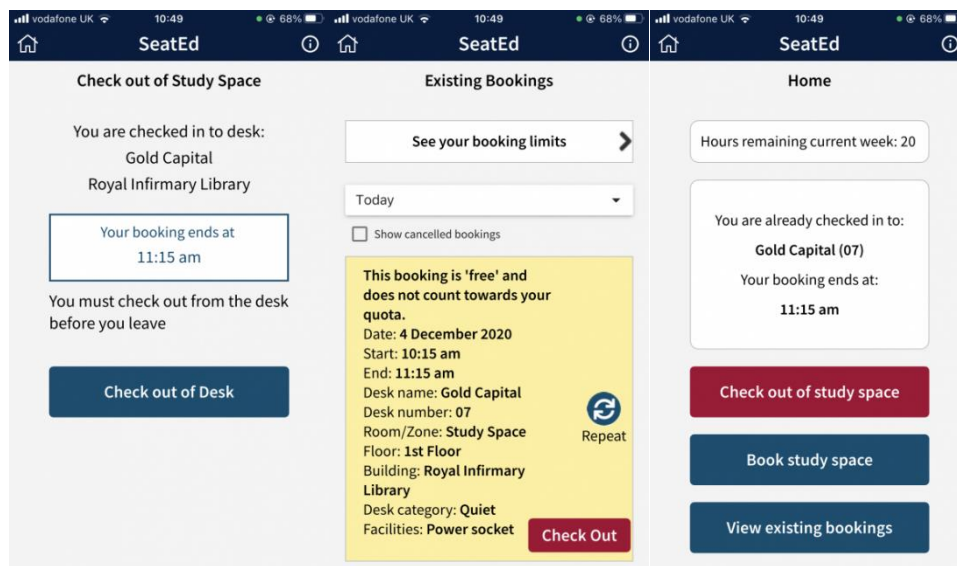


Figura 19 - SeatEd - Diversos procedimentos de check-out (imagem retirada do website da Universidade de Edimburgo)

A SeatEd é uma aplicação que surge de forma natural no presente estado da arte, uma vez que, apesar de não permitir a reserva de salas, acrescenta bastantes detalhes à reserva de mesas, que ainda não tinham sido referidos em nenhuma das aplicações anteriores. Deste modo, esta aplicação foi um modelo a seguir relativamente ao módulo de reservas, tendo sido bastante útil na fase de idealização do projeto.

### Uniphi <sup>5</sup>

A Uniphi é uma aplicação para Android, desenvolvida por estudantes portugueses do Instituto Superior Técnico, que permite consultar locais de estudo, tanto dentro como fora das universidades. Surgiu da necessidade que alguns estudantes sentiram em encontrar um lugar de estudo, principalmente durante a época de exames, tendo sido certamente um forte aliado no dia-a-dia de cada um. Para entrar na aplicação é necessário efetuar um registo, preenchendo alguns campos relativos à área, curso e local de estudo do utilizador. Assim que o registo estiver efetuado, já é possível aceder à página inicial (Figura 20), onde são apresentadas algumas sugestões de locais, com base em diferentes situações (como espaços sempre abertos, esplanadas, etc.).

<sup>5</sup> Uniphi - <https://rb.gy/qdjz23>



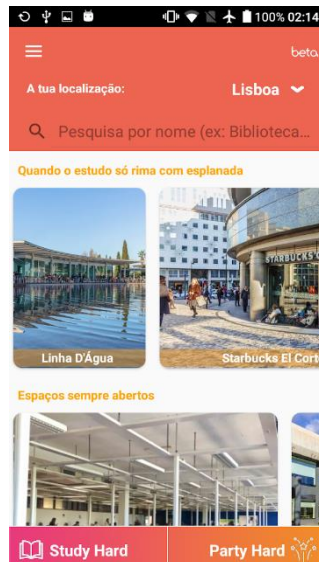


Figura 20 - Uniphi - Página inicial (imagem retirada do Google Play)

Quanto à pesquisa de locais, pode inicialmente ser efetuada uma distinção entre uma pesquisa simples ou avançada (Figura 21). Na simples, apenas se pede ao utilizador que preencha as horas que pretende, assim como o número de participantes e o nível de ruído aceite (tal como a localização, preenchida anteriormente). Na avançada, além dos parâmetros anteriores, é ainda solicitada a seleção, ou não, de outros campos, como a presença de tomadas, *WiFi*, ar condicionado, etc.

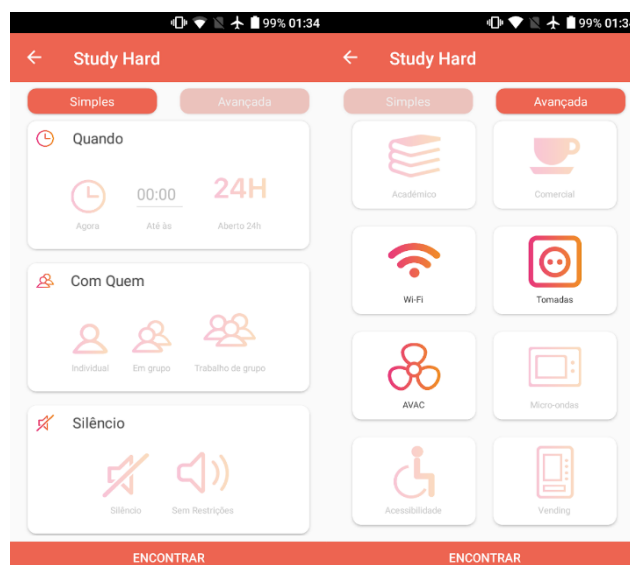


Figura 21 - Uniphi - Pesquisa simples ou avançada (imagem retirada do Google Play)

Uma vez preenchidos os campos anteriores, são apresentados os resultados (Figura 22), tendo em conta os filtros que o utilizador escolheu aplicar. Cada espaço surge acompanhado de uma fotografia, além de alguns detalhes como características, morada, se está ou não aberto, horário e ainda distância ao mesmo. Ao clicar em cada espaço, é possível visualizar com mais detalhe as informações descritas anteriormente.

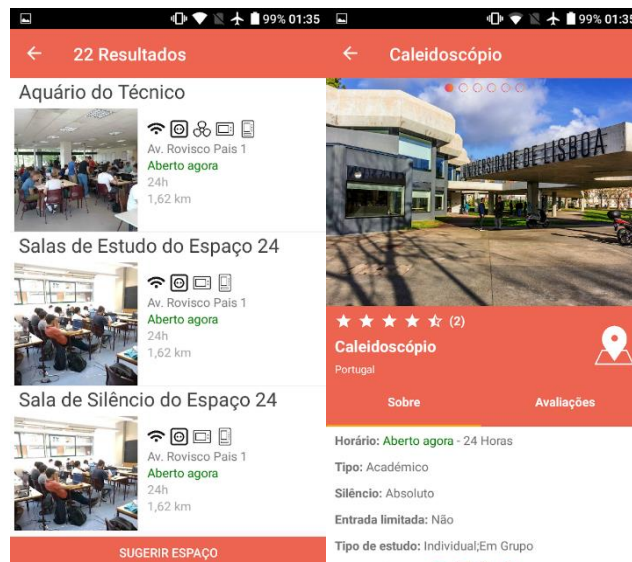


Figura 22 - Uniphi - Resultados obtidos e descrição de um espaço (imagem retirada do Google Play)

Além das funcionalidades anteriores, a Uniphi permite que os utilizadores avaliem os espaços disponíveis, assim como sugiram novos locais que considerem ideais para estudar.

Apesar de esta aplicação não permitir reserva de salas nem de mesas de estudo, destacou-se por ser um exemplo português e principalmente pela forma inovadora como a pesquisa de locais pode ser efetuada, através dos diversos filtros que podem ser aplicados. Deste modo, foi um exemplo pelos critérios de filtragem que apresenta, sendo que também se destacou a forma como os mesmos são apresentados, através de fotografias e com recurso a iconografia, para demonstrar as características que o local possui.

### **UStudy**<sup>6</sup>

A UStudy é uma aplicação portuguesa para Android, desenvolvida por alunos do 3º ano da Licenciatura em Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Sem ser necessário efetuar qualquer registo ou *login*, a UStudy possibilita a consulta de locais apropriados para estudo, tal como a Uniphi. Na página inicial (Figura 23), é possível consultar o espaço de estudo do mês, assim como navegar para a lista de espaços ou para a área de sugestões.

<sup>6</sup> UStudy - <https://rb.gy/8aogz6>



Figura 23 - UStudy - Página inicial (imagem obtida a partir da aplicação UStudy, versão 1.0.3)

Na área relativa aos espaços de estudo, são listados todos os resultados disponíveis (Figura 24), que apenas podem ser filtrados por proximidade ou pela indicação do local pretendido. Cada resultado é apresentado com o seu nome e morada, sendo acompanhado de uma fotografia do mesmo.

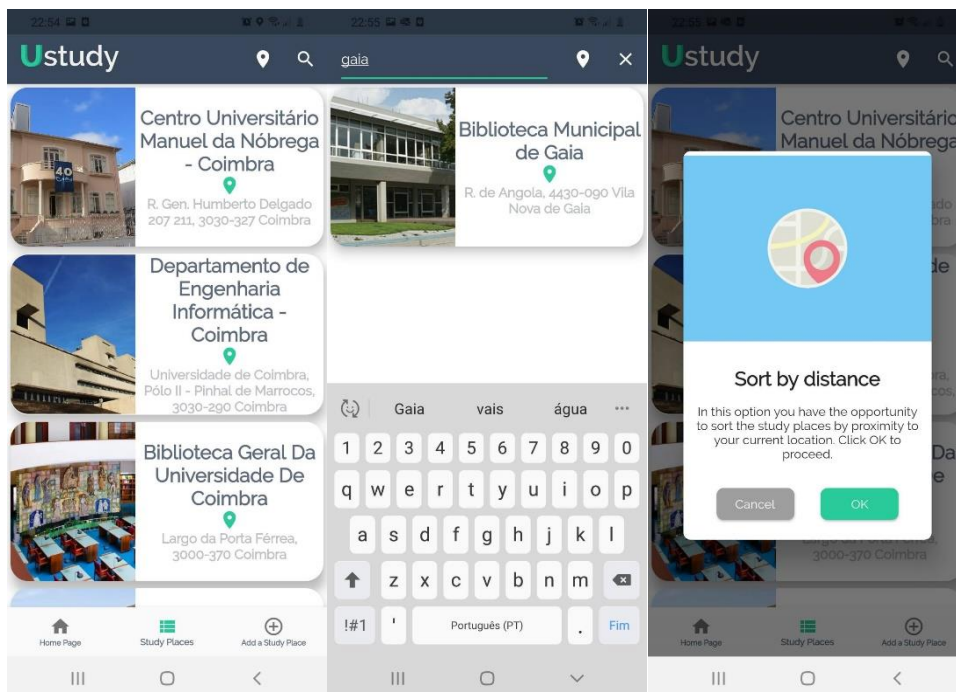


Figura 24 - UStudy - Espaços de estudo disponíveis (imagem obtida a partir da aplicação UStudy, versão 1.0.3)

Ao clicar num espaço listado nos resultados (Figura 25), são apresentadas fotografias do local, a morada, o horário, algumas características (como ocupação

média, lugares de estacionamento, *WiFi*, barulho e casas de banho) e comodidades do local (como aquecimento, tomadas, comida, etc.).



Figura 25 - UStudy - Apresentação de local de estudo (imagem obtida a partir da aplicação UStudy, versão 1.0.3)

Por último, esta aplicação permite ainda sugerir novos espaços de estudo, tornando-a colaborativa, com a ajuda da comunidade.

A UStudy, apesar de não permitir a reserva de salas ou lugares, surge no presente estado da arte porque, além de ser uma aplicação nacional, consegue apresentar a informação de uma forma bastante intuitiva e simples. O facto de apresentar apenas uma funcionalidade acaba por ser benéfico para os utilizadores, uma vez que não permite confusões, não deixando que se percam ao longo da aplicação. Concluindo, a UStudy pode ser considerada um exemplo na apresentação da informação, recorrendo a iconografia na descrição dos locais, o que torna a leitura mais fácil e limpa.

### 2.1.3. Benchmarking

De forma a resumir os dados apresentados no ponto anterior, elaborou-se uma tabela de *benchmarking* (distribuída em duas páginas nas Tabela 3 e Tabela 4), onde são abordados aspetos relacionados com as aplicações analisadas, como a plataforma utilizada, as funcionalidades, IoT e a tecnologia de *check-in/check-out*. Deste modo, tornam-se mais perceptíveis os domínios a que cada aplicação consegue responder, bem como mais compreensível uma comparação entre cada uma. Na última coluna da tabela, encontra-se uma primeira proposta de funcionalidades para a aplicação idealizada, tendo como base os aspetos positivos e negativos das *apps* estudadas e as lacunas detetadas ao longo das diversas análises.

Tabela 3 - Benchmarking - Funcionalidades

		Aplicações											Proposta
		CXApp	UMN	Study Hunt	SCLS	Waitz	SeatEd	Uniphi	UStudy				
Reserva	Salas	x	x										x
	Mesas/Lugares	x					x						x
Pesquisa/Consulta		x		x	x	x	x	x	x				x
	Nome do espaço						x						x
Filtragem	Nº pessoas	x			x			x					x
	Horário	x					x	x					x
	Características do local							x					x
	Localização	x				x	x	x	x				x
Funcionalidades de resultados	Resultados num mapa	x		x	x								x
	Resultados numa lista	x				x	x	x	x				x
	Nome do espaço	x				x	x	x	x				x
	Localização	x				x	x	x	x				x
	Características			x			x	x	x				x
	Horário					x	x	x	x				x
	Ocupação			x		x							x
	Em tempo real												
	Estimativa												
	Sugestão de melhor local												
Secção com reservas realizadas		x	x				x						x
	Direções para o local, em tempo real	x											
Localização <i>indoor</i>		x											
	Limite de reservas												
Cancelamento de reservas		x	x				x						x
	Sugestão de outros espaços												
Registo/ <i>Login</i>		x	x		x		x	x	x				x
	Avaliações												
Notificações		x	x		x								x

Tabela 4 - Benchmarking - Plataforma, IoT e tecnologias de check-in/check-out

		Aplicações										
		CXApp	UMN	Study Hunt	SCLS	Waitz	SeatEd	Uniphi	UStudy	Proposta		
Plataforma	App	?	x		x	x	x	x	x	x		
	Android iOS	?	x			x	x			x		
IoT	Website		x	x			x			x		
	Raspberry Pi Arduino	?			x	x				x		
Tecnologia de check-in e check-out ou monitorização		?		x								
	WiFi	?	x	x	x	x				x		
	Bluetooth	?			x					x		
	RFID	?										
	NFC	?										
	QR Code	?					x			x		

Examinando as Tabela 3 e Tabela 4, e tendo em conta as 8 aplicações analisadas, pode-se concluir que:

- A plataforma mais utilizada é o Android;
- A maioria permite uma pesquisa ou consulta de locais disponíveis (sejam mesas/lugares ou salas);
- Existe uma grande diversidade quanto aos filtros utilizados;
- Os resultados são apresentados de forma diferente, quer seja por lista ou mapa;
- Em cada resultado, são mostradas informações e características distintas;
- Existem funcionalidades e ideias disponibilizadas apenas numa aplicação, o que demonstra o seu carácter inovador (como a apresentação de direções para locais em tempo real) ou menos consensual (como a existência de uma quota de reservas);
- A tecnologia mais utilizada para a confirmação de chegada aos locais é o WiFi, embora exista uma aplicação que utiliza de forma eficaz os QR Codes.

Analisando os tópicos apresentados anteriormente, foi possível retirar conclusões e determinar algumas funcionalidades a incluir no primeiro protótipo da aplicação, para validação junto dos utilizadores. Desta forma, propôs-se a inclusão das seguintes funcionalidades:

- Reserva de salas ou lugares em locais de estudo partilhados, assim como possibilidade de cancelamento das mesmas;
- Pesquisa/Consulta de lugares disponíveis, com base em determinados filtros, como a localização, nº de pessoas, horário e características do local (ajudando o utilizador a encontrar exatamente aquilo que procura e que corresponde às suas necessidades);
- Apresentação dos resultados através de um mapa (permitindo aos utilizadores escolherem exatamente a mesa ou sala que pretendem);
- Exibição das características de cada local disponível e a sua ocupação, em tempo real (possibilitando ao utilizador uma perceção imediata e evitando deslocações desnecessárias aos locais);
- Secção com as reservas futuras;
- Disponibilização de notificações (ajudando o utilizador a não se esquecer de reservas que já efetuou).

Uma vez concretizado um estudo de mercado comparativo e entendidas as funcionalidades a incluir num primeiro protótipo da aplicação, foi necessária a realização de uma investigação aprofundada sobre diversas temáticas cruciais para projetar e implementar a plataforma pretendida. Desta forma, entendeu-se pertinente estudar as diversas questões relacionadas com: a interface e interação em dispositivos móveis, de modo a que se projetasse um produto adequado às necessidades e desejos do público alvo; o desenvolvimento de aplicações móveis, para uma implementação de forma adequada e otimizada; e as soluções de monitorização, de forma a se perceber qual a melhor tecnologia para complementar a aplicação, assim como alternativas viáveis à mesma.

## 2.2. Interface e interação em dispositivos móveis

Considerando a crescente tendência de utilização de *smartphones* para diversas tarefas do dia-a-dia e a anunciada evolução das tecnologias, foi necessário começar-se a pensar em interfaces que se adaptassem aos diversos tipos e tamanhos de dispositivos, bem como às necessidades dos utilizadores que lidam com as mesmas no seu dia-a-dia. Para isso, surgiram ideologias como o *Mobile-First Design*, que sugere que a prototipagem e *design* deve ser feita inicialmente para dispositivos móveis, ajudando assim a garantir que a experiência dos seus utilizadores seja a melhor em qualquer dispositivo (Tran, 2019). Desta forma, tendo em conta que o objetivo da presente dissertação passou pelo desenvolvimento de uma aplicação móvel, entendeu-se que se deveria adotar uma abordagem de *design* centrada no utilizador, estudando-se algumas questões relacionadas com a experiência de utilização de um produto, como *User Interface Design*, *User Experience* e usabilidade. Atentando ainda que se recorre de forma constante a grandes quantidades de dados, aborda-se também o tema da visualização de informação, uma vez que se necessitou de organizar estes dados de uma forma visualmente apelativa. Por conseguinte, nos próximos subcapítulos, serão abordados estes termos, bem como alguns princípios e boas práticas que devem ser aplicados na projeção e desenvolvimento de produtos.

### 2.2.1. User Interface Design

A *User Interface Design* é entendida como uma disciplina que se insere dentro da *User Experience*, focando-se na criação das interfaces que serão o meio de interação com os utilizadores. De seguida, será explicado o conceito, bem como os elementos visuais que compõem as interfaces e os seus componentes, finalizando-se com uma explicação de algumas práticas que devem ser seguidas ao desenhar interfaces para utilizadores.

#### 2.2.1.1. Conceito, objetivos e importância

Segundo a IxDF (n.d.-c), o termo *User Interface* (UI) refere-se ao processo utilizado pelos *designers* para a construção de interfaces, com foco na sua aparência e estilo. O objetivo do UI *design* passa pela criação de interfaces que tornem mais fácil, eficiente e agradável a interação dos utilizadores com o produto (Adobe XD, n.d.). Desta forma, foca-se na antecipação do que os utilizadores poderão necessitar de fazer, garantindo assim que a interface é constituída por elementos que são simples de aceder, entender e utilizar, facilitando a execução de ações (Usability.gov, n.d.-a). Efetivamente, torna-se evidente a importância de adaptação destas interfaces às necessidades e objetivos que os utilizadores pretendem atingir com os produtos, levando a que este campo seja considerado como uma parte crítica do desenvolvimento de qualquer produto de *software* (Babich, 2019).

Reconhecidas como o espaço onde ocorrem as interações entre os humanos e as máquinas (Adobe XD, n.d.), as UIs podem referir-se a diferentes tipologias de interfaces (IXDF, n.d.-c): as gráficas (GUIs); as controladas por voz (VUIs); ou as baseadas em gestos. Na presente dissertação, o foco estará nas GUIs, uma vez que o objetivo se centra na produção de uma aplicação móvel, onde a interação entre os utilizadores com a mesma ocorrerá apenas através da interface gráfica, não incluindo outras vertentes.



### 2.2.1.2. Elementos visuais

Uma vez esclarecido o conceito e a importância do *UI design*, é relevante perceber que elementos visuais são essenciais na estrutura de *websites* e aplicações. Desse modo, abordar-se-ão questões relacionadas com a utilização da cor, tipografia, imagens e *layout* das interfaces.

#### Cor

A cor, segundo Moreno (2020a), é uma impressão sensorial que os olhos percebem a partir da luz, traduzindo-se em diversas formas de conceitos e emoções. É utilizada para evocar ideias e conceitos específicos, sendo aproveitada a sua capacidade não-verbal em oposição a outras formas de comunicação. No que toca ao *design* de interfaces, a cor emprega frequentemente a função de influenciar as perceções dos utilizadores de diversas formas, desde gerar mais cliques, reforçar o reconhecimento da marca ou melhorar aspetos como a usabilidade do produto. Segundo o autor, existem 6 considerações que devem ser tidas em conta, no que toca à escolha de uma cor, como pode ser consultado na Tabela 5.

Tabela 5 - Considerações sobre a cor, segundo Moreno (2020a)

Ligação	Cores específicas estão ligadas a certas emoções
Harmonia	As cores harmoniosas dão um sentido lógico aos elementos
Contraste	O contraste entre cores dá dinamismo à interface
Escala	Escalas de cores reduzem a carga cognitiva
Proporção	Definir uma proporção de cor equilibra a composição
Interação	A cor da interação deve ser clara na sua execução e consistente na interface

Já de acordo com Akindunjoye (2018), as cores definem o *mood* da interface, uma vez que as pessoas respondem a estas de forma emotiva e subjetiva. O autor defende que é necessário controlar essa subjetividade, de modo a que as cores representem o que é pretendido na interface. Deste modo, entende que a cor pode assumir duas funções distintas, como informa a Tabela 6.

Tabela 6 - Funções da cor, segundo Akindunjoye (2018)

<i>Mood</i>	As diferentes cores admitem interpretações e conotações distintas, dependendo de convenções culturais
Navegação	A cor pode ser utilizada a favor da navegação nas interfaces, indicando se os elementos são passivos ou ativos

Tendo em conta diferentes considerações sobre a cor, conclui-se que esta deve ser usada de forma cuidada, procurando sempre um equilíbrio na sua utilização. As interpretações distintas que as cores podem admitir devem ser tidas em conta, uma vez que nem toda a gente compreende e interpreta as cores da mesma maneira, como é exemplo do vermelho, que é interpretado na maior parte dos países como um sinal de perigo, mas que na China representa felicidade, alegria e celebração (Moreno, 2020a).

Deste modo, a utilização de cores nas interfaces deve ser pensada tendo em conta diversos fatores, uma vez que influencia de forma direta o que as pessoas vão pensar do produto e a forma como vão interpretar o seu significado.

### Tipografia

Para Moreno (2020c), a tipografia é uma forma de arte existente há vários séculos, que envolve a organização e seleção de *types*, para tornar a linguagem escrita mais legível. De acordo com o autor, a tipografia correta harmoniza-se com o ambiente e as diversas componentes da interface, mistura-se com o *design* e traz curiosidade aos utilizadores, convidando-os a continuar a ler o que está a ser comunicado. Defende ainda que se deve procurar ter uma diversa gama de opções tipográficas, de modo a se expressar o que realmente se pretende com a interface. Desta forma, Moreno (2020c) explica 6 fundamentos tipográficos que devem ser tidos em conta no *design* de interfaces, para se produzir uma melhor experiência de utilização (Tabela 7).

Tabela 7 - Fundamentos tipográficos, segundo Moreno (2020c)

Cor	A cor da fonte devem possuir um contraste correto com o fundo
Complexidade	A complexidade da fonte deve depender do tamanho que ocupa no ecrã
Espaço	O espaço negativo à volta das letras pode melhorar a sua legibilidade
Tamanho	Devem ser estabelecidas hierarquias, de modo a dar clareza ao conteúdo
Maiúsculas	O texto em letra maiúscula pode direcionar a visão para áreas específicas do <i>design</i>
Alinhamento	O alinhamento do texto define a estrutura e traz unidade

Consultando a perspetiva de Akindunjoye (2018), este considera que a tipografia pode funcionar de diversas maneiras no contexto de uma aplicação ou *website*. Por esta razão, o autor considera que a tipografia pode fazer parte do conteúdo que é consumido, assim como da interface ou até do sistema de *branding* (Tabela 8).

Tabela 8 - Funções da tipografia, segundo Akindunjoye (2018)

Conteúdo	A tipografia torna-se útil quando é difícil descrever certas representações de outra forma
Interface	O texto necessita de possuir uma forma visual e representação tipográfica, tornando-se um elemento da interface É uma forma rápida e concisa para comunicação de ideias completas e específicas
<i>Branding</i>	A tipografia destaca a identidade e individualidade das marcas, podendo ser um elemento de reconhecimento das mesmas

Como foi possível conferir, a tipografia pode assumir diversas funções, quando utilizada como parte integrante do *design* de interfaces. Deve ser entendida como um elemento essencial, através do qual é possível transmitir ideias, que de outra forma não

seriam tão facilmente compreendidas. Conclui-se que deve ser dedicado tempo à tipografia quando se desenha uma interface, uma vez que este investimento será valioso e trará retorno aos utilizadores.

### Imagens

No UI *design*, as imagens são parte integrante da linguagem visual, sendo usadas para ajudar os utilizadores a se relacionarem com a marca e com os seus produtos (Subedi, 2019). A sua utilização, segundo o autor, aprimora a experiência do utilizador, simplificando conceitos complexos ao reduzi-los a figuras. O autor explica que as imagens devem ser informativas e agradáveis, de forma a transmitirem a mensagem certa ao utilizador. De acordo com Babich (2016), existem 5 boas práticas que devem ser adotadas para incorporação de imagens nas interfaces, que podem ser consultadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Boas práticas na utilização de imagens, segundo Babich (2016)

Usar imagens relevantes para cada contexto	Utilizar recursos visuais que tenham uma forte relação com os objetivos da marca
Ter um claro ponto de foco	Tentar minimizar a distração e concentrar o foco em elementos significativos das imagens
Mostrar pessoas reais	Evitar fotografias com muita gente Representar histórias e situações genuínas
Evitar imagens de baixa qualidade	Certificar-se que as imagens se adaptam a diferentes dimensões e ecrãs
Expressar personalidade	Usar ilustrações quando se trata de instruções ou tutoriais Adicionar efeitos criativos

Segundo Akindunjoye (2018), as imagens podem assumir diferentes estilos, como formas, ilustrações, fotografias, *renders* 3D, entre outros. O autor refere ainda que, no contexto do *design* de interfaces, as imagens podem funcionar como conteúdo, *mood* ou navegação (Tabela 10).

Tabela 10 - Funções das imagens, segundo Akindunjoye (2018)

Conteúdo	As imagens podem servir como conteúdo embutido (em <i>grids/frames</i> ) ou imersivo
<i>Mood</i>	As imagens podem ajudar a definir um tom ou ambiente com o qual o público se identifique
Navegação	As imagens podem servir como elementos de navegação, principalmente no ramo do <i>e-commerce</i>

De acordo com as considerações de diferentes autores, é possível perceber que as imagens, nos seus variados tipos, são utilizadas como um elemento crucial de qualquer interface, funcionando como uma componente comunicativa que diferencia um produto. São usadas para reforçar a mensagem que se quer passar, simplificando conceitos que não são fáceis de se expressar/entender com palavras. Entendendo-se que uma imagem vale mais do que mil palavras, reforça-se a importância de uma utilização cuidada e objetiva das mesmas, de forma a que se facilite a compreensão de conceitos e não se complique ainda mais a sua interpretação.

## Layout

O *layout*, último elemento analisado, é a estrutura que suporta os componentes visuais de uma interface (Moreno, 2020b). Apesar de parecer um elemento invisível aos olhos dos utilizadores, um *layout* correto ajuda-os a encontrarem mais facilmente o que procuram. Assume a função de agrupar o conteúdo, ajudando a destacar os dados que são mais importantes. Assim, o autor identifica 7 princípios que devem ser considerados para a criação de um *layout* profissional (Tabela 11).

Tabela 11 - Princípios para criação de um *layout* profissional, segundo Moreno (2020b)

Tamanho	A hierarquia de tamanhos facilita a decisão dos utilizadores
Jornada visual	Estar ciente da jornada visual dá o poder de a manipular
Assimetria	<i>Layouts</i> assimétricos expressam mais movimento e dinamismo
Espaço	O espaçamento correto define o <i>layout</i>
Quebra	Quebrar os tradicionais esquemas prende a atenção do utilizador
Sobreposição	Sobrepor um elemento a outro cria profundidade
<i>Grids</i>	O uso de <i>grids</i> é matematicamente agradável para o olho humano

Concluindo, entende-se que a aplicação de um *layout* simples e consistente ajuda o utilizador a focar-se no conteúdo, reduzindo as suas distrações. Para isso, devem-se combinar diferentes princípios, de modo a adaptar o *design* ao que o utilizador pretende atingir com o mesmo. É conveniente evitar a criação de *layouts* complexos, uma vez que o utilizador se pode perder ao longo destes, retirando o foco daquele que deveria ser o seu objetivo principal ao utilizar a interface.

## Componentes da interface

De seguida, expõem-se os diferentes tipos de componentes que são utilizados para a construção de *websites* e aplicações interativas. Deste modo, estes elementos enquadram-se geralmente numa das seguintes categorias (Hannah, 2019): *input controls*; componentes de navegação; componentes informativos; e *containers*.

Os *input controls* permitem que o utilizador insira informação no sistema (Hannah, 2019), geralmente através de botões, campos de formulário, *checkboxes*, *radio buttons*, *dropdown lists*, *list boxes*, *toggles* ou campos de data (Usability.gov, n.d.-b).

As componentes de navegação ajudam o utilizador a navegar por um produto ou *website* (Hannah, 2019), incluindo elementos como *breadcrumbs*, *tabs*, menus *hamburger*, *sliders*, campos de pesquisa, paginação, *tags*, ícones ou carrosséis de imagens (Usability.gov, n.d.-b).

As componentes informativas auxiliam os utilizadores, enviando-lhes informação (Hannah, 2019) através de notificações, barras de progresso, *tool tips*, caixas de mensagens ou janelas modais (Usability.gov, n.d.-b).

Já os *containers* mantêm o conteúdo agrupado e organizado, nomeadamente através de acordeões, que permitem mostrar ou ocultar informação (Hannah, 2019).

## Boas práticas

No que concerne a melhores práticas para desenho de interfaces, existem diversas perspectivas adotadas pelos diferentes autores. De seguida, apresentam-se os princípios enunciados pelo Usability.gov (n.d.-a) que realça que se devem conhecer os utilizadores, bem como os seus objetivos, habilidades, preferências e tendências. Seguem-se então os princípios enunciados:

- Manter a interface simples – evitar elementos desnecessários e utilizar uma linguagem clara;
- Criar consistência e utilizar elementos de UI comuns – ao utilizar elementos comuns ao longo da interface, os utilizadores sentem-se mais confortáveis e são capazes de concluir mais rapidamente as suas tarefas;
- Criar um *layout* intencional – estruturar a página com base na importância de cada elemento;
- Usar cores e texturas estrategicamente – redirecionar a atenção, utilizando a cor, luz, contraste e textura;
- Usar a tipografia para criar hierarquia e clareza – considerar cuidadosamente o tamanho, fonte e legibilidade do texto;
- Certificar-se que o sistema comunica o que está a acontecer – informar os utilizadores sobre a sua localização, ações, mudanças de estado ou erros;
- Pensar sobre os *defaults* – antecipar cuidadosamente os objetivos dos utilizadores e criar *defaults* que reduzem a carga do utilizador.

### 2.2.2. User Experience

A *User Experience* (UX) é um ramo do *design* que é cada vez mais explorado e sobre a qual recai bastante investigação. De seguida, perceber-se-á o conceito e entender-se-ão algumas das melhores práticas que devem ser implementadas.

#### 2.2.2.1. Conceito e características

O termo *User Experience* é cada vez mais utilizado nos dias que correm, sendo definido e interpretado de formas distintas pelos diferentes autores que o abordam. De acordo com o “*UX White Paper*” (Roto et al. 2011), a natureza multidisciplinar da UX levou a várias definições e perspectivas sobre a mesma, cada uma abordando o conceito de um ponto de vista diferente. Segundo Donald Norman (2016), autor conhecido por ter definido pela primeira vez o termo, a experiência de utilização é um processo contínuo e que passa por tudo, desde a forma como se sente o mundo, experiencia a vida e finalmente pela maneira como se experimenta um produto, aplicação ou sistema (Norman, 2016). Defende ainda que todo o processo de aquisição de um produto faz parte da sua experiência de utilização, desde chegar à loja, vê-lo pela primeira vez, comprá-lo, colocá-lo no carro, chegar a casa, abrir a caixa e montá-lo para o utilizar. Já de acordo com a Interaction Design Foundation (IxDF, n.d.-b), a *UX Design* é explicada como o processo de *design* utilizado para criar produtos que fornecem experiências significativas e relevantes aos utilizadores. A IxDF (n.d.-b) acaba por concordar com a perspectiva de Donald Norman, explicando que a UX envolve o *design* de todo o processo de aquisição e integração do produto, incluindo aspetos de marca, *design*, usabilidade e função (IxDF, n.d.-b). A User Experience Professionals Association (UXPA) avança também com a sua definição do termo UX, cunhando-o como uma abordagem ao desenvolvimento de produtos, que incorpora *feedback* direto do utilizador ao longo do ciclo de desenvolvimento (UXPA, n.d.). Todas estas perspectivas acabam

por colocar a UX como um processo centrado no utilizador, cujo objetivo passa pela criação de produtos/serviços que se adaptem às suas necessidades e desejos. Deste modo, segundo a UXPA (n.d.), são diversos os benefícios de incorporar a UX no ciclo de desenvolvimento de produtos, passando pelo:

- Aumento da produtividade;
- Aumento das vendas e receitas;
- Minimização de custos de treino e suporte;
- Redução de tempo e custos de desenvolvimento;
- Redução de custos de manutenção;
- Aumento da satisfação do utilizador.

Consoante Robert e Lesage (2011), a *User Experience* assume diversas características fundamentais. É multidimensional e holística (possui 6 dimensões – funcional, física, perceptiva, cognitiva, social e psicológica – e 2 meta-níveis – sentido de produção e estética); é subjetiva (diz respeito à experiência de cada um); é um efeito geral no utilizador; estende-se ao longo do tempo (não é algo estático); depende de 4 elementos básicos (um utilizador, a interagir com um sistema, para realizar uma atividade, num contexto específico); aplica-se a um indivíduo ou equipa; e pode ser considerada em diferentes níveis de granularidade.

#### **2.2.2.2. Princípios**

No que toca a princípios que devem ser adotados para se obter um nível exemplar de experiência do utilizador, Norman e Nielsen definiram 4 requisitos (2006):

- Atender às necessidades exatas do cliente, sem confusão nem incómodo;
- Aplicar simplicidade e elegância para a génese de produtos que tragam felicidade ao serem utilizados;
- Ir além de dar aos utilizadores o que eles dizem que necessitam ou de fornecer recursos de uma *checklist*;
- Haver uma concordância e trabalho em equipa entre os diferentes serviços, desde engenharia, *design* gráfico e industrial e *design* de interfaces.

Para a IxDF (n.d.-b), não existe uma definição única do que é uma boa experiência do utilizador, considerando que uma boa experiência de utilização é aquela que atende às necessidades de um utilizador específico, no contexto específico em que ele usa o produto. Tendo isso em conta, definiram 3 pontos essenciais, que um UX *designer* deve atentar relativamente ao uso de um produto: *Why*, *What* e *How*. O *Why* refere-se às motivações para os utilizadores adotarem um produto, assim como os valores e pontos de vista que associam ao mesmo. O *What* foca-se nas funcionalidades do produto, ou seja, naquilo que os utilizadores conseguem fazer com este. O *How* relaciona-se com o *design* de funcionalidade, de uma forma acessível e esteticamente agradável.

Já Jonny Grass (2019), do Career Foundry, considera que existem 5 princípios fundamentais a ter em conta no UX *design*, de modo a se conseguir obter uma boa experiência de utilização, sendo eles:

- Hierarquia:
  - De informação – ter em conta a forma como o conteúdo é organizado;
  - Visual – ajudar os utilizadores a navegar mais facilmente numa página ou secção.

- Consistência – quanto mais familiar for o produto, mais facilmente os utilizadores aprenderão a utilizá-lo e melhor será a sua experiência;
- Confirmação – exigir confirmação para qualquer ação importante ou irreversível é uma das melhores formas de prevenir erros;
- Controlo do utilizador – os utilizadores têm uma melhor experiência de utilização se sentirem que estão a controlar o produto e o que estão a fazer;
- Acessibilidade – projetar produtos que sejam fáceis de utilizar, pelo maior número de pessoas possível.

Em termos de qualidades da experiência de utilização de um produto, Peter Morville construiu uma ferramenta que ajuda a explicá-las, conhecida como *User Experience Honeycomb*. Através do diagrama da Figura 26, é possível entender as diferentes facetas da UX, ou seja, as qualidades que um produto deve possuir para trazer ao utilizador uma boa experiência ao utilizá-lo, sendo elas (Morville, 2004):

- Útil – o produto deve ser útil e preencher uma necessidade;
- Utilizável – o sistema deve ser simples e fácil de utilizar;
- Desejável – a estética visual do produto deve ser atraente e fácil de interpretar, através de um *design* minimalista e direto ao ponto;
- Localizável – as informações devem ser localizáveis e fáceis de navegar;
- Acessível – o produto deve ser projetado de forma a que todos os utilizadores possam ter uma experiência de utilização semelhante;
- Credível – o produto deve inspirar confiança ao utilizador;
- Valioso – os produtos devem agregar valor à entidade que representam.



Figura 26 - User Experience Honeycomb (Morville, 2004)

Em suma, através da análise das perspectivas de diferentes autores, entende-se que a experiência de utilização de um produto assenta em diversos princípios fundamentais, que vão sempre ao encontro das necessidades dos utilizadores, para que estes possam usufruir do mesmo da melhor forma possível.

### 2.2.2.3. Avaliações UX

Para avaliação da experiência de utilização, existem diversos métodos, que centram a sua atenção em torno da capacidade de o utilizador usar um produto para atingir os seus objetivos. Deste modo, as avaliações UX devem ser planeadas com antecedência, de forma a que decorram sem problemas e permitam obter o máximo de *feedback* por parte dos participantes. Assim, devem-se ter em conta algumas etapas:

1. Escolher o método, de acordo com a situação;

2. Planear o procedimento de avaliação;
3. Construir os instrumentos de recolha de dados a ser utilizados em cada método, de acordo com a situação;
4. Aplicar o método e recolher os dados;
5. Analisar e discutir os resultados.

No que toca a métodos de avaliação, o All About UX (n.d.) faz uma listagem de todos os que são conhecidos, referindo que cada um se concentra em perceber como os utilizadores se sentem em relação ao sistema que se pretende avaliar. Categorizam estes métodos de diversas formas, desde o tipo de método, a fase de desenvolvimento, o período de experiência que está a ser estudado ou o avaliador/fornecedor de informações. Os métodos a utilizar no presente projeto de dissertação irão ser descritos de forma mais alongada no capítulo da metodologia de investigação.

Concluindo o subcapítulo da *User Experience*, é importante perceber que a UX é um campo de estudos alargado, na qual se inserem diversas disciplinas, como o *User Interface Design* e a usabilidade. No próximo subcapítulo, destacar-se-á este último conceito, assim como as suas características e diferentes métodos de avaliação.

### **2.2.3. Usabilidade**

De acordo com alguns autores, a usabilidade é uma componente bastante importante da experiência de utilização, preocupando-se de forma mais específica com a facilidade de utilização de um produto ou serviço. De seguida, expor-se-ão algumas definições de usabilidade, assim como diversas formas de testar a usabilidade de um produto, de acordo com alguns autores de relevo na área.

#### **2.2.3.1. Conceito e características**

Segundo o ISO 9241- parte 11 (2018), a usabilidade é a medida pela qual um sistema, produto ou serviço pode ser usado por utilizadores específicos, para atingir objetivos específicos com: eficácia – precisão e integridade com que os utilizadores atingem os objetivos; eficiência – recursos utilizados (tempo, esforço humano, custos e materiais) para atingir os objetivos; e satisfação – conforto e aceitabilidade de uso. Esta definição é utilizada por alguns autores como base para as suas próprias definições de usabilidade, sendo exposta pela International Organization for Standardization (ISO), que promove a normalização em produtos ou serviços.

Jakob Nielsen (2012), considerado um dos maiores especialistas em usabilidade da *web*, define este termo como um atributo de qualidade, que avalia a facilidade de uso das interfaces do utilizador. Quanto à sua importância, o autor considera que, na *web*, a usabilidade é uma condição necessária para a “sobrevivência”. Indica diversas razões para este facto, por exemplo: se um *website* for de difícil utilização, o utilizador acaba por desistir; se a página inicial não for clara e não indicar o que a empresa oferece, acontece o mesmo; se os utilizadores se perderem no *website*, acabam também por sair. Resumindo, explica que sair de um *website* é o caminho mais fácil para qualquer utilizador, uma vez que existem muitos outros com informação semelhante ou que cumpram as mesmas funções. Caracterizando a usabilidade, Nielsen (2012) considera que esta é composta por 5 componentes principais:

- Aprendizagem – facilidade de realização de tarefas básicas, na primeira vez que os utilizadores se confrontam com o *design*;
- Eficiência – rapidez de execução de tarefas, depois dos utilizadores já terem tido contacto com o *design*;



- Memorabilidade – facilidade de reconhecimento e execução de tarefas, depois de algum tempo sem utilizar o *design*;
- Erros – quantidade de erros cometidos, assim como a sua gravidade e posterior recuperação;
- Satisfação – o quão agradável é utilizar o *design*.

### 2.2.3.2. Testes de usabilidade

Para melhorar a usabilidade, existem diversos métodos que permitem a realização deste tipo de estudos. Para Nielsen (2012), o mais comum passa por testar utilizadores de forma individual, assentando em 3 pontos principais:

- Contactar utilizadores representativos, que se enquadrem no público-alvo do produto;
- Pedir aos utilizadores que executem tarefas representativas com a interface;
- Observar as ações dos utilizadores, tendo atenção aos pontos em que têm sucesso e às dificuldades que enfrentam na interface.

Sobre o melhor momento para a realização deste tipo de testes, o autor considera que a usabilidade desempenha um papel em cada etapa do processo de *design*, o que leva a que esta possa ser testada em diversos momentos, devendo começar no início do processo de *design* e continuar a ser testada em cada etapa do procedimento. Neste sentido, Nielsen (2012) enumera ainda alguns momentos nos quais a usabilidade deve ser testada, explicando a finalidade destes testes:

- Antes de iniciar o novo *design*, testar o *design* antigo para identificar as partes positivas que se devem manter ou enfatizar e as partes negativas que causam problemas aos utilizadores;
- Testar os *designs* dos concorrentes, para obter dados sobre uma variedade de interfaces alternativas, que possuem recursos semelhantes;
- Fazer um estudo de campo, para ver como os utilizadores se comportam no seu habitat natural;
- Fazer protótipos em papel de uma ou mais novas ideias de *design* e testá-las;
- Refinar as ideias com melhores resultados nas diferentes iterações, aumentando gradualmente a fidelidade dos protótipos;
- Inspeccionar o *design* em relação a diretrizes de usabilidade estabelecidas;
- Depois de implementar o *design* final, testá-lo novamente, uma vez que é costume aparecerem problemas subtis de usabilidade durante a implementação.

Quanto ao local, o autor explica que estes testes podem ser realizados em laboratórios de usabilidade, salas de conferência ou escritórios, ou seja, qualquer local onde haja silêncio e não existam distrações.

Concluindo, os testes de usabilidade são um ponto crucial de qualquer projeto, devendo ser realizados em diversos momentos, desde o primeiro desenho de funcionalidades, até mesmo depois de concluída a implementação do projeto.

### 2.2.3.3. Avaliações heurísticas

Outro método comum para encontrar problemas de usabilidade no *design* de interfaces passa pela realização de avaliações heurísticas. Neste método, em que se recorre a especialistas em usabilidade, cada avaliador inspeciona várias vezes a

interface, tendo em conta uma lista de princípios escolhida por si, sendo que o ideal é recorrer a diversas pessoas (3 a 5) para este tipo de avaliações (Nielsen, 1994). Cada avaliador deve elaborar uma lista de problemas que encontrou na interface, referindo-se às heurísticas de usabilidade que este considera como não cumpridas. Segundo Nielsen (2020), as heurísticas são princípios gerais para o *design* de interação, que devem ser considerados durante o *design* de produtos ou serviços. Existem diversos autores que apresentaram as suas heurísticas de usabilidade, como Nielsen, Shneiderman e Jordan, sendo que, ao seguir qualquer uma das suas propostas, estar-se-á mais perto de desenhar interfaces que são mais adequadas aos utilizadores e que cumprem o que estes necessitam de fazer. Portanto, apresentar-se-ão as heurísticas de cada autor, explicando-se o significado de cada uma.

Começando por Nielsen, este apresentou em 1990, em conjunto com Rolf Molich, as suas 10 heurísticas de usabilidade (Nielsen, 2020):

1. Visibilidade do *status* do sistema – o sistema deve sempre manter os utilizadores informados sobre o que está a acontecer, enviando *feedback* apropriado, num tempo razoável;
2. Aproximação entre o sistema e o mundo real – o sistema deve referir termos que os utilizadores estão habituados a utilizar no mundo real, ao invés de termos demasiado orientados ao sistema. As informações devem aparecer numa ordem natural e lógica, seguindo as convenções do mundo real;
3. Controlo e liberdade do utilizador – o sistema deve oferecer suporte ao utilizador, para desfazer e refazer ações;
4. Consistência e *standards* – os utilizadores não se devem perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa;
5. Prevenção de erros – o *design* deve evitar a ocorrência de erros. É necessário eliminar as condições sujeitas a erros ou apresentar aos utilizadores uma opção de confirmação, antes de se comprometerem com uma ação importante;
6. Reconhecimento em vez de lembrança – deve ser minimizada a carga da memória para o utilizador, tornando objetos, ações e opções visíveis. O utilizador não deve ter de se lembrar de informações de uma parte para outra. As instruções de utilização devem estar visíveis ou ser facilmente recuperáveis;
7. Flexibilidade e eficiência de uso – o sistema deve adaptar-se ao tipo de utilizador, quer este seja experiente ou inexperiente, por exemplo através de atalhos. Deve-se permitir que o utilizador personalize ações frequentes;
8. *Design* estético e minimalista – os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou desnecessárias. Cada unidade extra de informação diminui a relevância da informação realmente importante, diminuindo a sua visibilidade;
9. Ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros – as mensagens de erro devem ser simples, sem códigos, indicar precisamente o problema e sugerir uma solução construtiva;
10. Ajuda e documentação – mesmo que seja melhor que o sistema seja usado sem necessidade de documentação, pode ser necessário fornecê-la. Essas informações devem ser fáceis de pesquisar, focadas na tarefa do utilizador, listar as etapas concretas a ser realizadas e não ser muito extensas.

Já Ben Shneiderman, enumerou as suas 8 regras de ouro para o *design* de interfaces, sendo elas (Wong, 2020):

1. Esforço pela consistência – a consistência de formas, *layouts*, cores, ícones e fontes deve ser mantida ao longo de todo o projeto. Deve-se padronizar a forma como as ações são transmitidas, garantindo que os utilizadores podem aplicar o seu conhecimento de um clique para o outro;
2. Permitir que os utilizadores frequentes usem atalhos – com o aumento do uso, os utilizadores “chamam” por métodos mais rápidos para concluir as tarefas, de forma a navegarem com mais rapidez e com menos esforço;
3. Oferecer *feedback* informativo – o utilizador deve saber onde está e o que está a acontecer. Para cada ação, deve haver um *feedback* apropriado e legível num período de tempo razoável;
4. Projetar diálogos que indiquem o fim de uma ação – deve-se indicar aos utilizadores onde as suas ações os levam, não deixando que sejam os próprios a adivinhar;
5. Evitar erros – os sistemas devem ser projetados para serem o mais à prova de erros possível. Quando os erros são inevitáveis, os utilizadores devem receber instruções simples e intuitivas, para o problema ser resolvido da maneira mais simples e rápida possível;
6. Permitir a fácil reversão de ações – o utilizador deve ter a possibilidade de reverter as suas ações de forma o mais óbvia possível;
7. Dar suporte e controlo ao utilizador – permitir aos utilizadores que iniciem as suas ações, dando a sensação de que são os mesmos que estão a controlar o que se passa no espaço digital;
8. Reduzir a carga de memória de curta duração – as interfaces devem ser o mais simples possível, com hierarquia de informação adequada e optando pelo reconhecimento em vez da recordação.

Por último, Patrick Jordan enumerou em 1998 as suas heurísticas de usabilidade, no decorrer do seu livro “*An Introduction to Usability*” (1998):

1. Consciência – tarefas semelhantes devem ser realizadas de formas semelhantes;
2. Compatibilidade – o produto deve corresponder às expectativas dos utilizadores, com base no conhecimento de outros tipos de produtos e do mundo exterior;
3. Consideração dos recursos do utilizador – deve ser tida em consideração a habilidade e experiência progressiva do utilizador;
4. *Feedback* – as ações realizadas pelos utilizadores devem ser reconhecidas e deve haver uma indicação significativa sobre os resultados das mesmas;
5. Prevenção e recuperação de erros – a probabilidade de ocorrência de erros por parte do utilizador deve ser minimizada e, se estes ocorrerem, a sua recuperação deve ser rápida e fácil;
6. Controlo do utilizador – o utilizador deve ter o máximo de controlo possível sobre as ações que realiza no sistema;
7. Clareza visual – as informações devem estar disponíveis de forma rápida e fácil, sem causar confusão a nível visual;
8. Priorização da funcionalidade e da informação – as funcionalidades e informações mais importantes devem estar facilmente acessíveis para o utilizador;

9. Transferência apropriada de tecnologia – deve fazer-se um uso adequado da tecnologia desenvolvida em outros contextos, para melhorar a usabilidade do produto;
10. Explicitação – a forma de operar o produto deve ser o mais simples e explícita possível.

Concluindo este subcapítulo, a usabilidade deve ser tida em conta em qualquer ponto do *design* ou implementação de um produto ou serviço. Para isso, devem ser realizados testes com utilizadores, de modo a se encontrarem problemas no *design* e a resolvê-los. É ainda importante seguir heurísticas, de forma a confirmar que a interface cumpre alguns princípios gerais, fazendo com que o utilizador sinta satisfação ao utilizar o produto, conseguindo realizar o que pretende com eficiência e eficácia.

#### **2.2.4. Visualização de informação**

O último subtópico a ser abordado neste capítulo prende-se com a visualização de informação, já que o presente projeto recorrerá, de forma recorrente, a dados que chegarão da sua fonte em formato bruto, ou seja, que carece de processamento, organização e de uma representação visual.

Segundo a IxDF (n.d.-a), a visualização de informação é o processo de representação de dados de uma forma visual e significativa, para que os utilizadores consigam interpretá-los de uma maneira mais simples e eficaz. É ainda entendida como a arte de representar dados de uma forma que seja fácil de entender e manipular, ajudando a dar sentido às informações e, assim, torná-las úteis para os utilizadores (IXDF, 2020). De acordo com a IxDF (2020), o processo de criação de visualização de informação atravessa diversas etapas:

1. Compreender as necessidades informativas do público-alvo;
2. Perceber como, quando e onde a visualização será usada (recorrendo a entrevistas, por exemplo);
3. Determinar que forma de organização de dados é necessária para atingir os objetivos dos utilizadores;
4. Organizar as informações de um modo que ajude os utilizadores a compreendê-las melhor;
5. Criar elementos visuais (por exemplo, mapas e gráficos) e usar parâmetros como cor, contraste, distância e tamanho para produzir uma hierarquia visual apropriada e um trajeto visual através das informações.

A visualização de informação está presente de forma recorrente no dia-a-dia das pessoas, existindo diversas utilizações comuns, tais como (IXDF, 2020):

- Apresentação – algumas ideias são muito difíceis de comunicar em palavras, sendo que uma representação visual pode ajudar a entender conceitos, que de outra forma seriam impossíveis de explicar;
- Análise explorativa – permite encontrar relações entre dados;
- Análise de confirmação – ajuda a confirmar a nossa compreensão e análise de dados.

Concluindo, à medida que o volume de informação disponível continua a aumentar diariamente de forma exponencial, a visualização de informação torna-se cada vez mais importante (IXDF, 2020), revelando-se essencial que esses dados sejam organizados e apresentados de modo a que acrescentem valor e que os utilizadores os compreendam.

## 2.3. Desenvolvimento de aplicações móveis

Para a implementação da plataforma proposta, foi necessário estudar diversas questões relacionadas com o desenvolvimento de aplicações móveis. Deste modo, o presente subcapítulo inicia com uma pequena contextualização da evolução dos dispositivos móveis, passando de seguida ao estudo dos diversos tipos de aplicações e sistemas operativos, assim como das diferentes *frameworks* de desenvolvimento *frontend* e *backend*. No final, o objetivo passou por entender quais as melhores escolhas a tomar relativamente aos tópicos acima referidos, de modo a que a implementação da aplicação cumprisse os objetivos enunciados.

### 2.3.1. Dispositivos móveis – evolução

Na sociedade atual, a utilização de *smartphones* tem vindo a crescer (Caracol, et al., 2019), a um ritmo extremamente rápido. Este progresso, segundo os autores, deve-se à velocidade com que são introduzidos novos dispositivos no mercado, bem como à célere evolução das tecnologias de comunicação. Antigamente, os telemóveis serviam apenas para a realização de funções básicas, como o envio de mensagens ou a concretização de chamadas de voz. Hoje em dia, além das funções já referidas, os telemóveis incluem funcionalidades que anteriormente estavam apenas acessíveis em computadores (Caracol, et al., 2019), como o acesso à internet, música, jogos, etc. Segundo dados comunicados pela We Are Social (2021) referentes a janeiro de 2021, das 7,83 mil milhões de pessoas no mundo, 5,22 mil milhões são utilizadores de telemóveis, o que corresponde a uma taxa de penetração destes dispositivos de 66.6% na sociedade atual (Figura 27).



Figura 27 - Digital around the world in January 2021 (imagem retirada do website da We Are Social)

De modo a se atingir uma utilização em massa dos *smartphones*, foi necessária uma evolução ininterrupta durante décadas, que começou com o surgimento de um telemóvel que apenas realizava chamadas, até chegar aos dispositivos como agora os conhecemos. Na Tabela 12, segundo dados da Tiger Mobiles (n.d.), é possível consultar a evolução dos telemóveis, desde o primeiro dispositivo a ser comercializado até aos atuais *smartphones*.

Tabela 12 - Evolução dos telemóveis

Período temporal	Marco histórico	Funcionalidades importantes	Telemóvel	Imagem
1983 a 1990	Primeiro telefone móvel	Chamadas	Motorola DynaTAC 8000X	
1991 a 1994	Comercialização em massa	Mensagens e jogos	Nokia 1011	
1995 a 1998	Introdução de cores	Email, alertas de vibração e ecrãs coloridos	Siemens S10	
1999 a 2002	Feature Phone	WAP, GPS, câmara, leitor de MP3	Sony Ericsson T68i	
2004 a 2006	Revolução de dados móveis	Acesso a WiFi, ringtones, web browsing	BlackBerry Pearl 8100	
2007 a 2010	Lançamento do iPhone	Touchscreen, lojas de aplicações, NFC e carregamento wireless	iPhone 1ª geração	
2011 a 2014	Incorporação no dia-a-dia	Controlo por voz, ecrã Full HD, reconhecimento facial	Samsung Galaxy S5	
2015 a 2018	Tamanho dos ecrãs	Pagamentos mobile	iPhone 7 Plus	
2019 até hoje	Velocidade de processamento	Câmaras com múltiplas lentes	OnePlus 7 Pro	

Da Tabela 12, são diversas as datas que se podem destacar como pontos de viragem, no que toca a novas tecnologias ou funcionalidades incluídas nos telemóveis. Resumindo os marcos mais importantes, o primeiro telefone surgiu em 1983, apenas com recursos para realização de chamadas de voz. Em 1999, com o crescimento do *Feature Phone* e das interfaces em WAP, foi possível acrescentar uma série de funcionalidades que até então não eram passíveis de ser incluídas nos telemóveis e que revolucionaram o papel dos mesmos, integrando-os cada vez mais nas tarefas diárias nas pessoas. Em 2007, com o surgimento do primeiro iPhone, os utilizadores passaram a conseguir controlar as aplicações que pretendiam possuir nos seus telemóveis, sendo este um passo de gigante para uma utilização massiva dos *smartphones*.

Desde então, o número de utilizadores deste tipo de dispositivos foi crescendo de forma considerável. Em janeiro de 2016, o *share* de tráfego *web* a partir de *smartphones* era de apenas 39%, enquanto que a partir de computadores se fixava nos 56% (Figura 28), segundo dados da We Are Social (2016).

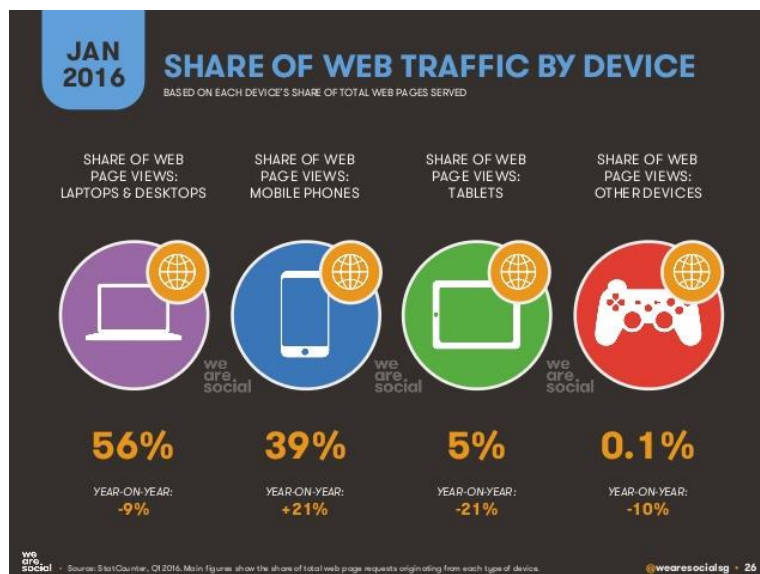


Figura 28 - Share of web traffic by device, in January 2016 (imagem retirada do website da We Are Social)

Já em janeiro de 2021, o *share* a partir de *smartphones* centrava-se nos 55,7%, ou seja, verificou-se um crescimento de 16,7% relativamente a 2016. Quanto aos computadores, o *share* em janeiro 2021 situava-se nos 41,4%, o que representa uma diminuição de 14,6% (Figura 29).

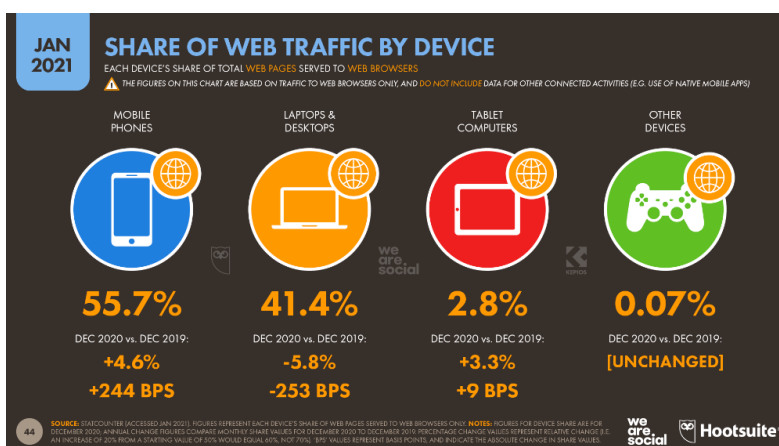


Figura 29 - Share of web traffic by device, in January 2021 (imagem retirada do website da We Are Social)

Pela análise dos números anteriores, confirma-se a tendência de crescimento na utilização de *smartphones*, em contraste com a diminuição cada vez mais visível no uso de computadores, que foram relegados para o segundo lugar nos diversos *rankings* de utilização de dispositivos eletrónicos.

Atualmente, os *smartphones* permitem a realização de diversas funções que anteriormente não seriam sequer imagináveis, estando completamente incorporados no dia-a-dia de milhares de milhões de pessoas em todo o mundo. Permitem a utilização de recursos inovadores levando a funcionalidades igualmente inovadoras. Através de um *smartphone* é possível, entre outras funcionalidades: enviar mensagens, em diversos formatos; fazer chamadas, de voz ou de vídeo; fazer medições; mudar o canal da televisão; aceder ao GPS e mapas em tempo real; ver televisão e serviços de *streaming*; utilizar recursos para *fitness* (como pedómetro, etc.); fazer pagamentos e utilizar o *homebanking*; ler códigos de barras e *QR Codes*; fazer compras *online*; ouvir

música; capturar fotografias e vídeos de alta qualidade, assim como realizar a sua edição; jogar todo o tipo de jogos; utilizar a calculadora; definir alarmes, cronómetros e temporizadores; aceder ao *email*; aceder às redes sociais; funcionar como *boarding pass*; aceder a todo o tipo de serviços relacionados com a *internet*; fazer *download* de todo o tipo de aplicações móveis; etc. Algumas funcionalidades apenas são possíveis graças ao desenvolvimento de aplicações móveis, para os diferentes sistemas operativos dos *smartphones*.

### 2.3.2. Sistemas operativos

Um sistema operativo, segundo a TechTerms (2016), é um *software* que comunica com o *hardware* do dispositivo e que permite que os programas sejam executados. É composto pelo *software* do sistema, ou seja, os arquivos fundamentais e que fornecem as funcionalidades básicas para que o computador, *tablet* ou *smartphone* possa funcionar (TechTerms, 2016).

Desde a criação dos *smartphones*, emergiram no mercado diversos sistemas operativos, como o Android, iOS, Series 40, SymbianOS, BlackBerry OS, Samsung OS, Windows Phone, entre outros. Na Figura 30, é possível verificar, segundo dados da StatsCounter (2021), a evolução do *share* de mercado de cada uns dos sistemas operativos referidos anteriormente, correspondente ao período entre os anos de 2009 e 2021.

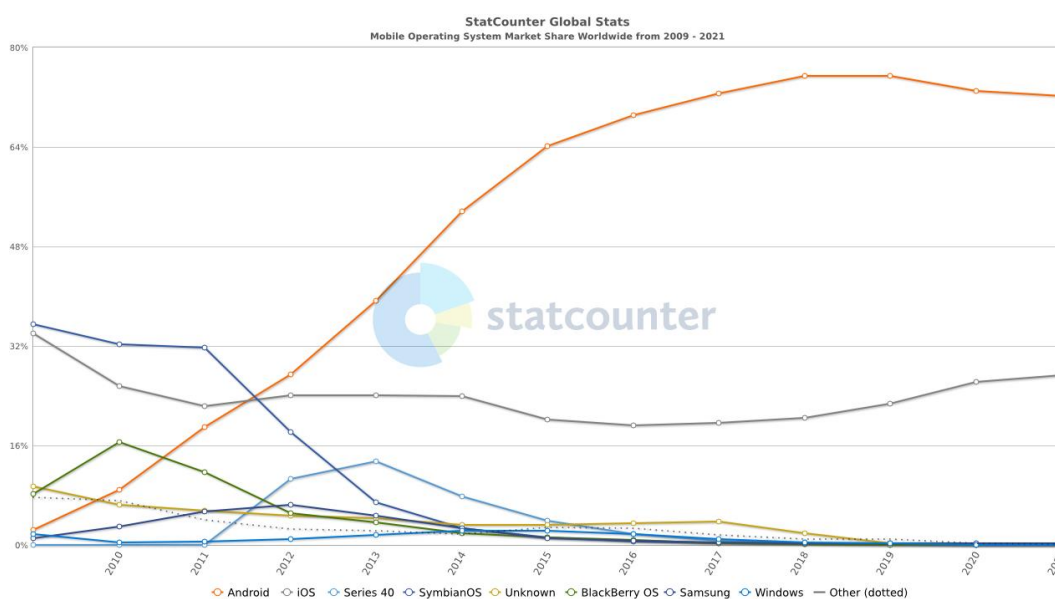


Figura 30 - Share de mercado dos sistemas operativos entre 2009 e 2021 (imagem retirada do website da StatsCounter)

De acordo com o gráfico, verifica-se que, no período entre 2009 e 2012, havia uma grande distribuição entre o *share* dos sistemas operativos, com um destaque claro para o iOS e o SymbianOS, que lideravam o mercado em 2009. A partir de 2013, o Android começou a comandar de forma clara relativamente a outros sistemas operativos, mantendo essa tendência de crescimento até 2019, período onde o seu *share* atingiu um máximo, diminuindo de forma ligeira nos anos seguintes. Quanto ao iOS, o seu *share* foi-se mantendo constante ao longo do tempo, com ligeiras subidas e descidas, estando neste momento a atravessar uma tendência crescente. Em janeiro de 2021, o Android liderava de forma destacada com 72,48%, seguindo-se o iOS com



26,91%, sendo que os outros sistemas operativos em conjunto não atingiam sequer 1% de *share*.

Desta forma, tendo em conta a análise anterior, pode-se concluir que o mercado é no presente momento liderado de forma bastante clara pelo Android e iOS, facto que permite descartar o desenvolvimento para outras plataformas. Assim, segue-se uma análise dos tipos de aplicações existentes, que permitiu entender qual a melhor forma de implementar o projeto, tendo em vista os dois sistemas operativos acima referidos.

### **2.3.3. Tipos de aplicações**

Para o desenvolvimento de aplicações móveis, existem diferentes abordagens que podem ser adotadas, que vão desde aplicações nativas (criadas apenas para um sistema operativo específico), a *web apps* (*websites* responsivos que correm nos *browsers*) ou aplicações híbridas (uma mistura das duas perspetivas). Cada solução apresenta as suas vantagens e desvantagens, que irão de seguida ser exploradas.

#### **2.3.3.1. Aplicações nativas**

As aplicações nativas são desenvolvidas tendo em vista apenas um sistema operativo específico, ou seja, se forem implementadas para iOS não funcionam em Android, por exemplo. Para isso, de acordo com Xanthopoulos & Xinogalos (2015), as aplicações nativas necessitam de *kits* de desenvolvimento de *software* dedicados, assim como *frameworks* que estejam vinculados à plataforma de destino. Para obterem as funcionalidades e aparência características da plataforma, são utilizadas bibliotecas de JavaScript específicas, enquanto que o acesso e manipulação do *hardware*, sensores e dados do utilizador é baseado em APIs (*Application Programming Interfaces*) padronizadas. O seu *download* é realizado através da loja de aplicações oficial da plataforma, como a App Store ou o Google Play, sendo necessária a sua reinstalação no caso de haver atualizações, que não podem ser forçadas, ou seja, apenas são realizadas se o utilizador o permitir (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015). De acordo com Valdellon (2020), as aplicações nativas são mais rápidas e confiáveis em termos de desempenho, uma vez que são compiladas e o código instalado é executado diretamente pelo sistema operativo, sem a necessidade de camadas adicionais ou código-fonte instalado a partir da *web* (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015). Funcionam num formato *offline* e são mais eficientes na utilização dos diversos recursos que o dispositivo dispõe, uma vez que se ligam diretamente ao seu *hardware*, possibilitando o acesso ao *Bluetooth*, NFC, contactos e câmara, entre outros. Como utilizam a UI do sistema operativo em questão, os utilizadores conseguem usufruir de uma experiência de utilização superior, uma vez que já estão habituados a algumas componentes da interface. Em termos de desvantagens, as aplicações nativas implicam o desenvolvimento de forma separada para cada plataforma, não sendo possível reutilizar o código, o que faz com que os custos de desenvolvimento (financeiros e temporais) sejam superiores (Valdellon, 2020). Além disso, é necessário dar suporte a todas as versões que tenham sido implementadas em cada plataforma, gastando recursos como tempo, esforço e dinheiro (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015). Por último, ocupam espaço no dispositivo móvel e implicam que o utilizador tenha de fazer novamente o seu *download*, caso exista alguma atualização do sistema (Valdellon, 2020).

De acordo com Valdellon (2020), as aplicações nativas são a melhor opção quando o objetivo é obter uma aplicação rápida e estável, no caso de haver tempo e recursos para a sua implementação e manutenção.

### 2.3.3.2. **Web Apps**

Já as *web apps* são na verdade *websites* responsivos, ou seja, cuja interface e conteúdo se adaptam aos diferentes tamanhos de ecrã dos dispositivos. Para a sua implementação, são utilizadas ferramentas de desenvolvimento padrão, não havendo necessidade do código ser compilado ou vinculado (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015). Uma grande vantagem das *web apps* é a sua compatibilidade entre plataformas e o facto de não ser necessário o seu *download* através de uma loja de aplicações, não ocupando espaço adicional no dispositivo (Valdellon, 2020). Como são baseadas na *web*, correndo em cada *browser*, não é necessário desenvolver código de forma específica para cada sistema operativo, o que facilita a sua implementação e baixa os custos de desenvolvimento. Quanto às atualizações, apenas é necessário atualizar o código no servidor, sendo que o utilizador receberá a versão mais recente da aplicação de forma instantânea, sem necessidade de reinstalação (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015). O facto de correr em cada *browser* pode também ser considerado uma desvantagem, uma vez que existem funcionalidades que estão disponíveis apenas em alguns navegadores, o que tornará a experiência de utilização diferente, dependendo do *browser* acedido (Valdellon, 2020). Por último, Valdellon (2020) refere que este tipo de aplicações não funciona de forma completa num modo *offline*, necessitando sempre de uma ligação à internet para atualização dos seus dados ou realização de *backups* no dispositivo. Já Xanthopoulos e Xinogalos (2015) contrariam esta ideia, referindo que já existem formas de criar *web apps* que funcionam totalmente *offline*, através de HTML5 Application Cache, Web Storage e Indexed Database APIs. As *progressive web apps* (PWAs) são uma forma emergente de aplicações baseadas na *web*, que são construídas por meio de APIs modernas, para oferecer recursos aprimorados, segurança e capacidade de instalação, tentando alcançar qualquer pessoa, em qualquer lugar, em qualquer dispositivo, apenas com um código base (Richard & LePage, 2020). Tal como numa aplicação móvel nativa, as PWAs possibilitam a instalação de um ícone no dispositivo, o que tornará a experiência de utilização semelhante às anteriores.

Segundo Valdellon (2020), as *web apps* são a melhor opção quando o fator tempo é escasso, sendo uma boa solução sempre que é necessário realizar uma prova de conceito.

### 2.3.3.3. **Aplicações híbridas**

Quanto às aplicações híbridas, são apelidadas por Valdellon (2020) como *web apps* que se parecem com aplicações nativas, uma vez que possuem um ícone no dispositivo, *design* responsivo, um bom desempenho e funcionam *online*. Já Xanthopoulos e Xinogalos (2015) explicam que as aplicações híbridas são uma abordagem que tenta equilibrar as vantagens/inconvenientes entre as tecnologias nativas e da *web*, agindo como um *browser* que faz o *render* do código-fonte e que fornece uma ligação às funcionalidades nativas. Estas aplicações são desenvolvidas recorrendo a tecnologias padrão da *web*, da mesma forma que as *web apps*, mas com a capacidade adicional de APIs específicas, fornecidas pela plataforma de desenvolvimento, para aceder a componentes de *hardware* e *software* adjacentes (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015). Comparativamente às aplicações nativas, são mais rápidas e económicas de desenvolver, uma vez que utilizam a mesma base de código para as diferentes plataformas. Carregam de forma rápida, mesmo que a ligação à internet seja mais fraca, tornando a experiência de utilização consistente para os

utilizadores (Valdellon, 2020). Relativamente às *web apps*, o autor refere que as aplicações híbridas têm conseguido evoluir no sentido de conseguir aproveitar da melhor forma e em maior quantidade os recursos disponibilizados pelos dispositivos. Ainda assim, considera que possuem um desempenho e velocidade menor, quando comparadas com as aplicações nativas, sendo mais lentas e não conseguindo aproveitar todos os recursos do dispositivo. Necessitam, tal como nas aplicações nativas, de suporte a todas as versões implementadas, sendo que as suas atualizações também são feitas de forma manual, não podendo ser exigidas ao utilizador (Xanthopoulos & Xinogalos, 2015).

Para Valdellon (2020), as aplicações híbridas são a melhor opção quando há a necessidade de aceder a funcionalidades específicas dos dispositivos, mas os recursos são limitados, sendo também uma boa solução no caso de ser necessário realizar uma prova de conceito.

#### 2.3.3.4. Discussão

Na Tabela 13, é disponibilizada uma comparação entre os diferentes tipos de aplicações, tendo em conta as suas características e recursos.

Tabela 13 - Comparação entre os diferentes tipos de aplicações

Características	Tipos de aplicações		
	Nativas	Web	Híbridas
Compatibilidade entre plataformas	Não, requer o desenvolvimento em separado para cada uma	Sim	Sim, apenas com algumas modificações
Ícone no dispositivo	Sim	Sim, se for progressiva	Sim
Necessário <i>download</i> em loja de aplicações	Sim	Não, uma vez que corre no browser	Sim
Atualizações	Necessitam de reinstalação	Automáticas	Necessitam de reinstalação
Desempenho	Eficiente	Mais limitado	Médio
Modo <i>offline</i>	Sim	Limitado, mas possível através de HTML5	Sim
Acesso a recursos do dispositivo	Possível	Muito limitado	Possível
UI do sistema operativo	Sim	Não	Sim
Custos/tempo de desenvolvimento	Elevados	Baixos	Médios
Espaço no dispositivo	Elevado	Baixo	Elevado
Suporte	A todas as versões implementadas	Apenas à versão que estiver <i>online</i>	A todas as versões implementadas

Analisando os diferentes tipos de aplicações, uma *web app* seria a solução mais fácil, uma vez que não implica tanto tempo de desenvolvimento, embora seja mais limitada no que toca aos recursos do dispositivo que podem ser utilizados. Uma aplicação nativa resolveria o problema dos recursos, mas criaria alguns obstáculos no que toca ao tempo de desenvolvimento para cada plataforma, tendo em conta o tempo limitado para implementação. Já uma aplicação híbrida parece ser uma solução que também cumpre os requisitos do projeto, uma vez que apenas necessita de um código-fonte para a implementação nas duas plataformas pretendidas, facilitando também o acesso aos diversos recursos do *smartphone* necessários. No entanto, analisados todos os tipos de aplicações, concluiu-se que seria desenvolvida uma *web app*, tendo em conta o reduzido tempo para a sua implementação e assentando principalmente no facto de se pretender realizar uma prova de conceito, para validação de uma ideia e percepção se a mesma é útil e viável para os seus utilizadores. Numa perspetiva de trabalho futuro, poder-se-á pensar no desenvolvimento da aplicação num formato nativo, de forma a eliminar qualquer problema de compatibilidade e/ou *performance*. Deste modo, no próximo capítulo, serão exploradas algumas tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de aplicações *web based*.

#### 2.3.4. Tecnologias de desenvolvimento

Os termos *frontend* e *backend* são bastante conhecidos no que toca ao desenvolvimento *web* e de aplicações móveis. Qualquer aplicação ou *website* necessita de um *client-side*, sendo que a opção pela implementação de um *server-side* depende de alguns fatores, como o facto de ser necessário um *backoffice* ou da informação variar de forma frequente, entre outras razões (Zielonka, 2020). Para facilitar o desenvolvimento de *websites* ou aplicações, é comum recorrer-se a *frameworks* e/ou bibliotecas, criadas para tornar alguns processos mais simples e rápidos. Deste modo, entendendo-se as vantagens da sua utilização, apresentar-se-ão algumas *frameworks* ou bibliotecas de *frontend* e *backend*, com vista à percepção da que melhor se adequa às necessidades e circunstâncias do presente projeto.

##### 2.3.4.1. *Frontend*

O *frontend*, também conhecido como *client-side*, corresponde à parte do *website* ou aplicação com a qual o utilizador interage diretamente, como a sua estrutura, *design*, comportamento e conteúdo. Os objetivos principais do *client-side* passam por assegurar uma boa capacidade de resposta e desempenho, garantindo ainda que todo o conteúdo, *design* e estrutura se adaptam aos diferentes tamanhos de ecrãs dos dispositivos, ou seja, confirmam a responsividade do *website* ou aplicação (GeeksForGeeks, 2020). O *frontend* assenta em 3 linguagens base, fundamentais para o seu funcionamento, sendo elas: o HTML (*Hyper Text Markup Language*), que é responsável pela estruturação e conteúdos; o CSS (*Cascading Style Sheets*), encarregue da formatação e estilos; e o JavaScript, que permite adicionar interações. De seguida, apresentam-se algumas *frameworks* ou bibliotecas para o desenvolvimento do *client-side* de uma *web app*, como o React.js, Angular e Vue.js.

##### **React.js**

Começando pelo React.js, este é uma biblioteca de JavaScript desenvolvida pelo Facebook, que inicialmente serviu para corrigir problemas internos de manutenção de código, devido à constante adição de recursos ao *website*. Atualmente, é uma das

*frameworks open-source* mais utilizadas no mercado, sendo considerada das mais simples de aprender. Destaca-se pela sua capacidade de reutilização de componentes, que torna mais fácil a colaboração e o seu aproveitamento noutras partes do *website*, bem como pelo recurso ao Virtual DOM (*Document Object Model*), que permite um desempenho consistente e contínuo. A capacidade de escrita de componentes sem recorrer a classes torna a curva de aprendizagem mais rápida, aliada à documentação simples e à grande comunidade de programadores que utilizam esta *framework* (Simform, 2021).

### **Angular**

Quanto ao Angular é uma *framework* baseada em TypeScript, que foi desenvolvida pela Google e lançada em 2016. Ao contrário do React, permite uma sincronização em tempo real entre o modelo e a visualização, isto é, se houver qualquer mudança no modelo, irá refletir-se de forma instantânea na visualização, e vice-versa. Apesar de possuir uma vasta comunidade para apoio e aprendizagem, não é tão fácil de aprender quando comparado com o React, sendo que a sua documentação é mais complexa. O fornecimento de recursos proeminentes por *default*, a separação entre componentes e dependências e a reutilização de componentes são algumas funcionalidades que fazem com que o Angular se destaque relativamente a outras *frameworks* (Simform, 2021).

### **Vue.js**

Por último, o Vue.js é uma *framework* simples e direta, sendo das mais populares atualmente, apesar de não ser muito utilizada pelos “gigantes” do mercado. Foi construída para otimizar o desempenho, através de uma sintaxe simples e documentação extensa bastante detalhada. Relativamente ao Angular, é menos complexa, sendo menor em tamanho e possuindo um Visual DOM, que oferece alguma flexibilidade para desenhar a estrutura do *website*. É versátil, sendo indicada para a realização de diferentes tarefas, como *web apps*, aplicações progressivas ou aplicações *mobile* (Simform, 2021).

### **Discussão**

Na Tabela 14, é disponibilizada uma comparação entre as diferentes *frameworks* ou bibliotecas referidas anteriormente, tendo em conta as suas características.

Tabela 14 - Frameworks ou bibliotecas frontend

Características	Framework/biblioteca		
	React.js	Angular2.0	Vue.js
Tecnologia base	JavaScript	TypeScript	JavaScript
Criador	Facebook	Google	Evan You
Ano de lançamento	2013	2016	2014
Usado por	Facebook, Uber, Netflix,...	Google, Forbes, Wix,...	Adobe, Alibaba, GitLab,...
Versão atual	17.0.1	11.1.1	3.0.5
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de aprender</li> <li>- Rápido (Virtual DOM)</li> <li>- Lógica de componentes</li> <li>- Vinculação de dados unilateral</li> <li>- Suporte para PWAs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suporte para TypeScript</li> <li>- Potencial de escalabilidade</li> <li>- Bibliotecas e recursos avançados</li> <li>- Vinculação de dados unilateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptabilidade</li> <li>- Fácil integração</li> <li>- Tamanho pequeno, o que significa uma maior velocidade e flexibilidade</li> <li>- Vinculação de dados bidirecional</li> </ul>
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura de aplicação complexa</li> <li>- Requer outras tecnologias</li> <li>- JSX pode ser confuso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidade de renderização mais baixa</li> <li>- Código de leitura complicada</li> <li>- Mais difícil de aprender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de recursos (número reduzido de bibliotecas)</li> <li>- Pequena comunidade</li> </ul>

Deste modo, tendo em conta as *frameworks* ou bibliotecas analisadas, entendeu-se que a melhor opção seria recorrer ao React.js, uma vez que é uma tecnologia na qual a investigadora já possui algum conhecimento prévio, sendo que a sua aprendizagem aprofundada não implica muita complexidade. O facto de possibilitar uma rápida renderização de componentes permite desenvolver uma aplicação sem grandes problemas de processamento, reduzindo ainda de forma significativa o tempo de desenvolvimento, devido à sua capacidade de reutilização.

#### 2.3.4.2. Backend

O *backend*, ou *server-side*, corresponde à parte do *website* ou aplicação que o utilizador não vê diretamente, sendo responsável por armazenar e organizar os dados, garantindo que tudo no *client-side* funciona da melhor maneira. O *server-side* pode ser construído recorrendo a diversas linguagens de programação, como PHP, C++, Java, Python ou até JavaScript, entre outras (GeeksForGeeks, 2020). Para o desenvolvimento do *server-side* de aplicações móveis, existem diversas *frameworks*, como o Laravel, o Django, o Ruby on Rails, entre outras, que serão de seguida apresentadas.

##### Laravel

O Laravel é uma *framework* baseada em PHP, construída para facilitar o desenvolvimento extensivo de *backend*, que prima pela sua sintaxe simples, capaz de acomodar grandes equipas e que segue a arquitetura MVC (Model View Controller). Possui uma *toolkit* moderna e funcional, oferecendo o seu próprio sistema de migração de base de dados, assim como um sistema de *templates* para a parte do *frontend*

(Blades). O seu *routing engine* simples e rápido e a sua boa documentação são ainda fatores que tornam esta *framework* popular (Williams, 2020).

### Django

Já o Django é uma *framework* de alto-nível baseada em Python, que inclui quase tudo o que um programador necessita, diminuindo a necessidade de recorrer a *plug-ins*. Foi construída para aplicações maiores, ou seja, se a necessidade é a produção de algo mais pequeno, o Django pode não ser a melhor opção, pelo facto de possuir diversos recursos que não serão certamente necessários. É altamente personalizável e escalável, incentiva ao rápido desenvolvimento e possui uma extensa comunidade e documentação (Williams, 2020).

### Ruby on Rails

Por último, o Ruby on Rails é uma *framework* escrita em Ruby, que oferece um *design* e filosofia muito semelhantes ao Django, com uma configuração mais familiar para os programadores em Ruby. Fornece uma grande biblioteca de *plug-ins* e uma sintaxe muito clara, possuindo uma boa documentação aliada a uma enorme comunidade. É de fácil utilização para o desenvolvimento e gestão de pequenos projetos, sendo que incentiva ao uso de padrões de *design* como MVC e DRY (*Don't Repeat Yourself*) (Williams, 2020).

### Discussão

Na Tabela 15, é disponibilizada uma comparação entre as diferentes *frameworks* ou bibliotecas referidas anteriormente, tendo em conta as suas características.

Tabela 15 - Frameworks ou bibliotecas de backend

Características	Framework/biblioteca		
	Laravel	Django	Ruby on rails
Tecnologia base	PHP	Python	Ruby
Criador	Taylor Otwell	Adrian Holovaty e Simon Wilson	David Hansson
Ano de lançamento	2011	2005	2006
Usado por	WordPress, Yahoo, Wikipedia,...	Instagram, Spotify, Facebook,...	GitHub, Shopify, Airbnb,...
Versão atual	17.0.1	11.1.1	3.0.5
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciclo de desenvolvimento rápido</li> <li>- Possui os recursos mais recentes do PHP</li> <li>- Abundância de <i>packages</i> e recursos</li> <li>- <i>Reverse routing</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementado em Python</li> <li>- Seguro</li> <li>- Rápido processamento</li> <li>- Escalável</li> <li>- Desenvolvimento rápido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ferramentas e bibliotecas úteis</li> <li>- Forte aderência a <i>standards</i></li> <li>- Eficiente</li> <li>- Seguro</li> </ul>
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemático com certas atualizações</li> <li>- Pode ser complexo para iniciantes</li> <li>- Falta de suporte <i>built-in</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difícil de aprender</li> <li>- Apenas para projetos maiores</li> <li>- Sem convenções</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentação difícil</li> <li>- Falta de flexibilidade</li> <li>- Não suportado por todos os <i>hosts</i></li> </ul>

Tendo em conta as *frameworks* analisadas e fatores como o tempo para o desenvolvimento e o conhecimento da investigadora, entendeu-se que o Laravel seria a melhor opção, uma vez que facilita algumas tarefas, como a criação de uma API de uma forma rápida e simples, o que simplifica o desenvolvimento do *server-side* da aplicação e alimenta o seu *client-side*. Possibilita ainda a criação facilitada de um *backoffice* para gestão das tabelas da base de dados, facto que pesou na tomada de decisão.

### 2.3.5. Protocolos de comunicação

Como referido no subtópico anterior, pretendeu-se desenvolver uma API, de forma a alimentar o *client-side* da aplicação. Segundo Macoveiciuc (2020), uma API (*Application Programming Interface*) é uma interface entre duas aplicações, que permite que estas comuniquem entre si, através de programas, definidos como conjuntos de funções e regras predefinidas, que determinam como a comunicação pode ocorrer. Uma das vantagens da utilização de APIs é o facto de tornar mais eficiente a interação entre os dois componentes da estrutura interna da aplicação, o que permitirá oferecer um alto desempenho (Kunsh Technologies, 2020). Segundo a mesma publicação, existem APIs com funções e acessos distintos:

- APIs abertas – não possuem restrições de acesso, estando disponíveis publicamente;
- APIs de parceiros – são necessários direitos ou licenças específicas para aceder às APIs, uma vez que não estão disponíveis para o público;
- APIs internas – são APIs privadas, projetadas para uso interno em produtos ou serviços;
- APIs compostas – combinam diferentes APIs de dados e de serviços.

A API desenvolvida no presente projeto é interna, uma vez que não está disponível para ser utilizada noutros produtos ou serviços, sendo exclusiva para a aplicação idealizada. De seguida, explica-se este processo de comunicação, concluindo-se com um esclarecimento de qual tipologia de API se irá utilizar.

A comunicação entre uma aplicação e uma API é designada de API *transaction*, ocorrendo apenas se houver um pedido (*request*), ao qual será enviada uma resposta (*response*). Para ocorrer este tipo de comunicação, são necessários protocolos, que consistem num conjunto de regras de interação e que incluem diferentes formatos, para especificar como os dados devem ser enviados e acedidos. Entre os mais utilizados, encontra-se o HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), que é o protocolo usado pelos *web browsers* (clientes) para a comunicação com os servidores *web*. As APIs *web* geralmente fazem pedidos HTTP, sendo que o processo funciona da seguinte forma (Macoveiciuc, 2020):

1. O pedido é enviado;
2. O servidor recebe o pedido e executa um programa para o processar;
3. O servidor retorna uma resposta HTTP.

Os pedidos HTTP incluem: uma linha inicial, que inicia a solicitação e informa o programa sobre o que fazer; *headers*, um conjunto de pares de *key: value*, que são usados para comunicar informações específicas ao servidor, para que o mesmo possa entender o que é solicitado; e por último o *body*, cujo conteúdo varia de acordo com o método utilizado. Deste modo, a linha inicial menciona a versão HTTP e o método a ser utilizado ao aceder aos dados, que pode assumir 4 formas distintas (Macoveiciuc, 2020):



- GET – obter dados;
- POST – inserir dados;
- PUT – editar dados;
- DELETE – apagar dados.

Já na resposta, a linha inicial inclui a versão HTTP, o *status code*, que informa se a API *transaction* funcionou ou não, e as pastas e parâmetros, que indicam onde pesquisar os dados e o que exatamente procurar. Os *status codes* são agrupados em 5 classes distintas (Macoveiciuc, 2020):

- respostas informativas (100–199);
- respostas bem-sucedidas (200–299);
- redirecionamentos (300-399);
- erros do cliente (400-499);
- erros de servidor (500–599).

Quanto aos dados, são recebidos pela aplicação em diversos formatos, como XML ou JSON. O XML (*eXtensible Markup Language*) é semelhante ao HTML, sendo a sua função armazenar e transportar dados. A maioria dos *web browsers* tem um objeto XMLHttpRequest embutido, que permite solicitar dados de um servidor, tornando este formato bastante útil para troca dos mesmos. Quanto ao JSON (*JavaScript Object Notation*), este é semelhante ao XML, no sentido em que armazena e transfere dados, possuindo, no entanto, uma sintaxe diferente e mais simples (Macoveiciuc, 2020).

Existem diversas formas de aceder a *web APIs*, como SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e REST (*Representational State Transfer*). Apesar do SOAP ser um protocolo e o REST uma arquitetura, ambos utilizam HTTP para enviar pedidos e receber respostas. O SOAP depende exclusivamente de XML, enquanto o REST utiliza frequentemente JSON, o que o torna mais leve e fácil de usar. Os pedidos a REST APIs são muito semelhantes a solicitações feitas a um *browser*, ou seja, um cliente envia um pedido para obter ou modificar dados e o servidor envia uma resposta. Assim, um pedido REST é composto por um *endpoint*, um método, os *headers* e o *body*, sendo estes dois últimos opcionais. O *endpoint* é o URL que se está a solicitar ou o *starting point* da API à qual se está a fazer o pedido. Depois do URL, pode ainda ser necessário mencionar um caminho e alguns parâmetros. Quanto aos métodos, são os mesmos que foram referidos anteriormente, ou seja, GET, POST, PUT E DELETE (Macoveiciuc, 2020).

Em suma, conclui-se que a comunicação com a API neste projeto deveria ocorrer através do protocolo REST, devido ao seu carácter mais eficiente e ao facto dos resultados serem recebidos em JSON.

## 2.4. Soluções de monitorização/comunicação

Tendo em conta que a aplicação desenvolvida implicou a implementação de uma solução de *check-in*, para quando os utilizadores chegarem ao local reservado, entendeu-se pertinente estudar diversas soluções para apoiar o desenvolvimento desta funcionalidade. Deste modo, no presente capítulo, serão exploradas soluções de confirmação automática, como a utilização de um Arduino ou Raspberry Pi (com recurso a *WiFi* e/ou *Bluetooth*), e soluções de confirmação manual, como o uso de QR Codes ou o recurso a NFC. Por conseguinte, explicam-se as vantagens e desvantagens de cada uma, concluindo-se qual a tecnologia que melhor se adequa às necessidades do presente projeto.

### 2.4.1. Raspberry Pi

A primeira solução automática passaria pela utilização de um Raspberry Pi, um minicomputador de baixo custo que tem um tamanho semelhante a um cartão de crédito, podendo ligar-se a um monitor e utilizar um rato e teclado através de portas USB (Raspberry Pi Org, n.d.).

A ideia de criação do mesmo surgiu em 2006, por Eben Luton, que se apercebeu que o número baixo de candidaturas a cursos de ciências da computação se devia ao facto dos computadores daquela altura terem deixado de ser facilmente programáveis. Como muita gente não tinha acesso a um computador com essas características, que além de barato fosse quase descartável, havia um medo geral de programar ou ligar outro *hardware* ao computador, sem o estragar e gastar muito dinheiro num novo. Assim sendo, Luton começou a tentar desenvolver um protótipo com estas características, que além disso fosse quase portátil, tendo criado a sua primeira tentativa ainda em 2006. Cinco anos depois, já tinha um protótipo bastante funcional, tendo em 2012 sido lançada oficialmente a primeira versão de um Raspberry Pi, a um preço acessível de 35 dólares e que viria a resolver muitos dos problemas mencionados anteriormente (Heath, 2018).

Atualmente, é descrito como um pequeno dispositivo capaz de funcionar como um verdadeiro computador, sendo muito popular entre pessoas de diversas idades, dentro do mundo da computação, para diversas funções (como aprender a programar). É bastante utilizado por ter a capacidade de interagir com o mundo exterior, permitindo integração em diversos projetos como dispositivo de IoT. Já foram lançadas diversas versões, sendo que uma das versões mais evoluídas, o Raspberry Pi 4, já inclui uma placa de *WiFi* e *Bluetooth*, permitindo assim outro tipo de incorporação em projetos (Raspberry Pi Org, n.d.).

É precisamente a capacidade de reconhecimento e comunicação através de *WiFi* e *Bluetooth*, o ponto que torna o Raspberry Pi como uma solução interessante neste projeto, para confirmar que o utilizador que fez a reserva já se encontra no local pretendido. O dispositivo ficaria à escuta e, assim que o utilizador chegasse ao local, comunicaria com o *smartphone* deste, para o informar que já se encontra no lugar correto, ficando o *check-in* confirmado. Existem diversas vantagens aliadas à utilização desta tecnologia, como o facto de ser algo direto, sem necessidade de códigos, e de vir a permitir outra funcionalidade bastante pertinente, como a contagem do número de pessoas que se encontram no local, em tempo real. Do ponto de vista técnico, é uma solução mais difícil de implementar e que necessitaria de dispositivos colocados em pontos estratégicos, o que poderia acabar por ficar fora de orçamento. Implicaria ainda que todas as pessoas que usassem a aplicação tivessem de forma constante o *WiFi* e/ou *Bluetooth* ligados, caso contrário o sistema não funcionaria de forma correta. Além disso, poderia não ser uma solução muito precisa, devido à dificuldade de calcular com precisão as distâncias a que os *smartphones* dos utilizadores estariam dos dispositivos, podendo revelar alguma imprecisão, caso a finalidade fosse reservar, por exemplo, uma mesa.

### 2.4.2. Arduino

O Arduino surge neste contexto como uma alternativa à utilização de Raspberry Pi, seguindo o mesmo princípio e aplicação no presente projeto. É descrito pelo seu *site* oficial (Arduino, n.d.-b) como uma plataforma eletrónica *open-source*, baseada em *hardware* e *software* fáceis de utilizar. As placas de Arduino são capazes de ler *inputs*,

transformando-os em *outputs*, através do envio de diversas instruções para o seu microcontrolador. Utiliza a linguagem de programação Arduino e o Arduino Software (IDE), baseado em Processing (Arduino, n.d.-b).

Apresentando a sua história, a primeira placa de Arduino surgiu em 2005, com o objetivo de ajudar alunos de *design*, sem qualquer experiência em eletrônica ou programação, a criar protótipos funcionais, ligando o mundo físico ao mundo digital. Desde então, tornou-se a ferramenta de prototipagem eletrônica mais popular, usada por engenheiros e até mesmo por grandes corporações, sendo *open-source* e amplamente difundida. Ao longo dos anos, foi construída uma grande comunidade em torno do Arduino, tendo esta contribuído para a sua evolução, através de tutoriais, novos exemplos, suporte entre utilizadores em fóruns e criação de diversos grupos, um pouco por todo o mundo. A sua abertura e facilidade de uso levaram à adoção em massa de projetos eletrônicos baseados em microcontroladores, sendo um catalisador na criação do Movimento *Maker*. Atualmente, mais de 15 anos depois, o Arduino continua a fornecer *hardware* e *software open-source* para dar vida a novas ideias, prosseguindo como a escolha número um para o desenvolvimento de dispositivos eletrônicos, principalmente no que toca a soluções para o mercado IoT (Arduino, n.d.-a).

Tal como no caso do Raspberry Pi, a ideia seria colocar o Arduino em modo de escuta, de forma a conseguir monitorizar a presença do dispositivo da pessoa que necessita de realizar o *check-in*, sendo que, quando a mesma entrasse no alcance do Arduino, este detetaria a sua presença, comunicando-a e avisando que já se encontra no local reservado. Assim como na solução anterior, seria uma solução com confirmação automática que poderia levar a alguns problemas, como a falta de precisão, o elevado preço (uma vez que iria ser necessário mais do que um Arduino) e o maior tempo necessário para o seu desenvolvimento.

### 2.4.3. Quick Response Codes

A terceira solução estudada assentaria na utilização de *QR Codes*, ou códigos de resposta rápida, que são facilmente lidos por um *smartphone*. Usam uma combinação entre espaçamento e códigos de barras em matriz e, quando são digitalizados, podem transmitir um grande tipo de informações, desde a ligação a um *website* ou por exemplo o *download* de um pdf (QR Code Generator, 2020).

Os *QR Codes* surgiram inicialmente dos códigos de barras, que estavam limitados a 20 caracteres alfanuméricos e com o seu funcionamento restrito a apenas uma direção. O desenvolvimento dos *QR Codes* como agora são conhecidos pode ser atribuído à empresa Denso Wave e ao seu líder Masahiro Hara que, em 1994, lançaram para o mundo estes novos códigos, em formato quadrangular, com uma velocidade de leitura 10 vezes superior aos códigos de barras (QR Code Generator, 2020). Estes funcionam com uma legibilidade rápida e fácil, independente da orientação, e possuem a capacidade de suportar danos físicos recorrentes neste tipo de códigos (Ramalho et al., 2020). Atualmente, são utilizados em todo o tipo de indústrias, desde o *marketing*, retalho e logística, entre outras.

No contexto deste projeto, a utilização de *QR Codes* seria uma tecnologia com uma aplicação um pouco distinta do Raspberry Pi. Cada sala ou mesa teria um código colocado num local visível e, quando a pessoa que fez a reserva chegasse ao local pretendido, utilizava a aplicação para o digitalizar, sendo mostrada uma mensagem de confirmação ou de erro. À saída, o utilizador apenas teria de indicar na aplicação que abandonou o local, de modo a deixá-lo desocupado na plataforma. Este sistema traz

inúmeras vantagens, desde o facto de permitir chegar a um nível de detalhe e precisão maior e de prevenir erros, ao facto de ser barato e mais fácil de implementar. Em termos de desvantagens, traz consigo o facto de não ser um sistema automático e de, se alguém se esquecer de o digitalizar ou se o fizer várias vezes sem querer, poder trazer algumas incorreções.

#### **2.4.4. Near Field Communication**

A última solução ponderada seria a utilização de NFC, que é descrita como uma tecnologia de comunicação sem fios de curto alcance, que permite diversos serviços, desde pagamentos *contactless* até a abertura de portas, entre outros. Este tipo de comunicação inclui sempre dois tipos de dispositivos: um a funcionar como indicador, que orienta o processo de troca de dados entre as duas partes; e outro como alvo, que responde às solicitações feitas pelo indicador. O protocolo de NFC distingue ainda dois modos de operação: o ativo, onde os dois dispositivos usam a sua própria energia para a transmissão de dados; e o passivo, onde apenas o indicador gera energia, utilizada pelo alvo (Coskun et al., 2013).

O NFC teve origem na identificação por radiofrequência (RFID), sendo na verdade um subconjunto de RFID, com um alcance de comunicação mais curto (NFC Org, n.d.). Esta tecnologia surgiu no final do ano de 2002, tendo sido desenvolvida em conjunto pela Philips e pela Sony, para comunicações *contactless* (Coskun et al., 2013). Em 2004, a Nokia, a Sony e a Phillips uniram-se para criar o NFC Fórum, um grupo dedicado à promoção de segurança, facilidade de uso e popularidade do NFC (NFC Org, n.d.), tendo em 2006 produzido o primeiro conjunto de especificações para *tags* de NFC. Rapidamente, começaram a ser criados telemóveis que suportam esta tecnologia, sendo que a maior parte dos *smartphones* atuais já a inclui.

Esta solução tecnológica apresenta-se também como uma alternativa interessante no decurso deste projeto. Tal como na solução dos *QR Codes*, seria colocada uma *tag* de NFC em cada mesa ou sala e, ao chegar, o utilizador com uma reserva feita apenas teria de aproximar o *smartphone* da etiqueta que estaria no seu lugar, sendo despoletada uma mensagem de confirmação ou de erro no seu telemóvel. Este sistema pode trazer algumas vantagens, como o facto de ser rápido e direto e de evitar erros relacionados com a precisão de localização, tal como os *QR Codes*. Em termos de desvantagens, seria mais caro e mais difícil de implementar, além de poder trazer alguns erros, se os utilizadores passarem o telemóvel pela etiqueta mais do que uma vez.

#### **2.4.5. Discussão**

Uma vez entendida cada uma das tecnologias anteriores e a sua possível forma de implementação, elaborou-se uma tabela de comparação entre as mesmas (Tabela 16), de modo a auxiliar na escolha da melhor solução a adotar no momento do seu desenvolvimento.

Tabela 16 - Comparação entre as diferentes tecnologias de check-in

Características	Solução			
	Raspberry Pi	Arduino	QR Codes	NFC
Check-in	Automático	Automático	Manual	Manual
Tempo de desenvolvimento	Elevado	Elevado	Reduzido	Médio
Custos	Elevados	Elevados	Reduzidos	Médios
Precisão	Pode admitir erros	Pode admitir erros	Exata	Exata
Monitorização em tempo real	Possível	Possível	Impossível	Impossível

Analisando a Tabela 16, e tendo em conta as funcionalidades que cada tecnologia permite, compreendeu-se que seria pertinente a utilização de uma solução de *check-in* manual, tendo em conta o reduzido custo, a sua precisão e o tempo de desenvolvimento disponível. Deste modo, comparando os *QR Codes* com o *NFC*, a primeira tecnologia é a que melhor serve os interesses do projeto, devido à existência de uma grande diversidade de *packages* para a sua implementação e ao custo mais reduzido, relativamente ao *NFC*.

### 3. Metodologia

Segundo Pardal & Correia (1995), uma metodologia é explicada como o:

*“(...) corpo orientador da pesquisa que, obedecendo a um sistema de normas, torna possíveis a seleção e articulação de técnicas, no intuito de se poder desenvolver o processo de verificação empírica”.*

Como esclarecem os autores, uma metodologia dá corpo ao processo de investigação e orienta o investigador pelas diferentes fases que terá de atravessar, para atingir as metas a que se propôs. Deste modo, foi necessário definir diversos tópicos relacionados com o método utilizado para conduzir a investigação, como a sua natureza, abordagem, metodologia, desenho de investigação e participantes, sendo no presente capítulo explorados cada um destes tópicos.

#### 3.1. Natureza, abordagem e metodologia

Em primeiro lugar, a natureza desta investigação é interpretativa, uma vez que permitiu compreender as pessoas, explorar as suas experiências e perceber as suas motivações e perspetivas acerca dessas experiências. Tendo como base o objetivo de constatar quais as necessidades de uma comunidade e conceber um produto que se adapte às mesmas, entendeu-se que esta seria a natureza mais adequada, permitindo chegar a algo que resolva efetivamente o problema identificado. Deste modo, foi possibilitada a compreensão e interpretação do contexto social estudado (Saunders et al., 2019), gerando um produto que suprima as suas necessidades e expectativas.

Esclarecida a sua natureza, o próximo passo centrou-se em entender qual a abordagem que melhor se adequava ao tipo de investigação. Voltando ao ponto referido no parágrafo anterior, na presente investigação sentiu-se a necessidade de perceber e interpretar o ponto de vista dos utilizadores face a um produto concebido, sendo que, para isso, foi necessária a recolha de dados de diferentes naturezas, ou seja, qualitativos e quantitativos. Assim, entendeu-se que a melhor abordagem a adotar seria mista, uma vez que engloba momentos para recolha de dados tanto qualitativos (em *focus groups*, por exemplo) como quantitativos (durante as avaliações), obtendo resultados diversificados, que não seriam possíveis com a utilização de apenas uma das abordagens em separado. Deste modo, foi necessária uma interação próxima com os utilizadores, de forma a recolher dados autênticos e válidos para o contexto específico que está a ser estudado, levando a uma compreensão profunda da realidade vivida em torno do problema identificado (Creswell & Creswell, 2018).

Quanto ao procedimento metodológico, esta classifica-se como uma Investigação de Desenvolvimento, uma vez que o objetivo principal se centra no desenvolvimento e avaliação de um produto, com vista à resolução de um problema identificado numa determinada comunidade. Segundo Van Der Maren, numa definição adaptada por Oliveira (2006), uma investigação desta tipologia:

*“começa, de forma geral, por analisar o possível objeto (que possa responder a uma necessidade identificada), conceptualizar esse objeto para poder elaborar um modelo (uma representação dos elementos que o vão compor), elaborar estratégias de realização, avaliar as possibilidades de concretização, proceder à construção de uma forma provisória desse objeto (protótipo) e implementá-lo”.*

Ainda segundo Oliveira (2006), uma investigação desta natureza obedece a alguns critérios de caracterização, cumpridos aquando do desenrolar desta investigação, tais como:

1. Orientação prioritária para instrumentos e materiais válidos, fiáveis e generalizáveis em contextos bem definidos;
2. Necessidade de previsão e de verificação com recurso a dispositivos experimentais;
3. Exigência de uma estimativa do grau de validade e fiabilidade de determinadas medidas;
4. Generalização aplicável a contextos específicos;
5. Repetibilidade.

Depois de classificada a metodologia como uma Investigação de Desenvolvimento, é igualmente importante a definição do seu tipo, numa classificação incluída no estudo de Richey, Klein & Nelson (2004), que distinguem então dois tipos: o Tipo 1, onde a ênfase está no desenvolvimento de produtos para a resolução de problemas específicos; e o Tipo 2, onde a principal preocupação está na forma como o produto é desenvolvido, ou seja, no seu processo, modelo e/ou método. Portanto, a tipologia adotada foi de Tipo 1, sendo que o foco se centrou na conceção e implementação de uma solução funcional, que visa a resolução do problema de gestão de espaços partilhados, identificado no DeCA. Assim sendo, os resultados obtidos são apenas característicos do contexto analisado, não podendo, por conseguinte, ser generalizáveis a outras situações.

No que toca ao seu procedimento, esta metodologia divide-se em 3 grandes momentos (Oliveira, 2006): a análise e avaliação da situação; a conceção e realização de modelo; e a implementação e avaliação. Dentro de cada um, é possível verificar algumas etapas, que podem ser consultadas na Figura 31.

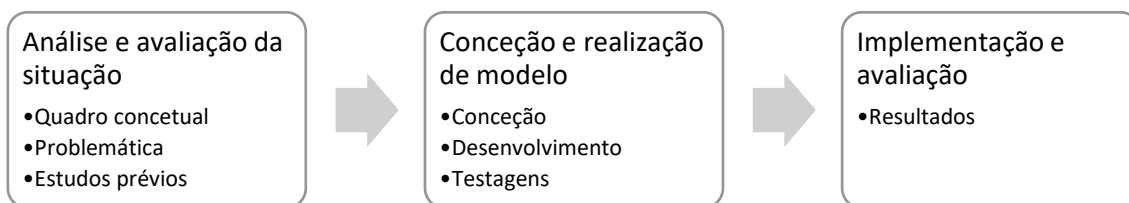


Figura 31 - Momentos e etapas de uma investigação de desenvolvimento, segundo Lia Oliveira (2006)

### 3.2. Desenho de investigação

Esclarecidos os detalhes relativos à sua classificação, segue-se uma explicação das etapas fulcrais da investigação realizada (Figura 32), bem como dos instrumentos e técnicas de recolha de dados que permitiram um contacto com o público-alvo.

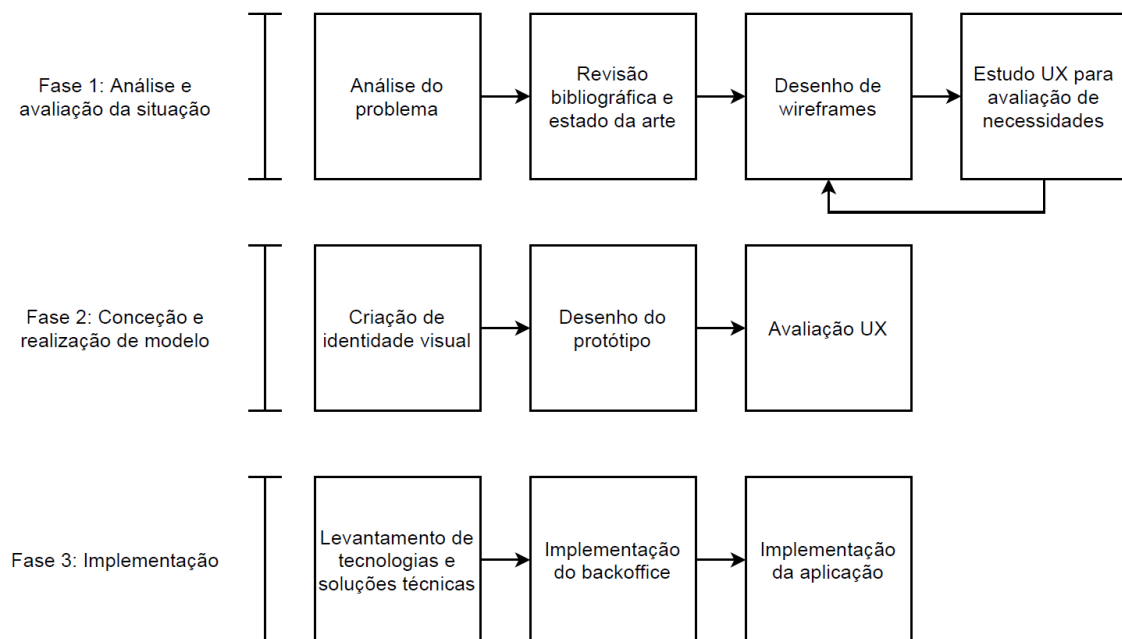


Figura 32 - Etapas de investigação

### 3.2.1. Fase 1 – Análise e avaliação da situação

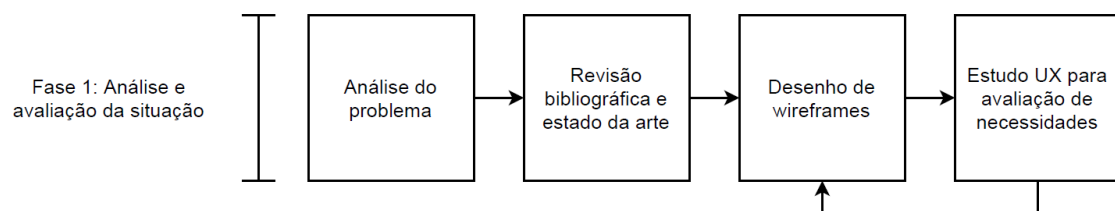


Figura 33 - Fase de análise e avaliação da situação

Na primeira fase, de análise e avaliação da situação, o objetivo passou pela análise do problema, seguindo-se uma revisão bibliográfica para entender os conceitos chave e uma avaliação do que já existia no mercado, ou seja, um estado da arte de soluções para gestão de espaços partilhados. De seguida, com base no *benchmarking* concebido, foi possível a construção de uma primeira versão de baixa-fidelidade do protótipo da aplicação, em estilo *wireframe*.

Posteriormente, teve lugar o primeiro momento de recolha de dados, entre os dias de 6 e 19 de fevereiro. Com o objetivo principal de realizar um levantamento de necessidades junto do público-alvo da aplicação, entendendo os seus obstáculos e carências face ao problema enunciado, permitiu ainda uma primeira validação dos *wireframes* desenhados, ajudando a que o protótipo fosse projetado de acordo com o que os alunos do departamento realmente precisam. Passou pela realização de 2 *focus groups*, cada um com 4 alunos do DeCA e decorreu num formato *online*, através da plataforma *Zoom*. Segundo (Nielsen, 1997), os *focus groups* são adequados para descobrir o que os utilizadores desejam de um sistema, assim como os seus pensamentos ou preferências relativamente a diversas questões. Deste modo, entendeu-se que a melhor forma de recolher os dados para esta fase seria através de diversos *focus groups*, uma vez que permitem uma interação entre os participantes, o que leva a um confronto positivo de opiniões e, por conseguinte, geração de novas ideias, que provavelmente não surgiriam se fossem realizadas entrevistas individuais.



Para a realização destas sessões, preparou-se um guião de *focus group* (Apêndice 2), para encaminhar a sua execução, assim como um documento de consentimento informado (Apêndice 3), para recolha de autorizações, e uma grelha de observação de resultados, de forma a facilitar a recolha e análise dos dados.

Os *focus groups* foram organizados seguindo uma lógica de três grandes momentos:

1. A pré-experiência, onde os participantes preencheram algumas questões de caracterização e tiveram um primeiro contacto com o objetivo do estudo, procedendo ainda ao preenchimento do consentimento informado para gravação da sessão;
2. A experiência, realizada com recurso a um quadro (Figura 34), onde cada participante teve a oportunidade de registar as suas ideias relativamente a três grandes tópicos de análise:
  - a. Compreensão das expectativas e necessidades em relação ao problema proposto;
  - b. Perceção de dimensões/características desejadas na futura aplicação;
  - c. Recolha de possíveis ideias inovadoras.
3. A pós-experiência, fase onde foram mostrados aos participantes alguns ecrãs em estilo *wireframe*, contendo já algumas ideias básicas a serem validadas.

EXPECTATIVAS E NECESSIDADES	DIMENSÕES					IDEIAS INOVADORAS
	CARACTERÍSTICAS					

Figura 34 - Canvas utilizado nos focus groups

Concluindo, é importante referir que os resultados obtidos no primeiro *focus group* foram desde logo analisados e permitiram a correção de algumas ideias presentes nos *wireframes*, bem como a inserção de alguns ecrãs, tendo como base o *feedback* recolhido. Deste modo, no segundo *focus group*, os *wireframes* apresentados já tinham sido alvo de uma primeira correção, tendo este servido para uma segunda validação dos mesmos.

### 3.2.2. Fase 2 – Conceção e realização de modelo

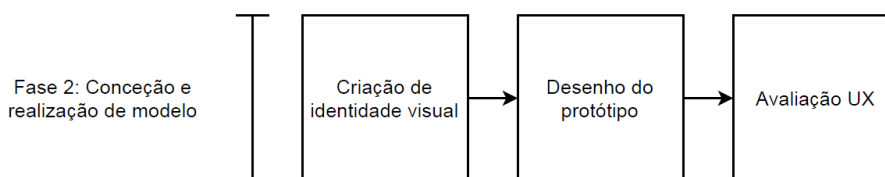


Figura 35 - Fase de conceção e realização de modelo

Uma vez concluída a primeira fase, a investigação entrou no momento de conceção e realização de modelo. Primeiramente, foi necessário construir toda a identidade gráfica da aplicação, idealizando-se um nome, concebendo-se um logótipo e escolhendo-se a paleta de cores e tipografia a utilizar. Com base nos resultados e *feedback* obtidos na fase anterior, iniciou-se a construção da interface da aplicação, resultando num protótipo de alta-fidelidade.

Seguidamente, iniciou-se o segundo momento de recolha de dados, entre os dias 19 e 29 de março, tendo como principal objetivo a validação do protótipo concebido anteriormente. Nesta avaliação (em formato *online*, através da plataforma *Zoom*), participaram 30 estudantes do DeCA, a quem foi solicitada, de forma individual, a realização de diversos cenários de utilização da aplicação, permitindo avaliar questões relativas à interface e facilidade de execução de cada tarefa. Entendeu-se que esta fase deveria decorrer através de entrevistas individuais, uma vez que se pretendia que o utilizador analisasse o protótipo concebido e fornecesse informações relevantes, relativamente à sua experiência de utilização do mesmo. Além do mais, se a escolha recaísse por *focus groups*, ou seja, observação de vários participantes em simultâneo, não seria tão fácil a recolha de dados e o seu registo de maneira adequada, sendo que as opiniões de alguns participantes poderiam influenciar de certa forma o que seria dito por outros. Esta ideia é reforçada por Nielsen (2012), que entende que os *focus groups* não são uma boa maneira de avaliar o *design* de interação, defendendo que não basta ouvir o que as pessoas dizem, porque isso pode ser enganoso, sendo necessário observar-se o que elas realmente fazem com o produto.

Para a realização das diversas entrevistas de avaliação UX, preparou-se um guião (Apêndice 4), de modo a dirigir a execução das mesmas, assim como um documento de consentimento informado (Apêndice 5), para recolha de autorizações, e uma grelha de observação de resultados, de forma a facilitar a sua recolha e análise.

As avaliações UX organizaram-se de acordo com três grandes momentos:

1. A pré-experiência, bastante semelhante à mesma fase nos *focus groups*, onde o participante preencheu algumas questões de caracterização e teve um primeiro contacto com o objetivo do estudo, procedendo ainda ao preenchimento do consentimento informado para gravação da sessão;
2. A experiência, fase de teste do protótipo, onde o participante completou alguns cenários de utilização, ao mesmo tempo que expressava, em voz alta, as decisões que estava a tomar e a forma como se estava a sentir;
3. A pós-experiência, realizada com recurso a um método de avaliação UX pós-uso, o *Method of Assessment of eXperience* (MAX) (Figura 36), que ajudou, de forma rápida, fácil e dinâmica, a perceber a experiência de cada utilizador relativamente a 4 categorias fundamentais (Cavalcante et al., 2015a):

- a. a emoção;
- b. a facilidade de uso;
- c. a utilidade;
- d. a intenção de uso.

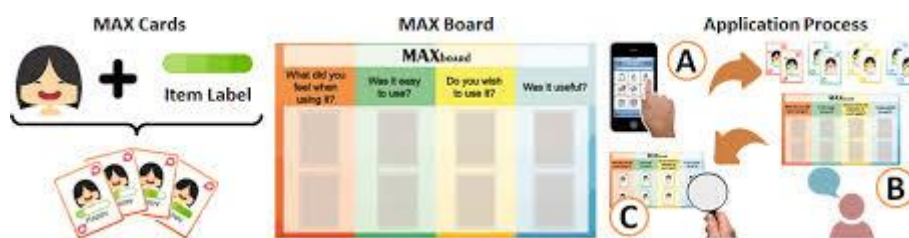


Figura 36 - MAX Board

Concluindo, devido ao elevado número de avaliações realizadas e à sua profundidade, esta fase permitiu uma validação rigorosa do protótipo de alta-fidelidade desenhado, dando alguma segurança à investigadora para passar à fase seguinte, de implementação funcional da aplicação.

### 3.2.3. Fase 3 – Implementação

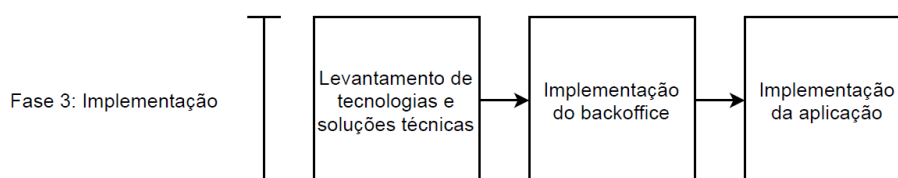


Figura 37 - Fase de implementação

Realizada a análise dos resultados e as alterações necessárias ao protótipo, concluiu-se a conceção e realização de modelo, sendo possível a entrada na última fase do projeto, de implementação. Nesta fase, tal como a própria designação indica, é chegada a altura de desenvolver a aplicação de forma funcional, cumprindo os requisitos técnicos necessários e as características pretendidas pelo público-alvo. Para isso, a primeira etapa passou por um levantamento de quais as tecnologias/soluções técnicas que melhor se adequavam ao tipo de plataforma pensada, percebendo-se assim como a mesma seria implementada, de forma funcional.

De seguida, iniciou-se a construção do *backoffice*, elemento essencial para a gestão do conteúdo a apresentar na aplicação. Este momento foi de extrema importância para a etapa seguinte, tendo permitido adiantar alguns detalhes essenciais para a construção da aplicação. Terminado o *backoffice*, seguiu-se um momento chave do projeto, que passou pela implementação final da aplicação idealizada.

Depois de concluídas todas as etapas anteriores, fechou-se o ciclo de investigação, que culminou no registo textual de todo o processo realizado até ao momento.

### 3.3. Participantes

Uma vez conhecido o desenho de investigação, é importante perceber qual o público-alvo e como foram recrutados os utilizadores, que participaram nas diversas fases de avaliação. Assim, o universo de análise, ou seja, a população, foram os estudantes do Departamento de Comunicação e Arte, da Universidade de Aveiro. A

amostragem realizada foi não probabilística, o que leva a que não seja possível uma generalização dos dados obtidos à população em estudo, sendo estes apenas válidos para as pessoas que estiveram presentes no decorrer das diversas análises (Carmo et al, 2008). A amostra foi obtida por conveniência, recorrendo-se a estudantes disponíveis para ajudar e apelando à necessidade de participação dos mesmos, uma vez que a aplicação concebida será utilizada por estes para facilitar o seu dia-a-dia no departamento. Existiu ainda a necessidade de recorrer à amostragem em bola de neve, de modo a se obter mais participantes, através da divulgação e indicação de outros elementos, por parte de quem esteve presente no estudo (Carmo et al, 2008). Ainda assim, foram utilizados alguns critérios para obtenção da amostra, de modo a se alcançar opiniões de alunos de anos distintos.

## 4. Implementação

No decorrer do presente capítulo, é explicado detalhadamente todo o processo que levou à criação da aplicação **UA SmartSpots**. Em cada fase, são descritas as etapas de criação de cada versão do protótipo, bem como os momentos de avaliação do produto (se aplicável) e a implicação que os mesmos tiveram na fase seguinte. No Apêndice 1, é possível a consulta dos *links* de cada protótipo, assim como da versão final da aplicação e do *backoffice*.

### 4.1. Primeira versão – *wireframes*

#### 4.1.1. *Wireframes*

O primeiro momento da fase de implementação passou pela construção de um protótipo, em estilo *wireframe*, da aplicação proposta<sup>7</sup>. As funcionalidades e detalhes incluídos surgiram do estudo comparativo de mercado realizado, que permitiu a percepção de quais as áreas mais importantes numa aplicação de reserva de salas ou lugares. Deste modo, foram construídas 3 grandes áreas (Tabela 17): “As minhas reservas”; “Reservar”; e “Todos os espaços”.

Tabela 17 - *Wireframes 1 - Funcionalidades*

“As minhas reservas”	“Reservar”	“Todos os espaços”
Consulta de reservas anteriores, atuais ou próximas	Pesquisa de lugares ou salas, com base em determinados filtros	Disponibilização de salas ou lugares, por mapa ou lista
Realização de <i>check-in</i> e <i>check-out</i>	Apresentação de resultados em lista	Opção de filtragem
Cancelamento de reservas	Possibilidade de reserva de lugares/salas	Possibilidade de reserva de lugares/salas

Os ecrãs principais do protótipo são compostos por dois elementos, comuns a toda a estrutura e que servem a sua navegação: o *header* e o menu de navegação. O *header* é composto pelo logótipo da aplicação, o nome da área em que o utilizador se encontra, o ícone de notificações e uma navegação por *tabs*, que assume algumas variações consoante a área da aplicação em que o utilizador se encontra: na zona de reservas (Figura 38), possibilita a passagem entre as reservas anteriores, as do próprio dia e as futuras; na área de reservar e de todos os espaços (Figura 39), assume apenas duas secções, para distinção entre lugares e salas. A área que se encontra ativa distingue-se ainda por uma borda inferior, por baixo da zona selecionada.

<sup>7</sup> *Wireframes 1* - <https://invis.io/4H102RXYVCE6>

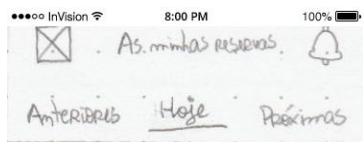


Figura 38 - Wireframes 1 - Header da área de reservas

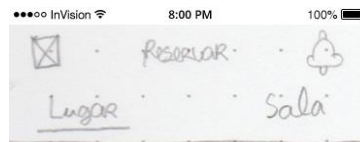


Figura 39 - Wireframes 1 - Header da área de reservar

Quanto ao menu de navegação (Figura 40), permite que o utilizador se desloque entre as principais áreas da aplicação, distinguindo-se a área escolhida através da inserção de uma borda superior, em cima do ícone selecionado.

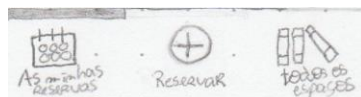


Figura 40 - Wireframes 1 - Menu de navegação

No sentido de se obter uma consistência visual, pensaram-se ainda em alguns detalhes, como são exemplo os mais variados *cards*, que se encontram em diversas áreas da aplicação. Como tal, existem *cards* para as reservas (Figura 41), para listagem das salas/lugares disponíveis (Figura 42) e para *feedback*, tanto de agendamento (Figura 43) como de *check-in* (Figura 44).

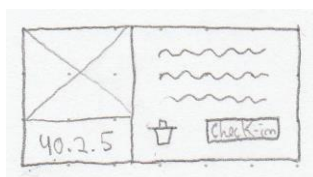


Figura 41 - Wireframes 1 - Card de reserva

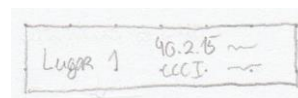


Figura 42 - Wireframes 1 - Card de listagem de reserva

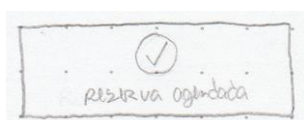


Figura 43 - Wireframes 1 - Card de reserva agendada

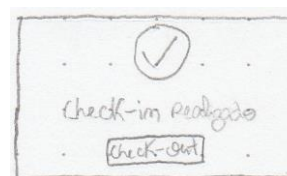


Figura 44 - Wireframes 1 - Card de check-in

Seguindo a lógica de apresentação de elementos comuns em vários ecrãs, criaram-se ainda diversas modais, que servem para realização de ações. Deste modo, surgem modais para criação de reservas (Figura 45), confirmação de ações (Figura 46) e *feedback* informativo (Figura 47).

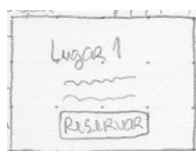


Figura 45 - Wireframes 1 - Modal de reserva

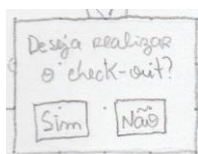


Figura 46 - Wireframes 1 - Modal de check-out

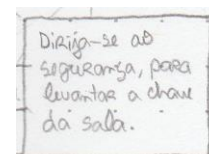


Figura 47 - Wireframes 1 - Modal de check-in de sala

Concluída a definição dos detalhes anteriores, passou-se ao desenho de todos os ecrãs necessários, sendo que alguns podem ser consultados na Figura 48.

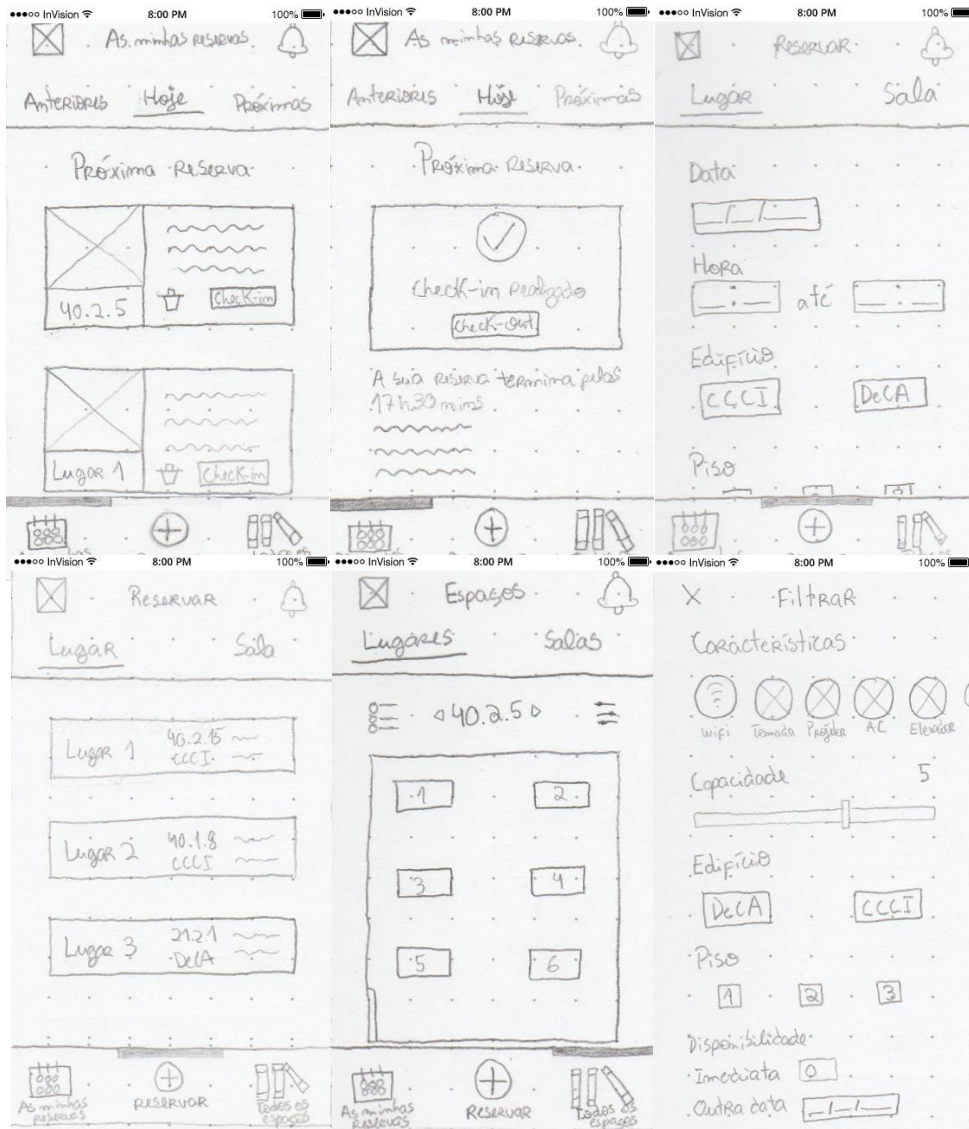


Figura 48 - Wireframes 1 - Ecrãs

#### 4.1.2. Primeira sessão de *focus group*

Uma vez produzido o protótipo, foi possível a concretização da primeira sessão de *focus group*, que decorreu no dia 6 de fevereiro e contou com a participação de 4 estudantes do DeCA.



Figura 49 - 1º Focus Group - Caracterização da amostra

Este momento teve como objetivo principal a compreensão das necessidades do público-alvo face ao problema proposto, permitindo confirmar se a proposta idealizada no primeiro protótipo estava ou não de acordo com as suas expectativas. Desta sessão, foram retiradas informações ao nível de diversas componentes de análise, que podem ser consultadas na Tabela 18.

Tabela 18 - 1º Focus Group - Resultados

Problema	Falta de lugares livres para diferentes atividades Necessidade de uniformizar os sistemas de reserva
Funcionalidades	Reserva de lugares ou salas Acesso à agenda geral, com visão diária, semanal e mensal Apresentação das características de cada sala Disponibilização de salas para vários grupos Check-in por QR Code Tolerância para o check-in Limitação do número de falhas em reservas Prolongamento e cancelamento de reserva
Características	Área de reserva rápida Filtragem de características da sala Disponibilização de salas/lugares por lista ou mapa
Ideias inovadoras	Disponibilização da lotação de cada sala, em tempo real, num ecrã à entrada do departamento Aviso se alguém estiver a ver a mesma sala ou lugar Notificações personalizadas

Relativamente aos wireframes, confirmou-se que as funcionalidades idealizadas em diversas áreas já se encontravam de acordo com as necessidades dos utilizadores, o que permitiu comprovar o sucesso dos resultados do estudo de mercado realizado. Ainda assim, surgiram algumas sugestões de alterações, como por exemplo:

- mudanças no menu de navegação e áreas principais (Figura 50);



Figura 50 - 1º Focus Group - Alteração no menu de navegação

- inclusão de uma área de reserva rápida (com preenchimento facultativo de outros detalhes) (Figura 51);



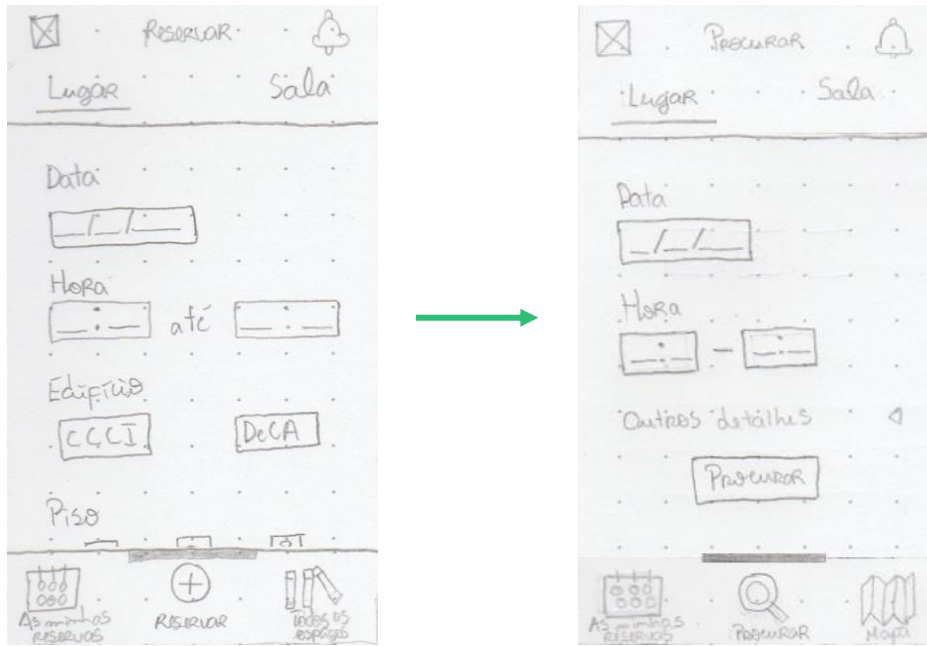


Figura 51 - 1º Focus Group - Alterações na área de reserva

- disponibilização de notificações com prolongamento ou cancelamento de reserva (Figura 52);



Figura 52 - 1º Focus Group - Inclusão de notificações

- especificação de características das salas, nas modais de reserva (Figura 53).

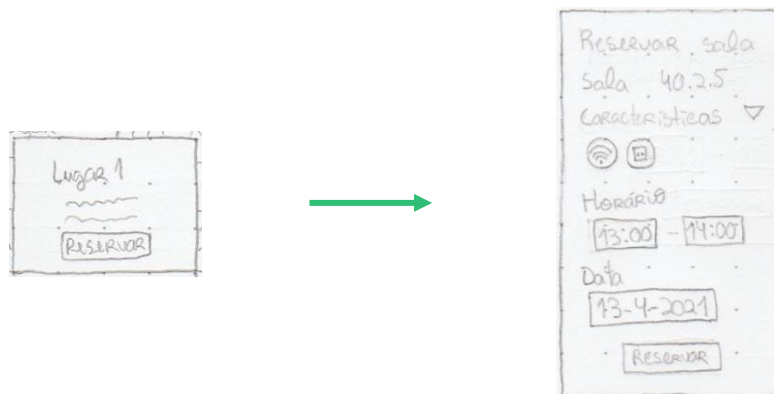


Figura 53 - 1º Focus Group - Alterações nas modais de reservas

### 4.1.3. Segunda sessão de *focus group*

Concluídas as alterações resultantes do primeiro *focus group*, realizou-se a segunda sessão, no dia 19 de fevereiro, seguindo-se a mesma estrutura e validando-se as correções dos *wireframes*<sup>8</sup>.



Figura 54 - 2º Focus Group - Caracterização da amostra

Mais uma vez, retiraram-se conclusões referentes a quatro componentes de análise, conforme se pode consultar na Tabela 19.

Tabela 19 - 2º Focus Group - Resultados

Problema	Falta de indicações para as salas Falta de informação sobre a ocupação das salas
Funcionalidades	Reserva de lugares ou salas Consulta dos horários das salas Procura de salas e lugares Disponibilização de indicações genéricas para as salas Consulta da lotação das salas, em tempo real Notificações para lembrar reservas <i>Check-in</i> automático <i>Check-in</i> por QR Code
Características	Disponibilização de salas/lugares através de um mapa Aplicação institucional, tendo como exemplo a <i>app UA Mobile</i> Apresentação das características de cada sala
Ideias inovadoras	Disponibilização de indicações para as salas, em tempo real <i>Scan</i> à entrada de cada sala, com uma máquina Permitir saber quais as salas ou lugares reservados por amigos Alarme de inatividade

Quanto aos *wireframes*, foram sugeridas algumas melhorias relativamente a detalhes textuais, assim como às características apresentadas em cada lugar/sala. Com base na combinação de toda a informação recolhida ao longo da sessão, foram realizadas diversas alterações nos *wireframes*, tais como:

<sup>8</sup> *Wireframes 2* - <https://projects.invisionapp.com/prototype/cklc9y0ot0087le0178azwrre/play>

- inclusão de uma agenda com os horários de ocupação de cada sala (Figura 55);

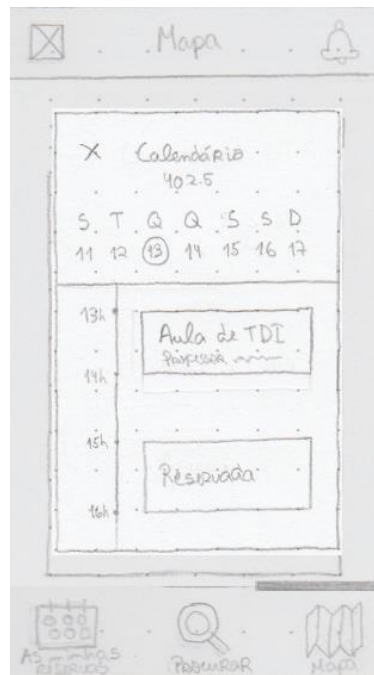


Figura 55 - 2º Focus Group - Inclusão de uma modal com o horário das salas

- remoção do subtítulo “Próximas reservas”, na secção “As minhas reservas”;
- especificação de outras características dos lugares/salas e da sua tipologia (Figura 56);



Figura 56 - 2º Focus Group - Alterações na área de procura

- priorização de informação nas modais de reserva (Figura 57);

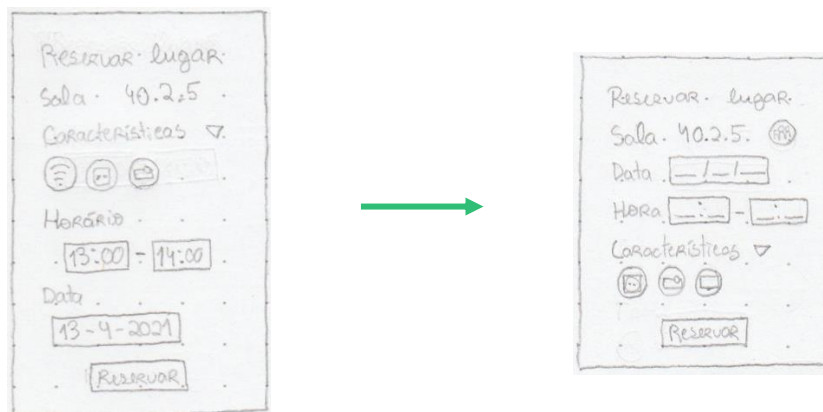


Figura 57 - 2º Focus Group - Alterações nas modais de reserva

- priorização de informação em vários ecrãs, como por exemplo na área de filtragem (Figura 58).

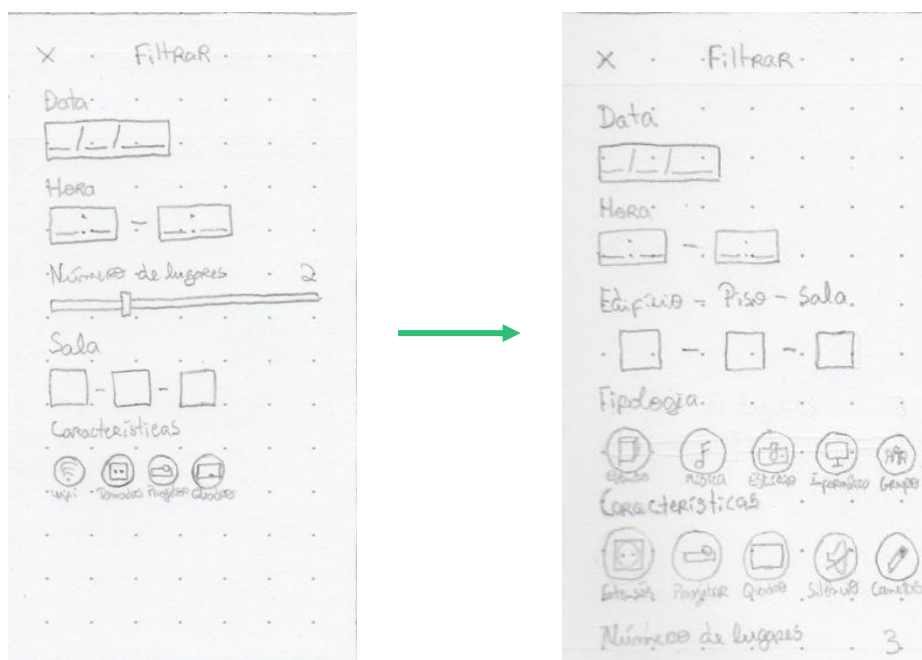


Figura 58 - 2º Focus Group - Alterações na área de filtragem

Concluídas as alterações resultantes da realização das duas sessões de *focus group*<sup>9</sup>, foi possível passar à segunda fase de desenvolvimento/recolha de dados, iniciando-se a elaboração do protótipo, com maior fidelidade.

## 4.2. Segunda versão – *invision*

### 4.2.1. Criação de identidade

O primeiro passo na construção do protótipo passou pela idealização de diversos detalhes que ainda não tinham sido abordados anteriormente, tais como o nome da aplicação e o seu logótipo. Para o nome, depois de realizado algum *brainstorming*, chegou-se à conclusão de que deviam ser adotadas algumas palavras que

<sup>9</sup> Wireframes 3 - <https://projects.invisionapp.com/prototype/ckll2mlfv00j8le01tr44xbkj/play>

descrevessem de forma direta o propósito da aplicação, bem como identificassem o local para a qual esta seria prototipada. Seguindo esta lógica, surgiram algumas sugestões:

- UniSpots;
- EasySpot;
- UASpots;
- SmartSpaces;
- UniSeats;
- SmartSeats;
- FindSpot;
- SmartSpots.

Da lista enumerada anteriormente, as designações que mais se destacaram foram as duas últimas, ou seja, FindSpot ou SmartSpots. Depois de alguma pesquisa, escolheu-se o SmartSpots, uma vez que traz ao de cima a vertente inteligente que se pretende pôr em prática com a implementação da aplicação. Para uma maior distinção perante outras aplicações, acrescentou-se a sigla UA (Universidade de Aveiro), permitindo assim uma rápida identificação do local para o qual a aplicação está idealizada.

Escolhida a designação UA SmartSpots, foi necessário proceder ao desenho de um logótipo, para identificação da aplicação. Depois de diversas tentativas e da conjugação de vários ícones (Figura 59), chegou-se ao logótipo que está ilustrado na Figura 60, nas suas diferentes vertentes, utilizadas de formas distintas ao longo do protótipo.



Figura 59 - Rascunhos do logótipo

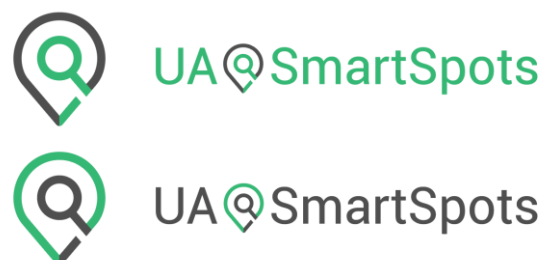


Figura 60 - Diferentes vertentes do logótipo

O mesmo surgiu da junção do ícone que é facilmente associado a uma localização ou local, com o ícone de procura/pesquisa (Figura 61), levando a que os utilizadores identifiquem facilmente o propósito que a aplicação pretende servir.



Figura 61 - Desenho do logótipo

Concluído o desenho do logótipo, foi possível começar-se a idealizar o aspeto visual dos diversos ecrãs do protótipo, iniciando-se com a escolha de uma paleta de

cores e da tipografia a adotar. Como tal, optou-se pela seleção de cores (Figura 62) que permitissem a implementação de um *design* simples e limpo, onde o branco é predominante, sendo neste caso complementado com uma cor de destaque, o verde, e por cores secundárias para os textos, como algumas variações de cinzento. Utilizam-se ainda uma tonalidade de vermelho e de amarelo, para identificação visual da ocupação das salas/pisos.

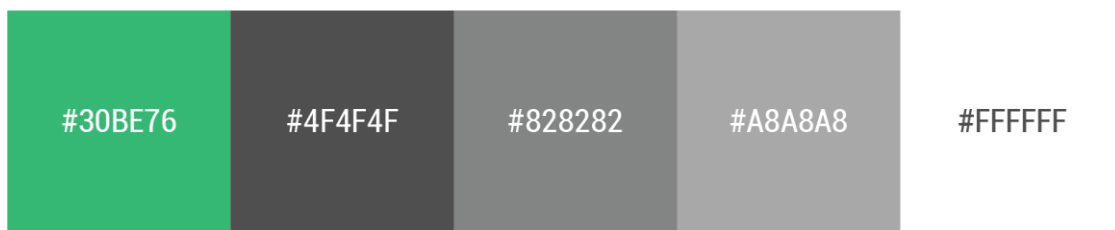


Figura 62 - Paleta de cores

Quanto à tipografia, optou-se pela Roboto (Figura 63), devido ao facto de ser simples, não serifada e de fácil leitura, sendo a mesma utilizada em diferentes pesos, tamanhos e cores, para definir uma hierarquia de informação entre os diversos conteúdos da aplicação.

### Roboto font

Regular – abcdefghijklmonpqrstuvwxyz 0123456789

ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ . : ! ? /

**Bold - abcdefghijklmonpqrstuvwxyz 0123456789**

**ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ . : ! ? /**

Figura 63 - Tipografia roboto

## 4.2.2. Desenho de interfaces

Definidos os detalhes anteriores, essenciais para a construção do protótipo de alta-fidelidade<sup>10</sup>, passou-se para a sua implementação, de forma não-funcional, tendo como base a última versão dos *wireframes* desenhados anteriormente. Deste modo, os ecrãs principais da aplicação são compostos por dois elementos comuns: o *header* e o menu de navegação. No *header* (Figura 64) encontram-se 4 elementos distintos: o logótipo, de forma a que seja feita uma identificação da marca em todos os ecrãs; o título da secção, para que o utilizador saiba rapidamente onde se encontra dentro da aplicação; o ícone do menu lateral, para um acesso facilitado às funções do mesmo; e uma navegação por *tabs*, presente apenas nas áreas “As minhas reservas” e “Procurar”.

<sup>10</sup> Protótipo 1 - <https://projects.invisionapp.com/prototype/cklm769jw0010pc01cjmvm6/play>

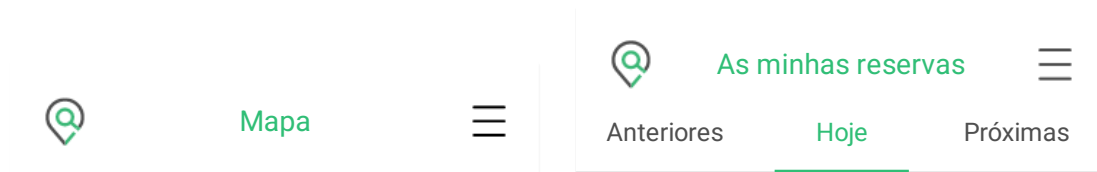


Figura 64 - Protótipo - Diferentes headers

Quanto ao menu de navegação (Figura 65), dispõe dos ícones para acesso às quatro áreas principais da aplicação, sendo elas as “Reservas”, a área para “Procurar”, o “Mapa” e a zona de “Notificações”. De forma a identificar qual a secção que está ativa, há uma distinção com uma linha verde por cima do ícone, acompanhada da mudança de cor do mesmo.



Figura 65 - Protótipo - Menu de navegação

Os *cards* foram a solução encontrada para a apresentação das reservas passadas e presentes/futuras, havendo uma distinção entre as mesmas. Nas reservas passadas (Figura 66), apresenta-se apenas a informação relativa à localização da sala/lugar e da data da reserva, bem como dois botões, para visualização de mais detalhes ou renovação da mesma. Já nas reservas presentes/futuras (Figura 67), encontra-se uma imagem da sala ou lugar, acompanhada da informação da localização e data/hora da reserva, bem como de botões para o *check-in* ou cancelamento da mesma. Este tipo de estratégia é ainda utilizado na apresentação de resultados (Figura 68) e nas notificações (Figura 69).

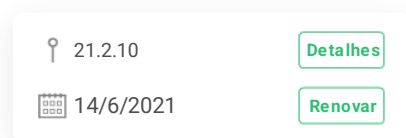


Figura 66 - Protótipo - Card de reservas passadas

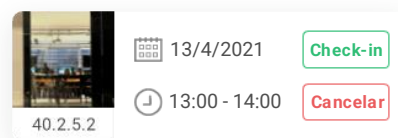


Figura 67 - Protótipo - Card de reservas presentes/futuras



Figura 68 - Protótipo - Card de apresentação de resultados

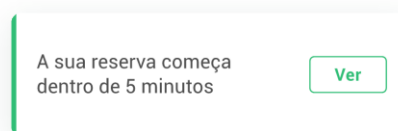


Figura 69 - Protótipo - Card de notificações

As janelas modais são utilizadas para diversas ações ao longo do protótipo, tendo funções e sendo apresentadas de forma distintas. Visualmente, a realização/renovação/edição de reservas e visualização de detalhes são semelhantes (Figura 70), apresentando a informação relativa à sala/lugar, como a sua localização, tipologia, características e número de lugares, sendo complementada com a data/hora

da reserva e o botão para a sua confirmação. Já as outras modais (Figura 71), como a de cancelamento, prolongamento, *check-out* e *check-in* de sala, são mais simples, contendo apenas texto e/ou botões de ação.

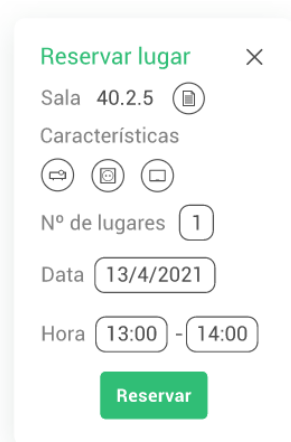


Figura 70 - Protótipo - Modal de reserva



Figura 71 - Protótipo - Modal simples

Relativamente às mensagens de *feedback* (Figura 72), estas permitem identificar, de forma rápida, as consequências de diversas ações, como a realização, renovação, alteração ou cancelamento de uma reserva. São compostas apenas por um ícone e uma mensagem com informação acerca da ação realizada.

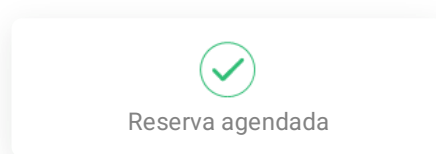


Figura 72 - Protótipo - Mensagem de feedback

Através da definição da estratégia a apresentar nos diferentes elementos da aplicação, foi possível o desenho de um protótipo que apresentasse consistência visual nos seus diversos ecrãs, como se pode verificar na Figura 73.



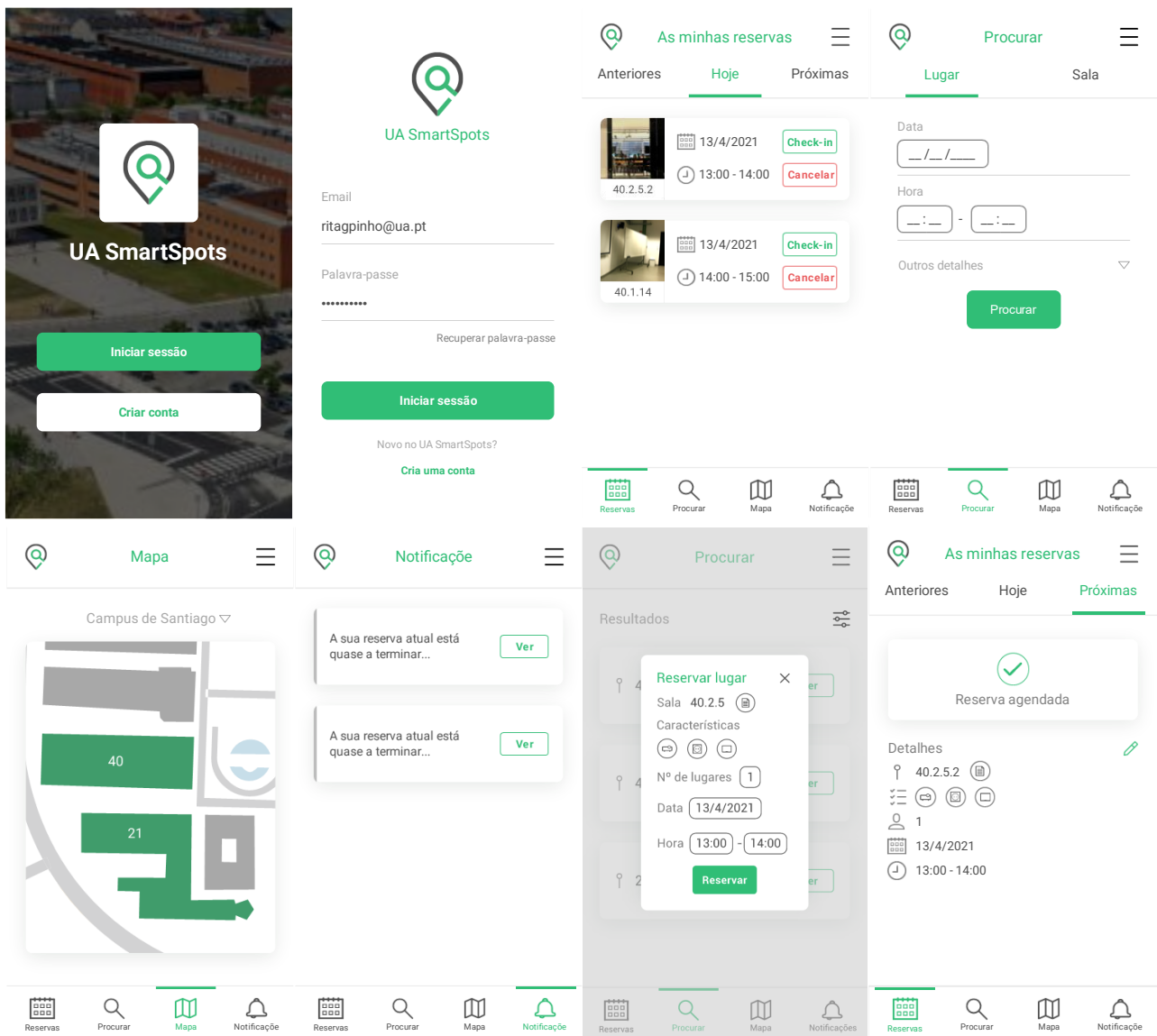


Figura 73 - Protótipo - Ecrãs

Ao nível de funcionalidades, foi aproveitado o *feedback* recolhido no decorrer da fase anterior e foram acrescentados diversos detalhes, que ainda não tinham sido prototipados. Por este motivo, nesta fase de desenvolvimento, o protótipo contém as funcionalidades que são apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 - Protótipo - Funcionalidades

“As minhas reservas”	Procurar	Mapa	Notificações	Menu lateral
Consulta de reservas anteriores, atuais ou próximas	Pesquisa de lugares ou salas, com base em determinados filtros	Disponibilização de salas ou lugares, com vista por departamento, piso e sala	Apresentação das notificações por lista	Acesso às informações de perfil e realização de <i>logout</i>
Realização de check-in e check-out	Apresentação de resultados em lista	Consulta da agenda da sala	Numeração das notificações no ícone do menu	Consulta da ajuda e regulamento
Cancelamento de reservas	Possibilidade de reserva de lugares/salas	Possibilidade de reserva de lugares/salas	Disponibilização de notificações para reservas a começar ou terminar	Acesso às definições

### 4.2.3. Avaliações UX

Uma vez concluído o protótipo, foi possível dar início à realização das sessões individuais de avaliação UX, que decorreram entre os dias 19 e 31 de março, tendo contado com a participação de 30 atuais e antigos estudantes do DeCA.



Figura 74 - Avaliações UX - Caracterização da amostra

Esta fase teve como principal objetivo a validação do protótipo realizado, de forma a que fossem corrigidas as devidas alterações e a fase de implementação pudesse ser iniciada. Depois de realizadas todas as entrevistas, concluiu-se que era necessário proceder a várias alterações<sup>11</sup>, listadas na Tabela 21.

<sup>11</sup> Protótipo 2 - <https://projects.invisionapp.com/prototype/ckq25u7w90007c801oqyugjef/play>

Tabela 21 - Avaliações UX - Resultados

Registo/Login	Colocar o botão de ação ao lado do texto
Verificação	Retirar os traços dentro dos <i>inputs</i> do código de verificação
Ajuda/documentação	Dar mais destaque visual aos títulos Aumentar o espaçamento do texto
Modais de reserva	Aumentar o espaçamento do texto Retirar imagem da sala
Reserva agendada, editada ou renovada	Colocar um botão para eliminar reserva Aumentar o tamanho dos ícones
Botões	Manter mais coerência entre os botões de ação e de navegação
Notificações	Aumentar o tamanho do número de notificações Permitir que o <i>card</i> seja clicável
Procurar	Mudar o <i>copy</i> do botão para “Pesquisar”
Mapa	Mudar a estratégia de reserva de sala
Procurar/Mapa	Juntar as duas áreas Mudar o ícone do menu de navegação
Reservas anteriores	Colocar um ícone diferente para salas e lugares Separar o número do lugar e inserir um ícone Modificar os botões

Apesar da maior parte das alterações estar relacionada com detalhes visuais, surgiram 3 situações que necessitaram de uma maior atenção e até de alguma validação posterior, sendo relativos à área de reservas, à estratégia de reserva de salas no mapa e à distinção entre salas e lugares.

No caso da área de reservas, apenas 2 utilizadores, num total de 30, referiram que seria pertinente repensar a forma como esta se encontra organizada, juntando a procura e o mapa. Apesar de referido por um número reduzido de participantes, este pormenor suscitou algumas questões, que levaram a que esta área fosse redesenhada. Deste modo, no menu de navegação, foi feita a alteração dos ícones da procura e mapa, substituindo-os por algo que indicasse uma nova ação, neste caso um “+”, como é possível verificar na Figura 75. Para a área principal, o mapa manteve-se e a pesquisa foi integrada, fazendo-se uma junção de duas áreas, que desempenhavam a mesma função (Figura 76).



Figura 75 - Avaliações UX - Alterações no menu de navegação

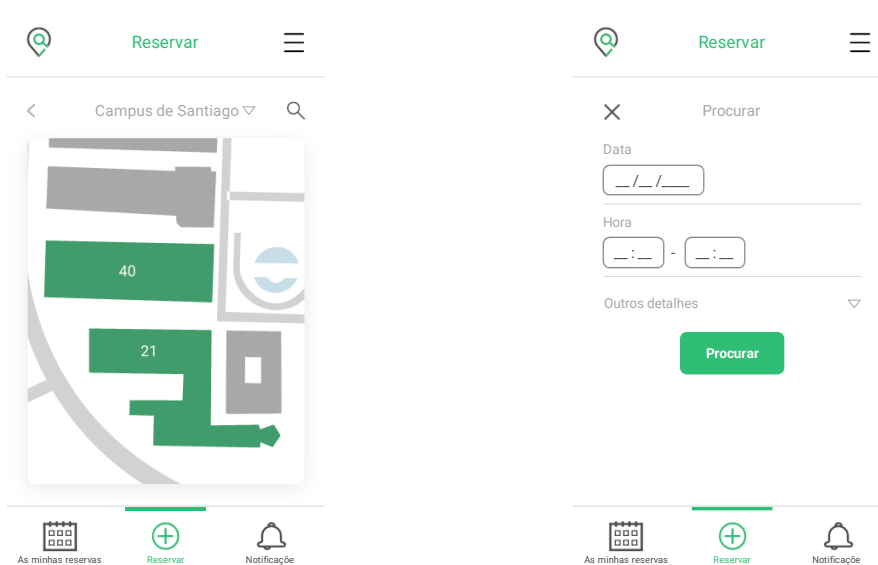


Figura 76 - Avaliações UX - Nova área de reservas

O seguinte problema a ser solucionado prendeu-se com a estratégia de reserva de salas dentro do mapa. No decorrer das avaliações UX, 24 utilizadores referiram-se de forma negativa ao ícone utilizado, explicando que não era intuitivo nem perceptível ou que poderia ser confuso, tornando esta questão uma prioridade a ser resolvida (Figura 77).



Figura 77 - Avaliações UX - Dados recolhidos acerca do ícone de reserva de salas (universo de 30 utilizadores)

Tendo em conta o redesenho das áreas de reserva, optou-se por uma estratégia diferente (Figura 78), onde o utilizador pode seleccionar vários lugares e apenas proceder à reserva depois de escolhido tudo o que pretende. Para a reserva de toda a sala, apenas será necessário clicar na *checkbox* para a seleccionar, reservando-a de seguida.

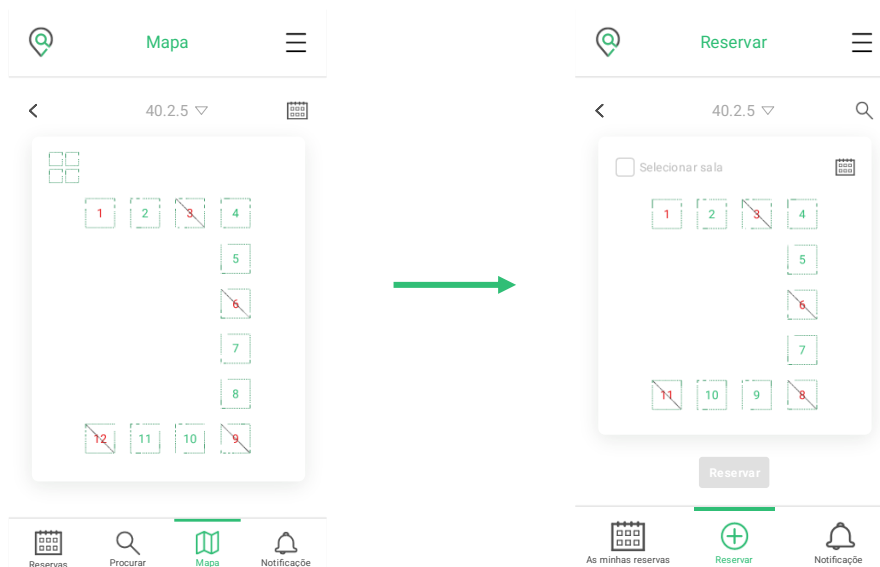


Figura 78 - Avaliações UX - Alterações na área de reserva de lugar no mapa

A terceira questão que mereceu mais atenção relacionou-se com a distinção entre salas e lugares, tendo a maior parte dos utilizadores referido que não conseguiam perceber facilmente essa diferença ou sugerido alterações (Figura 79).

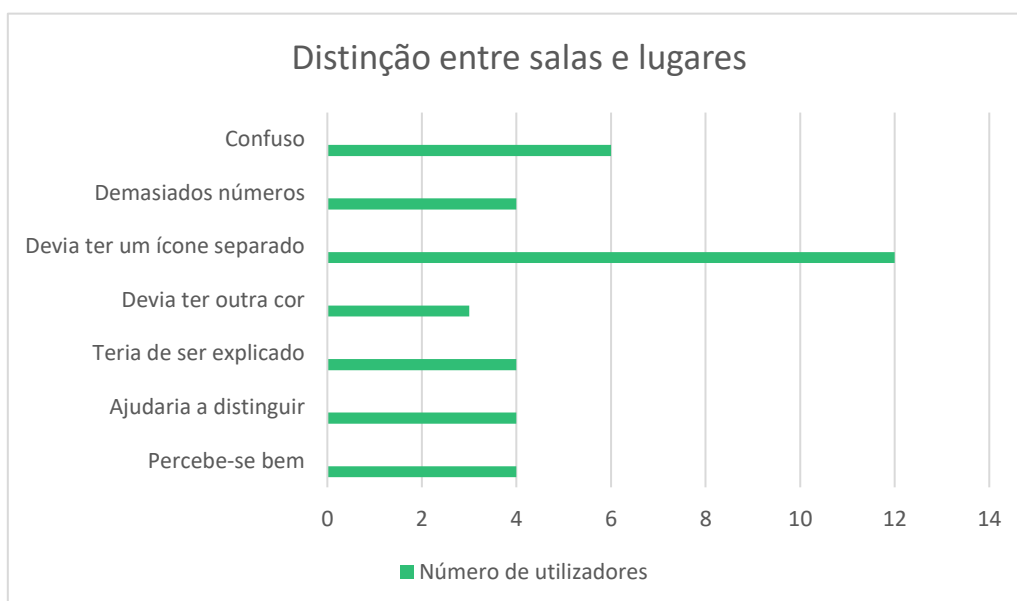


Figura 79 - Avaliações UX - Dados recolhidos acerca da distinção entre salas e lugares (universo de 30 utilizadores)

Deste modo, optou-se por reforçar essa distinção, com a inserção de um ícone à parte para o caso de se tratar de um lugar em específico, como pode ser consultado na Figura 80. Além disso, colocaram-se os ícones a uma cor distinta do texto, para adquirirem um maior destaque visual.



Figura 80 - Avaliações UX - Alterações nos cards de reservas

Além dos diversos detalhes gráficos e das sugestões de melhoria no protótipo, a realização deste momento de recolha de dados permitiu ainda confirmar a viabilidade da solução pensada, como pôde ser comprovado pelos resultados obtidos no momento de pós-experiência, através da utilização do MAX (*Method of Assessment of eXperience*).

Relativamente à categoria das emoções (Figura 81), ou seja, a forma como os utilizadores se sentiram ao experimentar a aplicação, é possível concluir que as escolhas recaíram na sua maior parte em emoções positivas, o que revelou o efeito assertivo que a solução prototipada teve nos utilizadores, que teceram, globalmente, comentários positivos relativamente ao *design* minimalista e à resolução de um problema que há muito afeta os estudantes do departamento. Ainda assim, 6 (em 30) utilizadores afirmaram que se sentiram confusos ao utilizar a aplicação, o que revelou que alguns pormenores teriam que ser resolvidos, como a questão das reservas de salas no mapa e a forma como é realizada a distinção entre salas e lugares.

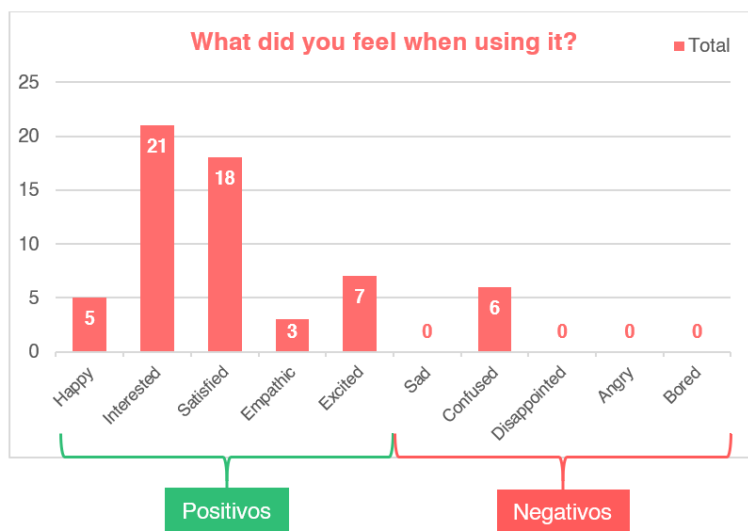


Figura 81 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria das emoções (universo de 30 utilizadores)

A segunda categoria analisada é relativa à intenção de uso (Figura 82), para se entender se a solução prototipada suscitava ou não, aos utilizadores, interesse na sua utilização. Analisando-se os resultados obtidos, verifica-se que nenhum utilizador teve uma opinião negativa nesta questão, sendo que 17 afirmaram que gostaram de usar a aplicação e 25 denotaram a sua vontade em a utilizar frequentemente no futuro. Estes resultados revelam o impacto que a solução prototipada teria no dia-a-dia do seu público-alvo, demonstrando uma vez mais a pertinência do projeto.

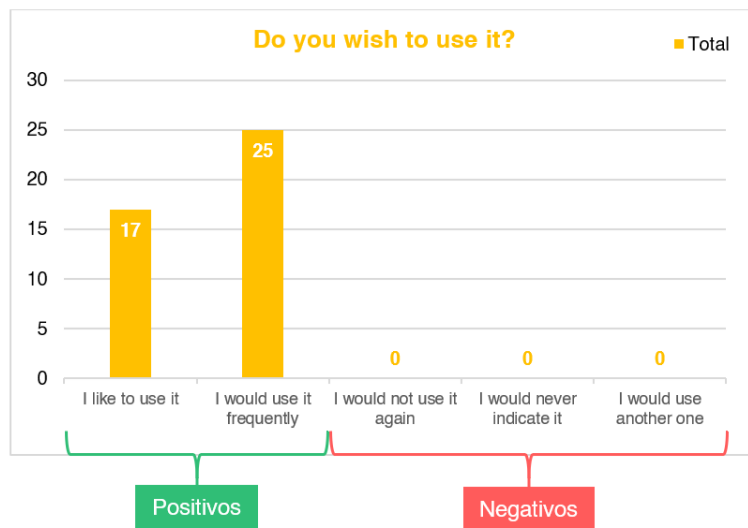


Figura 82 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria da intenção de uso (universo de 30 utilizadores)

De seguida, analisou-se a facilidade de uso da aplicação (Figura 83), categoria que permitiu perceber se as interfaces e a navegação se encontravam de acordo com as expectativas dos utilizadores. Pela análise dos resultados, conclui-se que a maior parte das cartas escolhidas tinham uma conotação positiva, denotando que o protótipo é bastante intuitivo e de fácil utilização. Apenas 3 utilizadores afirmaram que cometeram erros, sentindo algumas dificuldades em aspetos relacionados com a interação, principalmente na tarefa de reserva da sala, através do mapa.

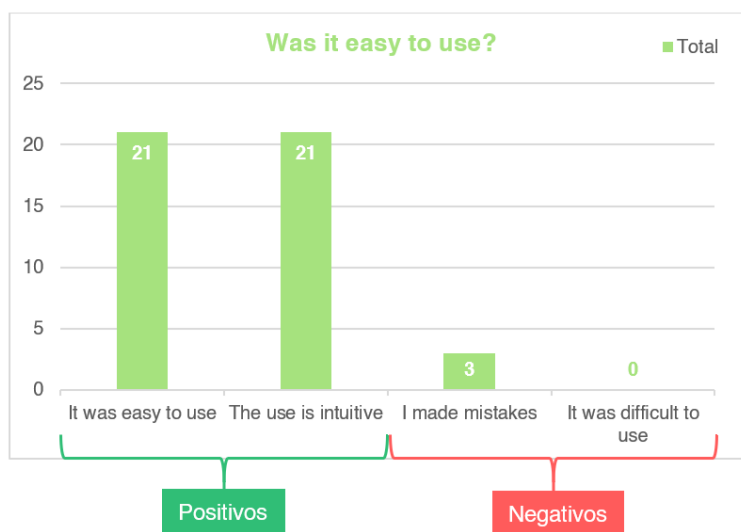


Figura 83 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria da facilidade de uso (universo de 30 utilizadores)

Na última categoria, relacionada com a utilidade (Figura 84), as conclusões são muito semelhantes à categoria da intenção de uso, uma vez que todos os participantes descreveram positivamente a influência que a aplicação teria nas suas rotinas diárias. Conclui-se, uma vez mais, que o protótipo realizado se encontra de acordo com as expectativas do seu público-alvo, sendo uma mais-valia para os seus futuros utilizadores.

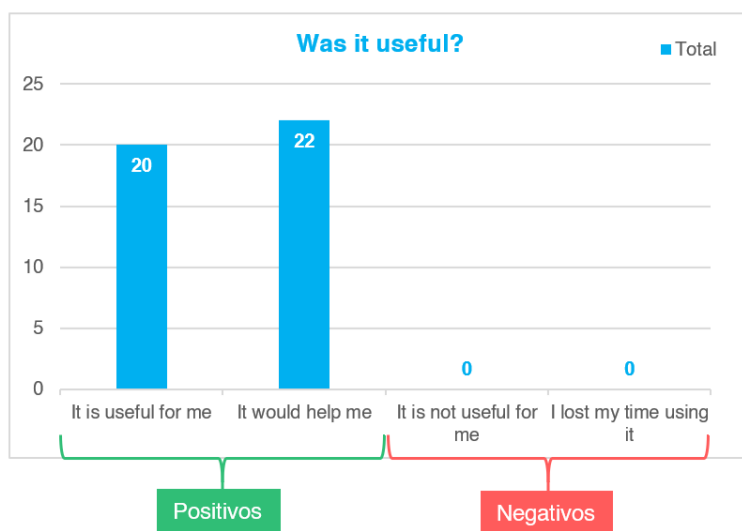


Figura 84 - Avaliações UX - Dados relativos à categoria da utilidade (universo de 30 utilizadores)

### 4.3. Terceira versão – implementação final

Terminada a análise das avaliações UX, a investigação entrou no seu momento final, a implementação funcional. Para isso, foi necessário pensar-se na arquitetura da plataforma, de forma a garantir o seu correto funcionamento. Deste modo, construiu-se uma base de dados e uma API, além do *backoffice* e da aplicação, estando a sua arquitetura apresentada na Figura 85.

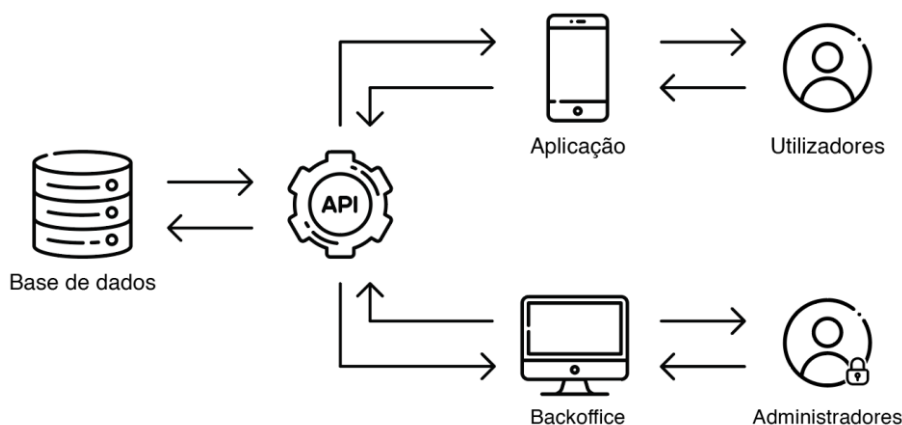


Figura 85 - Arquitetura da plataforma UA SmartSpots

Quando um utilizador entra na aplicação, a mesma irá efetuar pedidos à API, consoante o necessário, que por sua vez vai buscar a informação à base de dados. Em sentido contrário, a base de dados devolve os dados, sendo que a API os processa e os envia para a aplicação, em formato JSON, de modo a que estes possam ser também processados e visualizados. No *backoffice*, o esquema é exatamente o mesmo, havendo a distinção de que apenas os administradores ou *managers* conseguem aceder e realizar operações.



### 4.3.1. Base de dados

Idealizada a arquitetura da plataforma, o primeiro passo da implementação centrou-se na idealização e construção da base de dados (BD), para suportar todos os conteúdos a apresentar, tanto no *backoffice* como na própria aplicação. Esta inclui 21 tabelas, que possibilitam o armazenamento de todo o conteúdo (Figura 86).

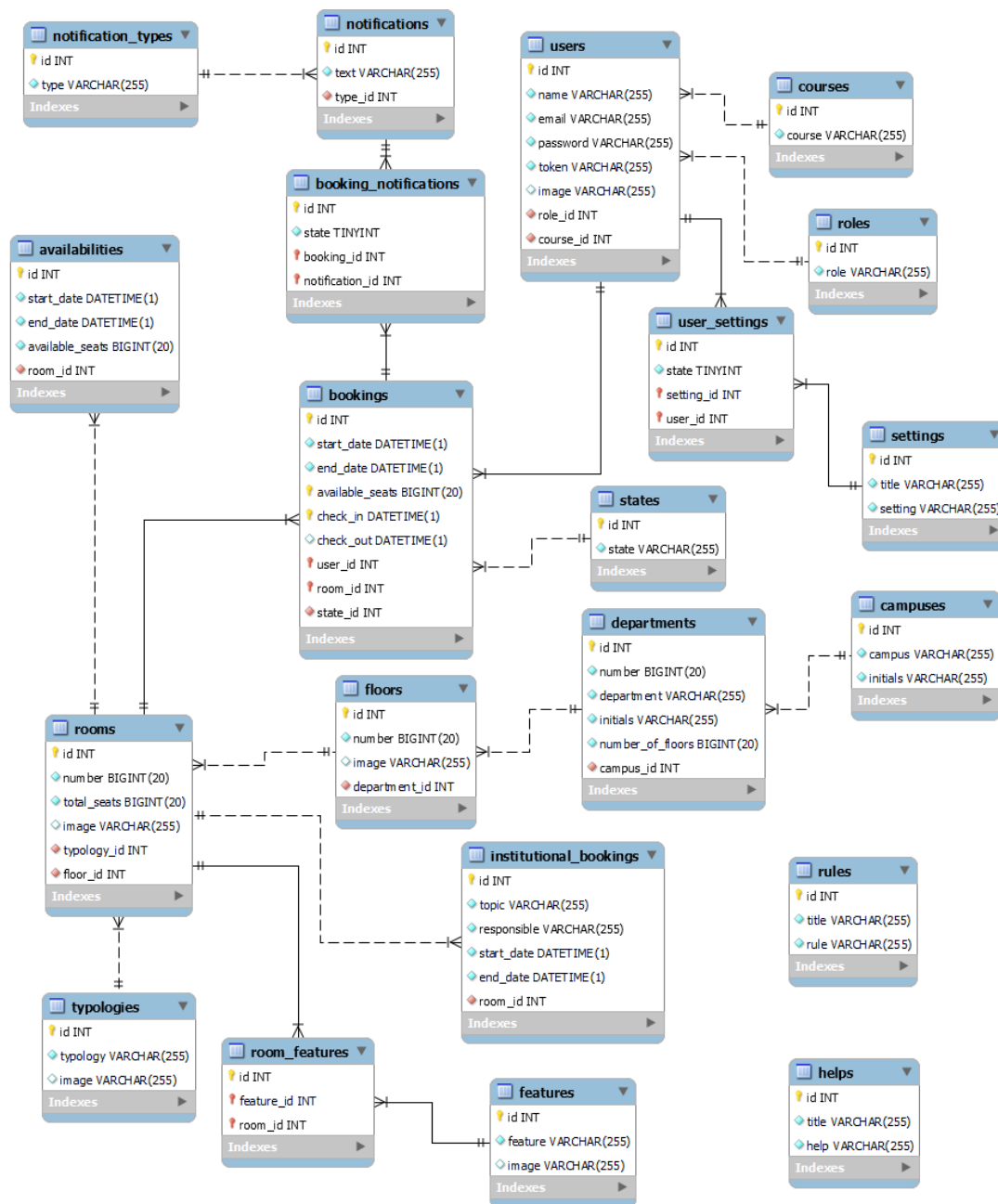


Figura 86 - Base de dados

Para uma melhor interpretação e explicação da base de dados, optou-se por agrupar as tabelas em diversas áreas, como as salas, as reservas, os utilizadores e as páginas informativas. Começando pela gestão das salas, criaram-se tabelas para os *campus*, departamentos, pisos e salas, existindo ainda tipologias e características que podem ser associadas. Criou-se também uma tabela de disponibilidades, que armazena o número de lugares disponíveis, por sala, em determinado momento do dia. Para a

área de reservas, criou-se uma tabela principal (*bookings*), que se liga aos estados das reservas, às salas, às notificações e aos utilizadores. Existe ainda uma tabela de reservas institucionais, pensada para a ocupação das salas quando estas albergam eventos/acometimentos que não são solicitados por alunos, como aulas ou palestras. Por sua vez, os utilizadores apresentam ligações aos cursos, às definições e ao tipo de utilizador, para uma distinção entre administradores, *managers* e utilizadores normais. Por fim, existem ainda as tabelas para apresentação do conteúdo relativo à área do regulamento e da ajuda.

É importante salientar que a base de dados se encontra preparada para o desenvolvimento de funcionalidades não implementadas na aplicação e para uma futura expansão da mesma, como suportar diferentes departamentos ou *campus*.

#### 4.3.2. API

Idealizada a base de dados, a próxima etapa passou pela construção da API, de forma a disponibilizar rotas para alimentar o *backoffice* e a aplicação. Tendo como base o estudo realizado no enquadramento teórico, escolheu-se o Laravel, *framework* de PHP, que possibilita uma rápida construção das tabelas da base de dados, bem como uma fácil gestão de rotas e pedidos à API. Neste sentido, criaram-se:

- *migrations*, para inserção das tabelas na BD;
- *seeders*, para introdução mais simples de grandes quantidades de dados;
- *models* e *controllers*, para gestão de operações do modelo CRUD (*Create, Read, Update and Delete*) relativas às tabelas da BD, assim como a validação dos dados a inserir, editar ou apagar;
- rotas para gestão de dados de todas as tabelas presentes na base de dados, possibilitando operações como ver, inserir, editar ou apagar conteúdo de cada tabela.

Ao longo do desenvolvimento de API, teve-se em atenção a forma como as respostas, em formato JSON, são enviadas, quando é realizado algum pedido. Deste modo, optou-se por criar respostas *standard*, que indicam o sucesso da operação e que devolvem os dados solicitados, assim como descrevem o que está a ser enviado (Figura 87).

```
$response = [  
  'message' => 'Lista de cursos',  
  'data' => $courses,  
  'result' => 'ok'  
];
```

Figura 87 - Exemplo de resposta enviada a um pedido

#### 4.3.3. *Backoffice*<sup>12</sup>

Implementada a API, optou-se por aproveitar o trabalho realizado, bem como as funcionalidades disponibilizadas pelo Laravel, para construção de um *backoffice*, que facilita a gestão dos conteúdos a apresentar na aplicação, assim como da maior parte das tabelas presentes na base de dados. Para isso, foi utilizado um *template* de

---

<sup>12</sup> *Backoffice* - <http://gentle-wildwood-91366.herokuapp.com/>

Bootstrap<sup>13</sup>, personalizado consoante as cores e conteúdos necessários. Recorreu-se ainda ao sistema de *blades* do Laravel, criando-se rotas *web* e retornando as *views* necessárias.

Em termos de navegação, a primeira página apresentada é sempre a de *login*, que apenas permitirá avançar se o utilizador for administrador ou *manager*. Depois de iniciada a sessão, é apresentada uma página inicial (Figura 88), onde se encontram vários *cards*, que ligam diretamente a cada uma das páginas de gestão das tabelas.

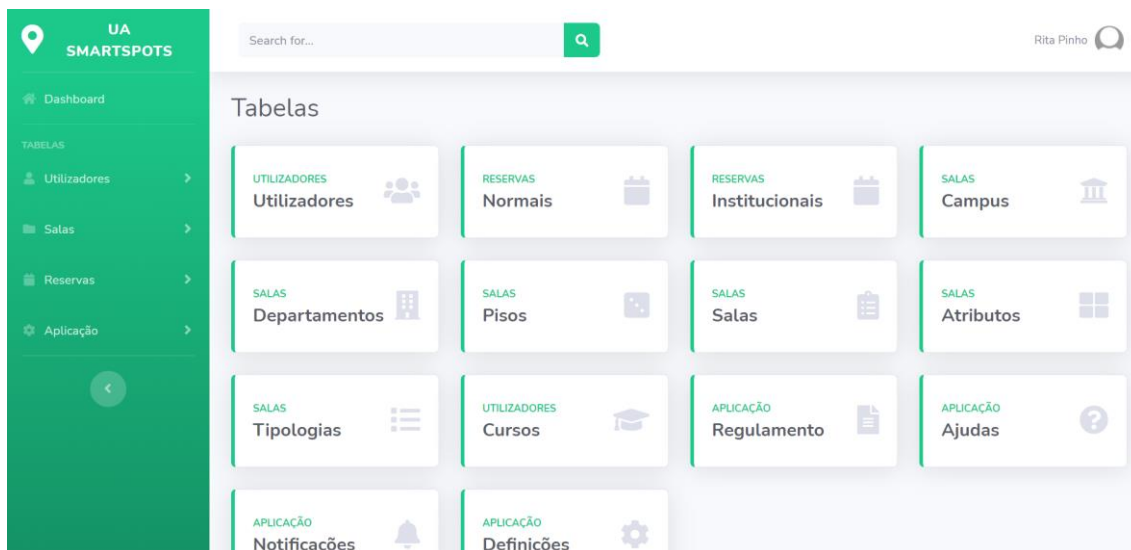


Figura 88 - Backoffice - Página inicial

Existe ainda uma barra lateral de navegação, que agrupa as tabelas por 4 grupos, que podem ser consultados na Tabela 22.

Tabela 22 - Backoffice - Tabelas

Utilizadores	Utilizadores Cursos
Salas	Campus Departamentos Pisos Salas Características Tipologias
Reservas	Reservas normais Reservas institucionais
Aplicação	Regulamento Ajuda Notificações Definições

Em cada uma das páginas correspondentes, é possível realizar operações como ver uma lista dos dados e criar, ver, editar ou apagar um dado em específico. Algumas tabelas não possibilitam certos tipos de ações, como por exemplo a de reservas, que apenas permite, além das funcionalidades normais, editar ou apagar reservas futuras, ou a tabela dos pisos, que limita à ação de visualização.

<sup>13</sup> SB Admin - <https://startbootstrap.com/theme/sb-admin-2>

#### 4.3.4. Aplicação<sup>14</sup>

Concluído o desenvolvimento da API e do *backoffice*, iniciou-se finalmente a etapa de implementação da aplicação. O primeiro passo para a sua construção passou pela definição dos seus requisitos funcionais, para se perceber que funcionalidades seriam implementadas.

##### 4.3.4.1. Requisitos funcionais e técnicos

Apesar do número elevado de funcionalidades prototipadas nas fases anteriores, optou-se por apostar no conceito de MVP (*Minimum Viable Product*), construindo-se um produto que responde às necessidades imediatas dos utilizadores e que pode evoluir de forma progressiva, tendo em conta o seu *feedback*. Para isso, definiu-se uma hierarquia entre as funcionalidades, para que na versão final constassem principalmente as que mais se destacaram. No entanto, a aplicação e a base de dados ficaram preparadas para a inclusão futura de algumas funcionalidades que acabaram por não constar no protótipo funcional. Deste modo, a Tabela 23 apresenta uma descrição das que foram efetivamente desenvolvidas.

Tabela 23 - Aplicação - Funcionalidades

Geral	Validação de formulários
Páginas iniciais	<i>Login</i> Registo
Menu Lateral	Edição de perfil Ajuda Regulamento
Reservas	Apresentação de reservas anteriores, presentes e futuras Possibilidade de reserva de lugar ou sala completa Renovação de reservas Alteração de reservas Cancelamento de reservas <i>Check-in</i> <i>Check-out</i> Prolongamento de reservas
Mapa	Disponibilização de uma simulação do mapa do <i>campus</i> Disponibilização dos pisos do CCCI Disponibilização da planta de cada piso de CCCI Apresentação da lotação dos pisos/salas, com base no número de reservas efetuadas Possibilidade de reserva
Pesquisa	Procura de lugar ou sala, tendo como base o dia, hora, departamento/piso/sala e/ou número de lugares Apresentação dos resultados, com possibilidade de reserva
Notificações	Notificações internas Notificações por <i>push</i> (apenas PC)

O segundo ponto a ter em conta no desenvolvimento da aplicação relacionou-se com a definição dos requisitos técnicos, de forma a se encontrar a melhor tecnologia para a apoiar e suportar a sua implementação, tendo-se identificado os seguintes:

- Funcionamento em iOS e Android;

<sup>14</sup> Aplicação - <https://uasmartspots.web.app/>

- Adaptação ao ecrã dos dispositivos;
- Acesso à internet;
- Acesso à câmara;
- Permissão para envio de notificações;
- Suporte para leitura de QR Codes;
- Possibilidade de tornar a aplicação progressiva.

#### 4.3.4.2. Tecnologia

Tendo como base os requisitos técnicos/funcionais e o estudo realizado no enquadramento teórico, entendeu-se que a melhor tecnologia a adotar seria o React.js, uma biblioteca de JavaScript, que permite uma rápida renderização e reutilização de código. Para uma melhor perceção do local onde se encontra cada ficheiro e da sua função, optou-se por organizar a pasta *src* do projeto em 4 pastas principais:

- *views*, que contém os ficheiros js que carregam diversos *components*;
- *components*, onde se encontram todos os componentes a utilizar dentro de cada *view*;
- *css*, para organização dos ficheiros que permitem aplicar diferentes estilos aos elementos apresentados;
- *images*, onde se encontram as imagens utilizadas ao longo dos diferentes ecrãs.

Adotou-se uma estratégia de *views* e *components*, onde as *views* englobam um conjunto de *components*, que podem ser reutilizados em diversas páginas da aplicação. Como exemplo, pode-se verificar que, na página das reservas futuras (Figura 89), são utilizados os *components* do *header*, menu de navegação e reserva futura, sendo esta última reproduzida em virtude do número de reservas do utilizador.

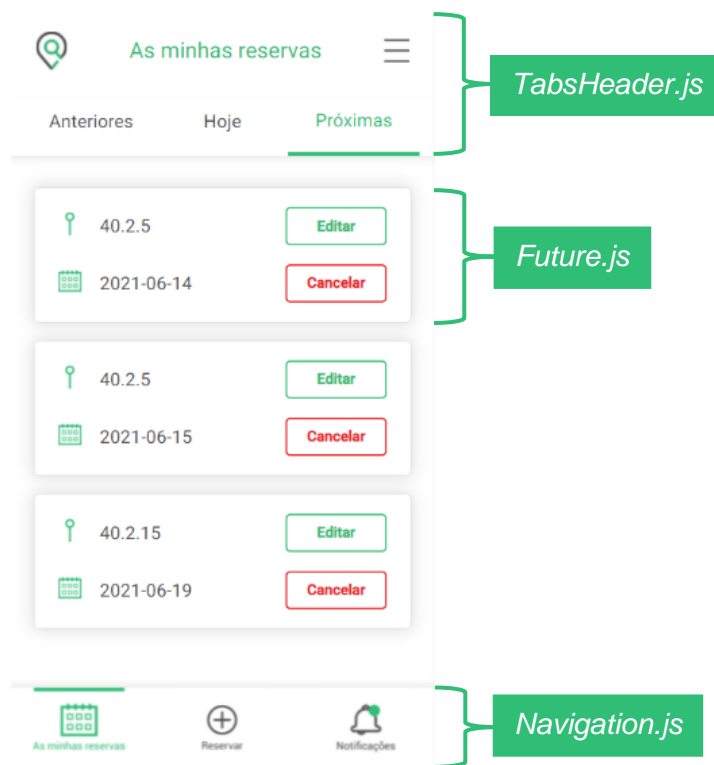


Figura 89 - Aplicação - Organização de componentes

#### 4.3.4.3. Soluções técnicas

No momento de desenvolvimento da aplicação, foram várias as soluções que tiveram de ser adotadas, para a resolução de problemas e correta implementação de funcionalidades. De seguida, apresenta-se uma explicação de alguns detalhes distintivos, que marcaram o desenvolvimento da aplicação.

##### **Progressive Web App**

Tal como foi referido no capítulo do enquadramento teórico, escolheu-se implementar uma *progressive web app* (PWA), uma vez que esta permite reduzir o tempo de desenvolvimento, apesar das desvantagens conhecidas. Tendo como base a premissa de que o objetivo desta dissertação passa por apresentar uma prova de conceito e validá-la, não sendo o foco principal a sua *performance*, entendeu-se que este seria o tipo de aplicação mais adequado. Para tornar a aplicação progressiva, seguiu-se um tutorial onde se recorre a *service workers*, que permitem que as PWAs sejam carregadas instantaneamente e fornecem uma experiência confiável para os utilizadores, independentemente do estado da rede (Pope, 2019). Completaram-se então as seguintes etapas (Pope, 2019):

1. Criar o ficheiro *worker.js* na página *public* do projeto e inserir o código necessário;
2. Alterar o ficheiro *index.html*, adicionando código para verificação se o *browser* suporta *service workers*;
3. Atualizar o ficheiro *index.js* com o código necessário;
4. Aplicar o princípio de "*Progressive Enhancement*", adicionando algumas linhas de código ao ficheiro *index.html*;
5. Inserir um ícone para a aplicação, no ficheiro *manifest.json*.

## React-Bootstrap

Para a criação de um *design* que se adaptasse aos ecrãs de vários *smartphones*, recorreu-se a um *package*, o React-Bootstrap, que permite a utilização de componentes de Bootstrap pré-definidos, sem necessidade de escrita manual de cada um. Como exemplo, recorreram-se às suas modais, assim como *cards* e *divs* de estrutura.

## Login/Registo

A estratégia adotada para verificar se o utilizador tem sessão iniciada na aplicação, prendeu-se com a utilização da *localStorage*, um mecanismo para armazenamento de dados do lado do cliente. Deste modo, assim que o utilizador efetua *login* ou registo, são criados dois itens na *localStorage*, que corresponderão a informações codificadas do mesmo. Em cada página, é verificado se estes dois itens se encontram armazenados, sendo realizada uma descodificação e comparação com a base de dados, de forma a entender se os dados correspondem ao mesmo utilizador. Se a resposta for afirmativa, o utilizador permanece na página em questão. Se for negativa, os itens são removidos da *storage* e o utilizador é redirecionado para a página de *login*.

## Loading

Devido à grande quantidade de dados carregados e de forma a otimizar a experiência de utilização da aplicação, optou-se por indicar visualmente ao utilizador se a página ainda se encontra a carregar conteúdo. Para isso, criou-se uma lógica comum a todas as páginas, onde se recorre a uma variável denominada *isLoading*. Esta variável é sempre iniciada com o valor *false*, sendo que, enquanto essa condição se verificar, é chamado o componente criado para o efeito, o *Loading*. Assim que o carregamento da página é concluído, o estado da variável *isLoading* passa a *true*, sendo que a condição deixa de se verificar e o componente carregado é finalmente exibido.

## API requests

Para a concretização de pedidos à API, utilizou-se o *axios*, um *package* que permite a realização de pedidos HTTP, recebendo a informação proveniente da API no formato JSON. É utilizado para pedidos mais simples, como por exemplo a obtenção das reservas do utilizador (GET), assim como operações mais complexas, como a inserção, edição ou remoção de reservas (POST, PUT e DELETE).

## Validações

Para as validações dos formulários, a maior parte da sua estrutura já tinha sido construída aquando do desenvolvimento de API e do *Backoffice*. Como tal, a sua implementação foi facilitada por este investimento inicial, permitindo que, nesta fase, se pudesse centrar esforços em outros detalhes importantes. Assim, em cada formulário, depois de efetuado o pedido à API, esta devolve as validações necessárias, em formato JSON, que apenas têm de ser inseridas em *divs* com os estilos apropriados.

## Check-in

De forma a implementar o *check-in*, recorreu-se ao *package* “modern-react-qr-reader”, que fornece um mecanismo para a leitura de *QR Codes*. Deste modo, usou-se a função *handleScan* para a descodificação do *QR Code* e *handleError* para apresentação de uma mensagem de erro, no caso do código não ser válido. Foi ainda necessário recorrer a um gerador de *QR Codes*, para criar um para cada sala (Apêndice

6), de modo a que este pudesse ser colocado na sua porta de entrada, de forma a ser facilmente encontrado e utilizado.

### Notificações

Para implementação das notificações, recorreu-se à Notification Web API do JavaScript. Esta permite o envio de notificações por *push*, tendo o senão de não ser compatível com o sistema operativo iOS e de poder causar alguns problemas em certos *smartphones*. Para contornar esse problema, optou-se por utilizar o menu de navegação como indicação visual da existência, ou não, de notificações por ler. Deste modo, para que o sistema reconheça que tem de enviar uma notificação, é efetuado um pedido periódico à API, que indica se há ou não necessidade de se proceder à disponibilização da mesma.

### 4.3.4.4. Navegação

Concluída a apresentação dos detalhes técnicos, e de forma a se explicar mais facilmente a sua estrutura da aplicação, construiu-se um diagrama (Figura 90), que representa, de forma esquemática, o fluxo que cada utilizador poderá atravessar, ao interagir com a mesma.

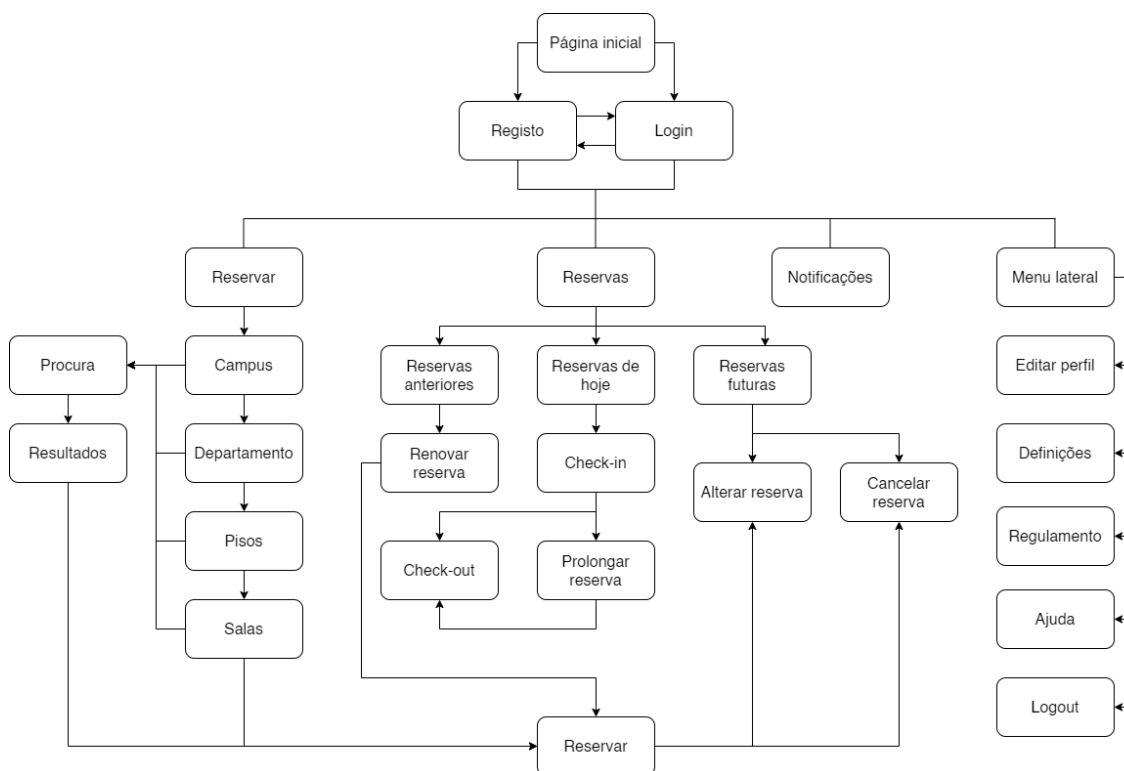


Figura 90 - Aplicação - Estrutura de navegação

Inicialmente, qualquer utilizador que tenha um primeiro contacto com a aplicação, irá ser confrontado com um ecrã inicial (Figura 91), que possibilita a passagem para as páginas de *login* (Figura 92) ou registo (Figura 93).



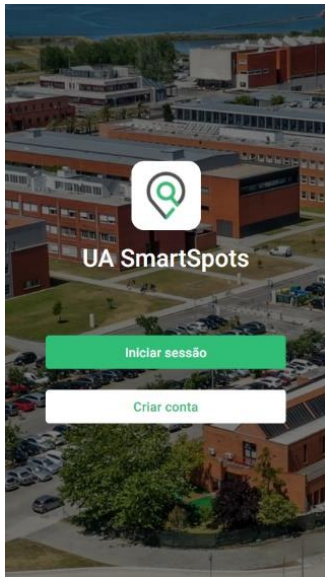


Figura 91 - Aplicação - Página inicial

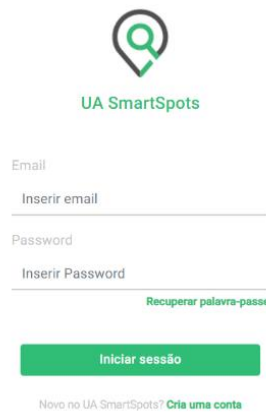


Figura 92 - Aplicação - Login

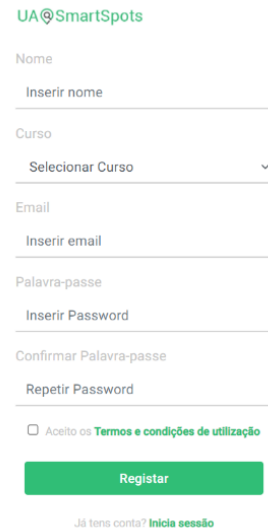


Figura 93 - Aplicação - Registo

Uma vez iniciada a sessão, o utilizador é redirecionado para a página das reservas do presente dia, podendo navegar diretamente para a maior parte das áreas da aplicação. Esta navegação é possibilitada pela existência comum, em quase todas as páginas, de um *header* (Figura 94), um menu de navegação (Figura 96) e um menu lateral (Figura 95).



Figura 94 - Aplicação – Header

Figura 96 - Aplicação - Menu de navegação

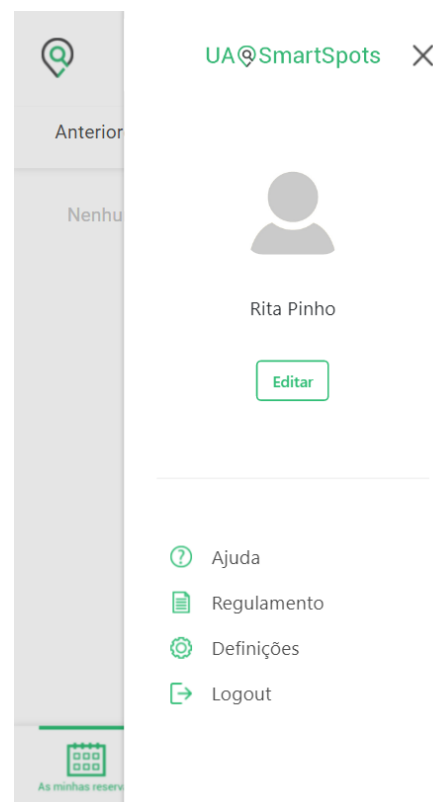


Figura 95 - Aplicação - Menu lateral

Na área das reservas do utilizador, é possível uma consulta das reservas do dia, das anteriores e das futuras. Nas reservas anteriores (Figura 97), podem-se visualizar

os detalhes de cada uma, bem como efetuar a sua renovação. Nas reservas do próprio dia (Figura 98), consoante o seu estado, podem-se visualizar os detalhes, cancelar, efetuar *check-in*, prolongamento e *check-out*. Já nas reservas futuras (Figura 99), é possibilitada uma edição ou cancelamento de cada uma.

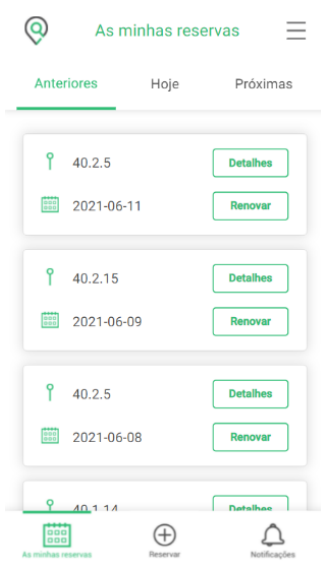


Figura 97 - Aplicação - Reservas anteriores

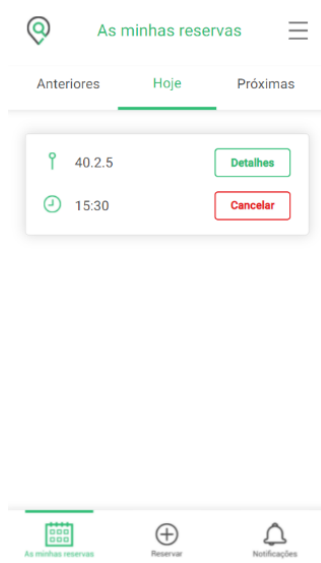


Figura 98 - Aplicação - Reservas de hoje

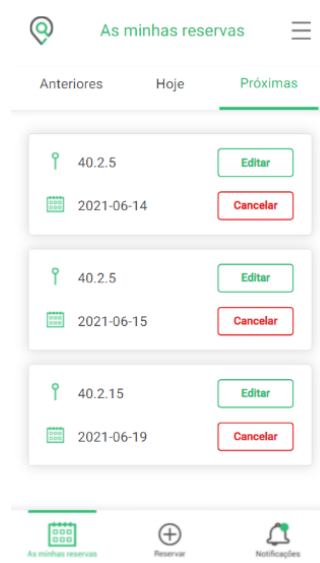


Figura 99 - Aplicação - Reservas futuras

Na área destinada à ação de reservar, a primeira página apresentada incluiu uma simulação de um mapa do *campus* Universitário de Santiago (Figura 100), sendo possível ao utilizador seleccionar o departamento 40 (CCCI) ou o 21 (DeCA). De seguida, poderá escolher o piso que deseja (Figura 101) e entrar na planta do mesmo (Figura 102), onde poderá visualizar as salas disponíveis e efetuar uma reserva.

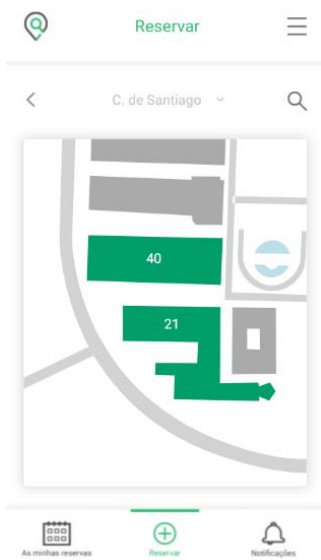


Figura 100 - Aplicação - Mapa

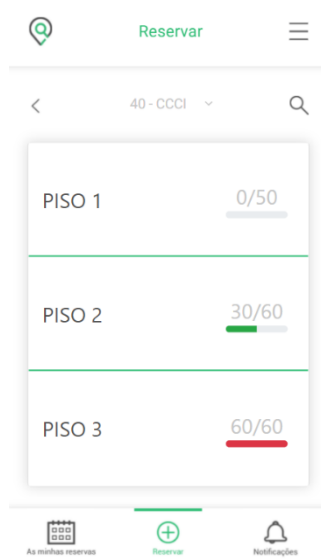


Figura 101 - Aplicação - Pisos

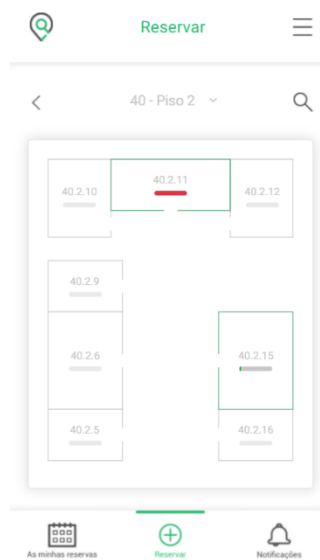


Figura 102 - Aplicação - Salas

Ao longo de todos estes ecrãs, é comum a presença de um ícone de pesquisa (Figura 103), para a procura de um lugar, inserindo determinadas preferências, sendo apresentados resultados consoante a sua disponibilidade (Figura 104).



Figura 103 - Aplicação - Pesquisa

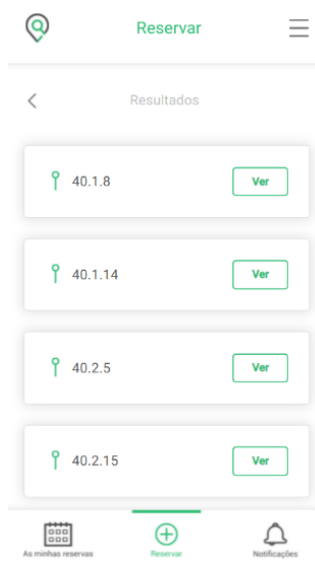


Figura 104 - Aplicação - Resultados

Na área de notificações (Figura 105), o utilizador apenas pode consultar as que foram enviadas, visualizando alguns detalhes relativos às mesmas (Figura 106), como a informação relacionada com a reserva a que está associada. O estado de cada *card* muda consoante a leitura de notificação, sendo que as notificações por ler apresentam uma borda esquerda de cor verde e as notificações já lidas exibem esta borda em cinzento.

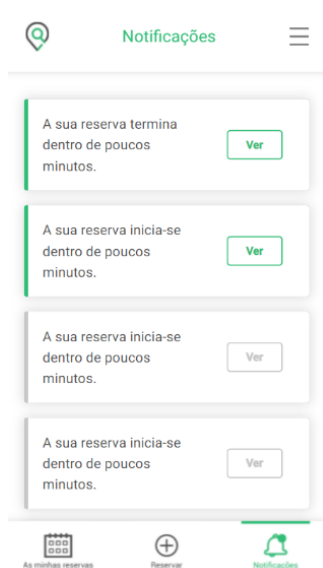


Figura 105 - Aplicação - Notificações

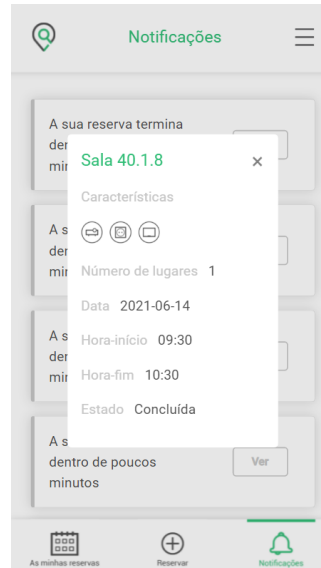



Figura 106 - Aplicação - Abertura de notificação

Por fim, no menu lateral, apresentam-se algumas páginas com informação de menor relevância numa utilização normal, daí o facto de serem apresentadas num menu secundário. Ao clicar no botão do menu hambúrguer, o utilizador tem acesso à página de edição de perfil (Figura 107), regulamento (Figura 108) e ajuda (Figura 109), bem como um botão para realizar o *logout* na aplicação.

✕ **Editar perfil**



Nome  
Rita Pinho

Curso  
Novas Tecnologias da Comunicação ▾

Email  
ritagpinho@ua.pt

Palavra-passe  
Inserir Password

Confirmar Palavra-passe  
Repetir Password

**Confirmar alterações**

*Figura 107 - Aplicação - Edição de perfil*

✕ **Regulamento**

**Check-in**

Para dar entrada numa sala ou lugar, é aceite uma tolerância de 10 minutos depois da hora de início da reserva, ou seja, caso seja passada a sua tolerância, a reserva será removida. O check-in também não poderá ocorrer antes da hora estipulada.

**Check-out**

Se o utilizador não realizar check-out nem prolongar a reserva, o sistema irá proceder ao mesmo de forma automática.

**Reservas**

Um utilizador apenas pode realizar uma reserva por dia.

**Cancelamento**

Existe um limite de reservas a serem canceladas, que pode ser excedido se esta funcionalidade for utilizada de forma excessiva.

*Figura 108 - Aplicação - Regulamento*

✕ **Ajuda**

**Reservar**

Para proceder a uma reserva, deve aceder à área RESERVAR, procurando uma sala no mapa ou pesquisando segundo diversos filtros.

**Check-in**

O check-in poderá ser realizado através do scan de um QR-Code, presente na entrada de cada sala.

**Check-out**

Para o check-out, apenas é necessário clicar no botão para o mesmo efeito.

**Cancelamento**

Para cancelar uma reserva, é necessário clicar no botão para o mesmo efeito, tendo sempre em conta as regras presentes no regulamento.

*Figura 109 - Aplicação - Ajuda*

É importante referir que, na implementação das interfaces, seguiu-se de forma fiel o que tinha sido desenhado, validado e corrigido no protótipo<sup>15</sup>, salvo raras exceções.

<sup>15</sup> Protótipo 3 - <https://projects.invisionapp.com/prototype/ckq26ajdg000gck01s8w0bx2e/play>

## 5. Conclusões

### 5.1. Principais resultados

Com o surgimento da pandemia da COVID-19, cresceu de forma significativa um problema há muito identificado no ensino universitário, relacionado com a procura, por parte dos estudantes, de um local adequado para a realização das suas sessões de estudo ou trabalhos em grupo. Tendo como mote este problema, o presente estudo pretendeu atenuá-lo no contexto do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, através da conceção de uma plataforma para reserva de lugares ou salas. Para atingir esta finalidade, optou-se por uma metodologia que permitisse a conceção de um produto adequado às necessidades do seu público-alvo. Realizou-se, então, uma investigação de desenvolvimento tipo 1, onde a ênfase esteve na implementação funcional de um produto para a resolução de um problema específico. Uma investigação desta tipologia é caracterizada por diversas etapas, cumpridas ao longo do presente estudo.

O primeiro passo tomado centrou-se na conceção de um levantamento do estado da arte, para que se identificassem os produtos já existentes no mercado e fosse possível entender algumas funcionalidades que deveriam constar na aplicação. De seguida, realizou-se um enquadramento teórico de modo a adquirir bases para as etapas subsequentes. Estudaram-se conceitos relacionados com: a interface e interação em dispositivos móveis, de forma a se conceber um produto adequado e que cumprisse os requisitos do público-alvo; o desenvolvimento de aplicações móveis, para a perceção de detalhes técnicos e uma tomada de decisão relativamente às tecnologias a adotar; e as soluções de monitorização/comunicação, que permitiram escolher uma tecnologia de suporte para a funcionalidade de *check-in*.

Concluída a fase inicial de investigação, seguiu-se o desenvolvimento e validação progressiva e iterativa do protótipo. Tendo como base uma abordagem centrada nos utilizadores, o desenvolvimento de um produto cujo objetivo seja cumprir as necessidades do seu público-alvo requer sempre um contacto direto com mesmos, com o objetivo se chegar a algo que cumpra verdadeiramente os seus desejos e requisitos. Desta forma, começou-se por tentar perceber o que os utilizadores desejavam numa aplicação para reserva de lugares ou salas, criando-se um primeiro protótipo, em estilo *wireframe*, que foi validado através da realização de sessões de *focus groups*. Seguiu-se a passagem para o nível superior, desenhando-se um protótipo de alta-fidelidade, ainda não funcional, que foi alvo de validação através de uma avaliação UX com profundidade, envolvendo 30 utilizadores. Este momento permitiu a passagem à fase seguinte com maior segurança, tendo em conta que o protótipo já tinha sido alvo de diversas avaliações, por parte daqueles que serão os seus potenciais utilizadores finais.

A última fase da investigação teve como objetivo o desenvolvimento funcional da aplicação. Para isso, revisitou-se o estudo realizado no enquadramento teórico, de forma a se perceber quais as tecnologias que melhor iriam servir a implementação da plataforma. Depois de escolhido o Laravel para o desenvolvimento do *backoffice*/API e o React.js para o desenvolvimento da aplicação, implementou-se finalmente a plataforma.

Todo este processo permitiu atingir os objetivos enunciados e responder à questão de investigação, que guiou o decorrer do projeto. Concluiu-se que as

características de interface/interação que uma aplicação de gestão de espaços partilhados destinada aos alunos do DeCA devem ser:

- Consistência visual – manter uma consistência ao longo dos diversos ecrãs, utilizando elementos comuns e que permitam uma interação de forma simplificada, como o menu de navegação ou o *header*;
- *Design* minimalista – evitar elementos desnecessários e que possam desviar a atenção do utilizador;
- *Feedback* informativo – fornecer ao utilizador uma indicação da página na qual se encontra, para que este não se perca ao longo da navegação; indicar sempre as consequências das suas ações, como por exemplo no preenchimento dos formulários de *login*/registo ou de reserva;
- Redundância – possibilidade de executar ações de diversas formas, como a realização de reservas, seja pelo mapa, pela pesquisa ou pela renovação de reservas anteriores;
- Reversão de ações – permitir a alteração ou cancelamento de reservas;
- Prevenção de erros – inserção de modais de confirmação.

A investigação permitiu ainda perceber os requisitos funcionais e técnicos que uma aplicação deste tipo necessitava, que podem ser consultados na Tabela 24 e Tabela 25, respetivamente.

Tabela 24 - Requisitos funcionais

Requisitos funcionais
Login/Registo
Efetuar reservas
Procurar lugares/salas
Consultar lugares/salas disponíveis
Notificações
Páginas informativas

Tabela 25 - Requisitos técnicos

Requisitos técnicos
Funcionamento em iOS e Android
Adaptação ao ecrã dos dispositivos
Acesso à internet
Acesso à câmara
Permissão para envio de notificações
Suporte para leitura de QR Codes
Possibilidade de tornar a aplicação progressiva

## 5.2. Limitações do estudo e trabalho futuro

Apesar de se poder considerar como satisfatório o produto final resultante do presente estudo, foram diversas as limitações atravessadas ao longo de todo o ciclo de investigação, que condicionaram algumas etapas do mesmo. A situação pandémica atravessada limitou a realização dos *focus groups* e avaliações UX, que tiveram de ser conduzidas à distância, através de plataformas como o Zoom e o Microsoft Teams. Embora tenham sido a única alternativa para a realização destes momentos, entendeu-se que acabaram por retirar alguma essência a este tipo de atividades, cuja riqueza assenta num contacto presencial com os utilizadores, para que estes possam experimentar o produto diretamente nos seus telemóveis, sem necessidade de o

fazerem através do ecrã de um computador. Independentemente das condicionantes atravessadas, estas avaliações acabaram por ser um ponto crucial no projeto, para que este estivesse realmente adaptado ao que os utilizadores necessitam.

Outro fator que limitou o desenvolvimento de mais funcionalidades e a realização de mais momentos de avaliação do produto foi o tempo limitado. Apesar de se considerar que a gestão do mesmo foi bastante adequada e que permitiu cumprir os objetivos da investigação, é possível a identificação de algumas melhorias que poderiam ser implementadas, numa perspetiva de trabalho futuro. Desde logo, poderia ter sido realizada uma última avaliação de experiência de utilizador ou de usabilidade, para voltar a confirmar que o produto se encontra adequado às necessidades e requisitos do público-alvo. Seria também interessante a implementação de algumas funcionalidades que constavam no protótipo de alta-fidelidade e que acabaram por não ser desenvolvidas/implementadas, tais como:

- Recuperação de *password*;
- Verificação de conta;
- Inserção e edição de imagem de perfil;
- Página de definições, com possibilidade de acionar aspetos relacionados com a acessibilidade;
- Reserva de um ou mais lugares em específico dentro de uma sala;
- Disponibilização de uma agenda com a ocupação de cada sala;
- Disponibilização de notificações por *push* em todos os sistemas operativos;
- Implementação de mecanismos de segurança mais robustos.

Relativamente à funcionalidade de *check-in*, o próximo passo seria a implementação de um sistema automático, com recurso a um Raspberry Pi. Desta forma, os utilizadores não teriam de recorrer aos *QR Codes* para dar entrada no lugar reservado, sendo uma solução que iria contornar um possível esquecimento e otimizar a sua experiência de utilização da aplicação.

Por último, para potenciar a *performance* e eliminar possíveis incompatibilidades entre os sistemas operativos, seria pertinente implementar a aplicação de forma nativa, disponibilizando-a nas lojas oficiais de aplicações de cada sistema.

## Referências bibliográficas

- Caracol, J. H. V., Alturas, B., & Martins, A. (2019). A society ruled by the impact of the smartphone: Influence that the use of the smartphone has in people's daily lives. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2019-June*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760845>
- Carmo, H. & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da investigação - Guia para Auto-aprendizagem* (2nd ed.). Universidade Aberta.
- Cavalcante, E., Rivero, L., & Conte, T. (2015a). MAX: A method for evaluating the post-use user eXperience through cards and a board. *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE, 2015-Janua*, 495–500. <https://doi.org/10.18293/SEKE2015-136>
- Cavalcante, E., Rivero, L., & Conte, T. (2015b). MAX: A method for evaluating the post-use user eXperience through cards and a board. *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE, 2015-January*, 495–500. <https://doi.org/10.18293/SEKE2015-136>
- Coskun, V., Ozdenizci, B., & Ok, K. (2013). A survey on near field communication (NFC) technology. *Wireless Personal Communications*, 71(3), 2259–2294. <https://doi.org/10.1007/s11277-012-0935-5>
- Creswell, W. J., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (5th ed., Vol. 53, Issue 9). Sage.
- Dong, Z. Y., Zhang, Y., Yip, C., Swift, S., & Beswick, K. (2020). Smart campus: definition, framework, technologies, and services. *IET Smart Cities*, 2(1), 43–54. <https://doi.org/10.1049/iet-smc.2019.0072>
- Jordan, P. W. (1998). Principles of Usable Design. In C. Press (Ed.), *An Introduction to Usability* (ilustrada, p. 136).
- Min-Allah, N., & Alrashed, S. (2020). Smart campus—A sketch. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102231. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231>
- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., Suhardi, S., & Yazid, S. (2017). Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. *2017 International Conference on Information Technology Systems and Innovation, ICITSI 2017 - Proceedings, 2018-Janua*, 384–391. <https://doi.org/10.1109/ICITSI.2017.8267975>
- Oderuth, B. R., Ramkissoon, K., & Sungkur, R. K. (2019, September 1). Smart Campus Library System. *2nd International Conference on Next Generation Computing Applications 2019, NextComp 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/NEXTCOMP.2019.8883636>
- Oliveira, L. R. (2006). Metodologia do desenvolvimento: um estudo de criação de um ambiente de e-learning para o ensino presencial universitário. *Educação Unisinos*, 10(1), 69–77. <https://doi.org/10.4013/6043>
- Pardal, L., & Correia. (1995). *Métodos e Técnicas de Investigação Social* (P. Areal (Ed.)).
- Quivy & Campenhoudt, L. (2013). *Manual de investigação em ciências sociais* (6th ed.). Trad. Lisboa: Gradiva.
- Ramalho, J. F. C. B., Correia, S. F. H., Fu, L., Dias, L. M. S., Adão, P., Mateus, P., Ferreira, R. A. S., & André, P. S. (2020). Super modules-based active QR codes for smart trackability and IoT: a responsive-banknotes case study. *Npj Flexible Electronics*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41528-020-0073-1>
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. a. (2004). Developmental research: Studies of



- instructional design and development. *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*, 1099–1130.
- Robert, J. M., & Lesage, A. (2011). Designing and evaluating user experience. *The Handbook of Human-Machine Interaction: A Human-Centered Design Approach, January 2011*, 321–338. <https://doi.org/10.1201/9781315557380-16>
- Rusli, A., & Halim, D. K. (2019, August 1). Towards an Integrated Hybrid Mobile Application for Smart Campus Using Location-Based Smart Notification. *2019 International Conference on Engineering, Science, and Industrial Applications, ICESI 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICESI.2019.8863022>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). Understanding research philosophy and approaches to theory development. In *Research Methods for Business Students* (8th ed., pp. 215–218). Pearson. <https://doi.org/10.1108/qmr.2000.3.4.215.2>
- Xanthopoulos, S., & Xinogalos, S. (2015). Mobile app development in HTML5. *AIP Conference Proceedings*, 1648(April), 1–5. <https://doi.org/10.1063/1.4912562>

## Referências web

- Adobe XD. (n.d.). User Interface (UI) Design | Insights & Inspiration. Adobe XD Ideas. Retrieved January 20, 2021, from <https://xd.adobe.com/ideas/process/ui-design/>
- Akindunjoye, O. (2018). 5 fundamental elements of interface design. UX Collective. <https://uxdesign.cc/5-fundamental-elements-of-interface-design-7d8b8be47044>
- All About UX. (n.d.). All About UX. Retrieved January 24, 2021, from <https://www.allaboutux.org/>
- Arduino. (n.d.-a). *Arduino - AboutUs*. Retrieved February 3, 2021, from <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>
- Arduino. (n.d.-b). *Arduino - Introduction*. Retrieved February 3, 2021, from <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
- Babich, N. (2016). *Best Practices for Imagery*. by Nick Babich. UX Planet. <https://uxplanet.org/best-practices-for-imagery-b34a2d5c7bbc>
- Babich, N. (2019). *The 4 Golden Rules of UI Design*. Adobe XD Ideas. <https://xd.adobe.com/ideas/process/ui-design/4-golden-rules-ui-design/>
- Digital 2021 - We Are Social*. (n.d.). Retrieved February 11, 2021, from <https://wearesocial.com/digital-2021>
- Element14. (2017). *Study Hunt: Library seat availability live moni... | element14 | STEM Projects*. Element14. <https://www.element14.com/community/community/stem-academy/stem-projects/blog/2017/06/08/study-hunt-library-seat-availability-live-monitoring-system>
- GeeksForGeeks. (2020). *Frontend vs Backend*. GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/frontend-vs-backend/>
- Grass, J. (2019). *The 5 Key UX Design Principles You Need To Know*. Career Foundry. <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/5-key-principles-for-new-ux-designers/>
- Hannah, J. (2019). *What Is A User Interface, And What Are The Elements That Comprise one?* Career Foundry. <https://careerfoundry.com/en/blog/ui-design/what-is-a-user-interface/>
- Heath, N. (2018). Inside the Raspberry Pi: The story of the \$35 computer that changed the world. *Tech Republic*. <http://docplayer.net/192370021-Inside-the-raspberry-pi-the-story-of-the-35-computer-that-changed-the-world.html>
- ISO. (2018). *ISO 9241-11:2018(en), Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- IxDF. (n.d.-a). *What is Information Visualization?* Interaction Design Foundation (IxDF). Retrieved January 20, 2021, from <https://www.interaction-design.org/literature/topics/information-visualization>
- IxDF. (n.d.-b). *What is User Experience (UX) Design?* Interaction Design Foundation (IxDF). Retrieved January 20, 2021, from <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ux-design>
- IxDF. (n.d.-c). *What is User Interface Design?* Interaction Design Foundation (IxDF). Retrieved January 20, 2021, from <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>
- IxDF. (2020). *Information Visualization – A Brief Introduction*. Interaction Design Foundation (IxDF). <https://www.interaction-design.org/literature/article/information-visualization-a-brief-introduction>

- Kunsh Technologies. (2020). *Why Should You Develop An API For Your Business?* Kunsh Technologies. <https://www.kunshtech.com/blog/why-develop-api-for-your-business/>
- Macoveiciuc, A. (2020). *Beginner's Guide to APIs, Protocols and Data Formats*. Frontend Digest. <https://medium.com/frontend-digest/beginners-guide-to-apis-protocols-and-data-formats-f80cf7f30425>
- Moreno, L. (2020a). *Fundamentals of color in user interface design (UI)*. UX Collective. <https://uxdesign.cc/fundamentals-of-color-in-interface-design-ui-8127149f13e6>
- Moreno, L. (2020b). *Fundamentals of layout in user interface design (UI)*. UX Collective. <https://uxdesign.cc/fundamentals-of-layout-in-interface-design-ui-3a9dba31f1>
- Moreno, L. (2020c). *Fundamentals of typography in user interface design (UI)*. UX Collective. <https://uxdesign.cc/fundamentals-of-typography-in-user-interface-design-ui-67cdd13bfa24>
- Morville, P. (2004). *User Experience Design*. Semantic Studios. [http://semanticstudios.com/user\\_experience\\_design/](http://semanticstudios.com/user_experience_design/)
- NFC Org. (n.d.). *History of Near Field Communication*. Near Field Communication Organization. Retrieved November 2, 2020, from <http://nearfieldcommunication.org/history-nfc.html>
- Nielsen, J. (1994). *Heuristic Evaluation: How-To: Article by Jakob Nielsen*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>
- Nielsen, J. (1997). *Focus Groups in UX Research*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/focus-groups/>
- Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Nielsen, J. (2020). *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Norman, D. (2016). *Don Norman: The term "UX" - YouTube*. <https://www.youtube.com/watch/9BdtGj0lN4E>
- Norman, D., & Nielsen, J. (2006). *The Definition of User Experience (UX)*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Pope, T. (2019). *Transform a React App into a Progressive Web App (PWA) | by Tori Pope | Medium*. Medium. <https://medium.com/@toricpope/transform-a-react-app-into-a-progressive-web-app-pwa-dea336bd96e6>
- QR Code Generator. (2020). *How QR Codes Work and Their History*. QR Code Generator. <https://www.qr-code-generator.com/blog/how-qr-codes-work-and-their-history/>
- Raspberry Pi Org. (n.d.). *What is a Raspberry Pi?* Raspberry Pi Organization. Retrieved October 31, 2020, from <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>
- Richard, S., & LePage, P. (2020). *What are Progressive Web Apps?* Web.Dev. <https://web.dev/what-are-pwas/>
- Roto, V., Law, E., Vermeeren, A., & Hoonhout, J. (2011). *User Experience White Paper. Seminar*, 1–12. <http://www.allaboutux.org/files/UX-WhitePaper.pdf>
- Simform. (2021). *Best Frontend Frameworks of 2021 for Web Development*. Simform. <https://www.simform.com/best-frontend-frameworks/>
- StatsCounter. (2021). *Mobile Operating System Market Share Worldwide*. StatCounter Global Stats. <https://gs.statcounter.com/os-market->

share/mobile/worldwide/#yearly-2009-2021

- Subedi, S. (2019). *What is imagery in UI Design? Definition and Examples*. ProCreator Blog. <https://procreator.design/blog/what-is-imagery-in-ui-design/>
- TechTerms. (2016). *Operating System Definition*. TechTerms. [https://techterms.com/definition/operating\\_system](https://techterms.com/definition/operating_system)
- Tiger Mobiles. (n.d.). *Evolution of the Mobile Phone - History and Timeline*. TigerMobiles.Com. Retrieved January 20, 2021, from <https://www.tigermobiles.com/evolution/#start>
- Tran, T. (2019). *Mobile-first design: An easy guide to everything you need to know*. Invision. <https://www.invisionapp.com/inside-design/mobile-first-design/>
- University of Edinburgh. (n.d.). *SeatEd App User Guide*. The University of Edinburgh. Retrieved January 7, 2021, from <https://www.ed.ac.uk/information-services/students/study-space/study-spaces-app-user-guide>
- Usability.gov. (n.d.-a). *User Interface Design Basics*. Usability.Gov. Retrieved January 20, 2021, from <https://www.usability.gov/what-and-why/user-interface-design.html>
- Usability.gov. (n.d.-b). *User Interface Elements*. Usability.Gov. Retrieved January 20, 2021, from <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/user-interface-elements.html>
- UXPA. (n.d.). *About UX*. UXPA International. Retrieved January 20, 2021, from <https://uxpa.org/about-ux/>
- Valdellon, L. (2020). *What Are the Different Types of Mobile Apps?* CleverTap. <https://clevertap.com/blog/types-of-mobile-apps/>
- We Are Social. (2016). *Digital in 2016*. We Are Social. <https://wearesocial.com/special-reports/digital-in-2016>
- Williams, M. (2020). *Top 8 Best Backend Frameworks*. KeyCDN. <https://www.keycdn.com/blog/best-backend-frameworks>
- Wong, E. (2020). *Shneiderman's Eight Golden Rules Will Help You Design Better Interfaces*. Interaction Design Foundation (IxDF). <https://www.interaction-design.org/literature/article/shneiderman-s-eight-golden-rules-will-help-you-design-better-interfaces>
- Zielonka, K. (2020). *Guide on Backend Mobile App Development for App Owners in 2020*. Droids on Roids. <https://www.thedroidsonroids.com/blog/mobile-app-backend-development-guide-for-app-owners>

## Apêndices

### Apêndice 1 - Links dos diversos protótipos

#### **Wireframes**

Versão 1 – <https://invis.io/4H102RXYVCE6>

Versão 2 – <https://projects.invisionapp.com/prototype/cklc9y0ot0087le0178azwrre/play>

Versão 3 – <https://projects.invisionapp.com/prototype/ckll2mlfv00j8le01tr44xbkj/play>

#### **Protótipo**

Versão 1 –  
<https://projects.invisionapp.com/prototype/cklm769jw0010pc01cjmnbm6/play>

Versão 2 –  
<https://projects.invisionapp.com/prototype/ckq25u7w90007c801oqyugjef/play>

Versão 3 –  
<https://projects.invisionapp.com/prototype/ckq26ajdg000gck01s8w0bx2e/play>

#### **Aplicação final**

<https://uasmartspots.web.app/>

Nota – A aplicação deverá ser acedida através de um telemóvel, havendo a possibilidade de instalação. No sistema operativo Android, surgirá uma mensagem que permitirá adicionar de forma rápida a aplicação ao ecrã principal do *smartphone*. Se acedida através de um dispositivo iOS, será necessário recorrer à ação “Ecrã principal”, disponível através do botão de partilha (no Safari). No caso de se recorrer a um computador, deverá recorrer-se à opção inspecionar, escolhendo-se um dispositivo móvel, de forma a melhorar a experiência de utilização.

#### **Backoffice**

<http://gentle-wildwood-91366.herokuapp.com/>

## **Apêndice 2 - Focus Groups – Guião**

### **Guião de preparação e realização de Focus Groups**

**Sobre:** No âmbito da Unidade Curricular de Dissertação, no contexto do Mestrado em Comunicação Multimédia da Universidade de Aveiro, pretende-se idealizar e desenvolver uma plataforma que ajude os alunos do Departamento de Comunicação e Arte a encontrar e reservar de forma rápida um lugar ou sala de estudo. Numa primeira fase, é imprescindível o contacto próximo com o público-alvo, para realização de um levantamento de necessidades, de modo a se perceber quais as funcionalidades-chave esperadas pelos futuros utilizadores da aplicação e explorar novas ideias. Deste modo, realizar-se-ão 2 *focus groups* com alunos do departamento, cada um com um total de 4 participantes. Esta técnica de recolha de dados permitirá uma interação entre os diversos intervenientes, o que levará a um confronto positivo de opiniões e, por conseguinte, geração de novas ideias.

**Datas:** 6 e 19 de fevereiro

**Duração:** cerca de 1h30

**Plataforma:** Zoom, com utilização da ferramenta *Whiteboard*

**Participantes:** alunos do Departamento de Comunicação e Arte

### **Etapas**

#### Antes da sessão

Antes da realização da atividade, é necessário preparar todo o procedimento de forma prévia, de modo a que a sessão decorra sem problemas. Para isso, será necessário:

- Contactar os possíveis participantes, registando a sua disponibilidade e agendando as sessões;
- Criar as reuniões de Zoom e distribuir os respetivos *links* a cada participante;
- Construir os instrumentos de recolha de dados (questionário inicial, *canvas* e grelha de observação);
- Elaborar os consentimentos informados.

#### Durante a sessão

No dia da sessão, o responsável pela sua realização deverá comparecer mais cedo no *link* da mesma e, se necessário, lembrar os participantes escolhidos, de modo a evitar possíveis ausências à atividade e constrangimentos desnecessários. Assim que todos os participantes estiverem presentes, deve ser distribuído o consentimento informado, que deverá ser assinado de forma individual, permitindo assim uma recolha e posterior tratamento de dados, bem como a gravação da sessão. Quando as assinaturas estiverem recolhidas, iniciar-se-á a atividade, assim como a sua gravação.

### **Pré-experiência (15 minutos)**

A atividade deve principiar com a explicação do estudo e esclarecimento do problema de investigação, bem como dos objetivos da realização do *focus group*. De seguida, recolher-se-ão algumas informações sobre cada participante, através da

disponibilização de um pequeno questionário *online* do *google forms*<sup>16</sup>. As questões que constarão nesse inquérito serão relativas aos seguintes tópicos:

- Idade
- Curso
- Ano
- Locais de permanência no departamento, fora do período de aulas
- Tipo de atividades realizadas
- Acompanhamento

### Experiência (45 minutos)

Assim que todos os participantes terminarem o preenchimento do pequeno questionário de caracterização, poder-se-á iniciar o momento de experiência. Este começará com a projeção do *Whiteboard* da plataforma *Zoom*, que será dividido em três grandes grupos de recolha de informações, que corresponderão a três momentos com objetivos distintos:

- Compreensão das expectativas e necessidades dos participantes em relação ao problema proposto;
- Perceção de dimensões/características desejadas na futura aplicação (funcionalidades e detalhes gráficos);
- Recolha de possíveis ideias inovadoras;

EXPECTATIVAS E NECESSIDADES	DIMENSÕES					IDEIAS INOVADORAS
	CARACTERÍSTICAS					

Figura 110 - Canvas

Estes momentos serão conduzidos pelo moderador, que colocará questões aos participantes e solicitará que cada um registre no quadro (Figura 110) as ideias que for mencionando. A cada participante será atribuída uma cor, para que seja mais fácil uma distinção de quem escreveu o quê. O moderador deve ainda recolher, se possível, algumas notas durante toda a sessão, podendo para o efeito utilizar uma grelha de observação. O mesmo deve incentivar a participação de cada interveniente, de modo a dar fluidez à sessão e evitar momentos mais silenciosos.

<sup>16</sup> Questionário - <https://forms.gle/tWcudFdahdfxpptT7>

### **Pós-experiência (30 minutos)**

Concluído o momento de experiência, a sessão entrará na sua parte final. Aqui, serão apresentados aos participantes alguns ecrãs em estilo *wireframe* (numa versão diferente entre o 1º *Focus Group*<sup>17</sup> e 2º *Focus Group*<sup>18</sup>), construídos com base num estudo comparativo de algumas aplicações semelhantes ou com a mesma finalidade que se pretende atingir com o desenvolvimento do presente projeto de dissertação. Pedir-se-á aos participantes que façam alguns comentários relativamente aos ecrãs disponibilizados, de modo a que sejam validadas algumas ideias já concebidas. De seguida, solicitar-se-á ainda aos participantes que forneçam algumas sugestões para a designação da aplicação, aproveitando-se o momento para descomprimir e finalizar a sessão.

### Após a sessão

Uma vez concluída cada sessão, deve ser feita a transcrição de todos as notas registadas pelo moderador ao longo das diversas fases, bem como dos dados que foram registados no *canvas*. Esta transcrição deve ser feita para a grelha de observação e de forma o mais precoce possível, uma vez que, quanto mais cedo se realizar, maior será a quantidade de ideias que ainda estarão presentes e menor a quantidade de detalhes que serão esquecidos. O facto da sessão ser gravada facilitará este momento de registo, uma vez que a gravação poderá ser revisitada as vezes que sejam necessárias. De seguida, depois de realizados todos os *focus groups* previstos, deve passar-se para a análise e comparação de resultados. Nesta fase, devem ser procuradas tendências/padrões de resposta nos diferentes inquiridos, bem como identificar opiniões dispersas, de modo a recolher destas sessões as ideias que melhor representam as necessidades da comunidade. Concluído este processo, serão redigidas as conclusões e poder-se-á passar à próxima fase da investigação, que consistirá no desenho do protótipo de alta-fidelidade da aplicação proposta.

---

<sup>17</sup> 1º *Focus Group* - <https://invis.io/4H102RXYVCE6>

<sup>18</sup> 2º *Focus Group* - <https://projects.invisionapp.com/prototype/cklc9y0ot0087le0178azwrre/play>



### Apêndice 3 - Focus Groups - Consentimento informado

#### PARTICIPAÇÃO EM FOCUS GROUP SOBRE GESTÃO DE ESPAÇOS PARTILHADOS DO DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÃO E ARTE DA UNIVERSIDADE DE AVEIRO<sup>1</sup>

Obrigada por aceitar participar neste estudo.

Este documento descreve os objetivos da recolha de informação no contexto da dissertação de mestrado sobre “Gestão de espaços partilhados”, que está a ser desenvolvida pela aluna Rita Pinho, da Universidade de Aveiro, sob coordenação do Professor Doutor José Nunes. Este documento esclarece também acerca do seu envolvimento e direitos como participante.

1. Finalidade do estudo: realizar um levantamento de necessidades dos alunos do Departamento de Comunicação e Arte, relativamente ao problema de gestão e organização dos seus espaços. Pretende-se ainda perceber quais as funcionalidades chave e características desejadas pelo público-alvo, no que toca a uma aplicação de reserva de lugares ou salas de estudo.
2. Método de recolha de dados: a informação para este estudo será recolhida através de vários *focus groups* em formato *online*, na plataforma *Zoom*. Se consentido pelos participantes, a sessão será gravada através da ferramenta de gravação de ecrã da plataforma escolhida, de modo a serem registados os comentários feitos pelos participantes, proporcionando uma análise mais fidedigna do seu conteúdo.
3. Confidencialidade e uso da informação: A informação recolhida será tratada e divulgada de forma agregada e unicamente para fins científicos. Os registos do *focus group* serão mantidos em total confidencialidade. Apenas a investigadora envolvida, e obrigada a sigilo, terá acesso aos registos gravados. Se desejar, poderá receber uma cópia da transcrição do grupo focal, para que tenha a oportunidade de sugerir correções ou alterações.
4. Participação voluntária: A sua participação é completamente voluntária e a decisão de não participar, total ou parcialmente, não lhe trará qualquer prejuízo. Poderá desistir a qualquer momento e, se preferir, a informação que tenha sido recolhida será imediatamente destruída.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Declaro que:

- i) Recebi uma cópia deste documento.
- ii) Li e compreendi a informação que consta neste documento e que fui devidamente informado/a e esclarecido/a acerca dos objetivos e das condições de participação neste estudo.
- iii) Tive oportunidade de realizar perguntas e de ser esclarecido(a) acerca de outros aspetos.
- iv) E que, como tal, aceito participar voluntariamente neste estudo nas opções abaixo assinaladas:

Permitindo a gravação da sessão - vídeo do ecrã com voz do(s) participante(s) - do *focus group*

Não permitindo a gravação da sessão

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O/a participante: \_\_\_\_\_

Pela equipa de investigação: \_\_\_\_\_

Gostaria de ter acesso/conhecimento dos resultados deste estudo?  Sim  Não

Email para disponibilização de resultados:

\_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Documento adaptado de modelo utilizado no projeto CeNTER ([center.web.ua.pt](http://center.web.ua.pt))

## Apêndice 4 - Avaliações UX – Guião

### Guião de preparação e realização de entrevistas individuais de avaliação UX

**Sobre:** No âmbito da Unidade Curricular de Dissertação, no contexto do Mestrado em Comunicação Multimédia da Universidade de Aveiro, pretende-se idealizar e desenvolver uma plataforma que ajude os alunos do Departamento de Comunicação e Arte a encontrar e reservar, de forma rápida, um lugar ou sala de estudo. Na segunda fase do estudo, é imprescindível o contacto próximo com o público-alvo, para avaliação de um protótipo de alta-fidelidade, a fim de avaliar a experiência de utilização do mesmo, recolhendo informações relativas à interface e facilidade de execução de determinados cenários de utilização. Pretendem-se realizar 30 entrevistas individuais com alunos do departamento, para que seja possível recolher informações pertinentes relativamente a diferentes categorias de análise. Esta técnica de recolha de dados permitirá entender a perspetiva de cada utilizador referente ao protótipo concebido, permitindo a realização de correções ao mesmo.

**Datas:** 19/3/2021 a 29/3/2021

**Duração:** cerca de 40 minutos

**Plataforma:** Microsoft Teams

**Participantes:** alunos do Departamento de Comunicação e Arte

### Etapas

#### Antes da sessão

Antes da realização da atividade, é necessário preparar todo o procedimento, para a que a sessão decorra sem problemas. Para isso, será necessário:

- Contactar os possíveis participantes, registando a sua disponibilidade e agendando as sessões;
- Criar as reuniões e distribuir os respetivos *links* a cada participante;
- Conceber cenários de utilização do protótipo;
- Construir os instrumentos de recolha de dados (questionário inicial e grelha de observação);
- Escolher um método de avaliação de experiência;
- Elaborar os consentimentos informados.

#### Durante a sessão

No dia da sessão, o responsável pela sua realização deverá comparecer mais cedo no *link* da mesma e, se necessário, lembrar o participante escolhido, de modo a evitar possíveis ausências à atividade e constrangimentos desnecessários. Assim que o participante estiver presente, deve ser distribuído o consentimento informado, que deverá ser assinado, permitindo assim uma recolha e posterior tratamento de dados, bem como a gravação da sessão. Quando a assinatura estiver recolhida, iniciar-se-á a atividade, bem como a sua gravação.

A atividade deve principiar com a explicação do estudo e esclarecimento do problema de investigação, bem como dos objetivos da realização da entrevista de avaliação UX. Depois, recolher-se-ão algumas informações sobre o participante, através

da disponibilização de um pequeno questionário *online* do *google forms*<sup>19</sup>. As questões que constarão nesse inquérito serão relativas aos seguintes tópicos:

Idade;

- Curso;
- Ano;
- Locais de permanência no departamento, fora do período de aulas;
- Tipo de atividades realizadas;
- Acompanhamento.

### **Experiência (30 minutos)**

Assim que o participante terminar o preenchimento do pequeno questionário de caracterização, poder-se-á iniciar o momento de experiência. Aqui, deve ser distribuído ao participante um *link*<sup>20</sup>, que deverá ser acedido através do seu computador, onde este poderá visualizar o protótipo da aplicação. O participante deverá projetar o seu ecrã, de forma a que seja possível ao entrevistador visualizar as suas ações através da projeção. De seguida, o entrevistador irá descrever um cenário de cada vez, que o participante terá de completar, expressando em voz alta o porquê de efetuar as tarefas de certo modo, assim como a forma como se está a sentir ao executá-las.

#### Cenários de utilização do protótipo

##### **1 – Registo**

És aluno da Universidade de Aveiro e ouviste falar de uma nova aplicação, que permite a reserva de lugares ou salas no teu departamento. Como tal, decides fazer registo na mesma.

##### **2 – Reservar lugar na 40.2.5**

Imagina que acabaste de chegar ao DeCA e precisas de um lugar para estudar. Para isso, vais proceder à realização de uma reserva de um lugar, na sala 40.2.5.

##### **3 – Reserva sala 40.1.14**

De seguida, vais reservar a sala 40.1.14, para realização de um trabalho de grupo no dia 15 de abril. No entanto, desta vez deves utilizar um método diferente do anterior para a efetivação da reserva.

##### **4 – Cancelamento da reserva da sala 40.1.14**

Entretanto, o teu trabalho de grupo já não vai ser realizado na UA. Como tal, precisas de remover a reserva que acabaste de fazer.

##### **5 - Fazer check-in no lugar 40.2.5.2**

O tempo passou e já está na hora da reserva que efetuaste há bocado. Podes dar entrada no lugar reservado, na 40.2.5.

---

<sup>19</sup> Questionário - <https://forms.gle/mtAe9xJzy8rRcXCq8>

<sup>20</sup> Protótipo - <https://projects.invisionapp.com/prototype/cklm769jw0010pc01cjmnbm6/play>

## **6 – Ler notificação e prolongar a reserva**

Passou uma hora e a tua reserva está quase a acabar. Recebes uma notificação e decides assegurar o lugar por mais uma hora.

## **7 – Fazer *check-out***

A tua reserva está a chegar ao fim, sendo que te decides ir embora, fazendo o *check-out*.

## **8 – Renovação de reserva**

É época de projeto e tens reservado a mesma sala várias vezes, num horário semelhante. Para a renovação de uma reserva já efetuada, deves consultar a área da aplicação que o permite fazer, realizando uma reserva para o dia 14 de junho, na sala 21.2.10.

## **9 – Alteração de reserva**

De seguida, reparas que te enganaste na seleção do dia da reserva que acabaste de realizar. Para isso, alteras a mesma para o dia 19 de junho.

## **10 – Ler notificação e fazer *check-in* na sala 21.2.10**

Entretanto já está quase na hora da tua reserva. Recebes uma notificação e dás entrada na sala que reservaste.

## **11 – Fazer *check-out***

A tua reserva está a chegar ao fim, sendo que te decides ir embora, fazendo o *check-out*.

## **12 – Consultar ajuda e regulamento**

Estás com dúvidas relativamente ao processo e regras de *check-in*. Para isso, deves consultar a página de ajuda e de seguida o regulamento, para entenderes melhor como se processa esta ação.

## **13 – Desativar as notificações de *check-out***

Estás cansado de receber notificações de *check-out* e decides desativá-las.

## **14 – Editar o perfil**

Agora vais alterar as tuas informações de perfil.

## **15 – Logout**

Por fim, podes realizar o check-out.

Nesta fase, o entrevistador deverá deixar o participante relatar a sua experiência, intervindo apenas quando necessário. Deve ainda recolher notas durante toda a sessão, registando-as através de uma grelha de observação.

## **Pós-experiência (5 minutos)**

Concluído o momento de experiência, a sessão entrará na sua parte final. Nesta fase, será utilizado um método de avaliação UX pós-uso, o *Method of Assessment of*

eXperience (MAX) (Figura 111), que ajudará, de forma rápida, fácil e dinâmica, a perceber a experiência dos utilizadores relativamente a 4 categorias fundamentais (Cavalcante et al., 2015):

- a emoção;
- a facilidade de uso;
- a utilidade;
- a intenção de uso.

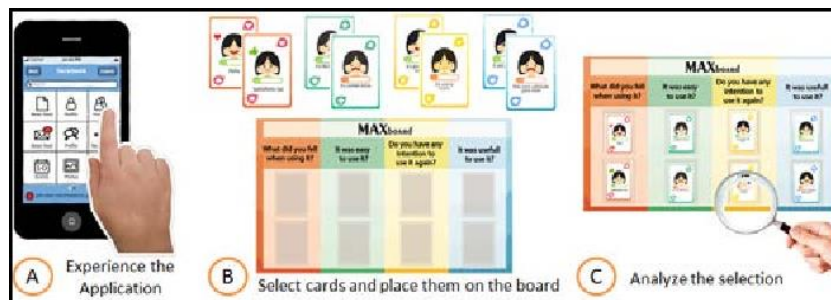


Figura 111 - Ilustração do processo de avaliação com recurso ao método MAX (Cavalcante et al., 2015)

A sessão terminará assim que estiver completo o momento de pós-experiência, agradecendo-se ao participante pela sua disponibilidade.

#### Após a sessão

Uma vez concluída cada entrevista, devem ser transcritas todas as notas registadas pelo moderador ao longo das diversas fases. Esta transcrição deve ser realizada o mais precocemente possível na grelha de observação, uma vez que, quanto mais cedo ocorrer, maior será a quantidade de ideias que ainda estarão presentes e menor o número de detalhes que serão esquecidos. O facto da sessão ser gravada facilitará este momento de registo, uma vez que a gravação poderá ser revisitada as vezes que sejam necessárias. Depois de realizadas todas as avaliações UX previstas, deve passar-se para a análise e comparação de resultados. Nesta fase, deve-se tentar perceber quais os cenários que foram executados de forma mais eficiente e quais os problemas encontrados, quer ao nível de interface quer de execução de tarefas. Desta forma, poder-se-ão entender quais os pontos que precisam de ser melhorados, para se poder passar á próxima fase da investigação, que consistirá na implementação da aplicação, de forma funcional.

## Apêndice 5 - Avaliações UX - Consentimento informado

### PARTICIPAÇÃO EM ENTREVISTA INDIVIDUAL DE AVALIAÇÃO DE USER EXPERIENCE DE PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO<sup>1</sup>

Obrigada por aceitar participar neste estudo.

Este documento descreve os objetivos da recolha de informação no contexto da dissertação de mestrado sobre “Gestão de espaços partilhados”, que está a ser desenvolvida pela aluna Rita Pinho, da Universidade de Aveiro, sob coordenação do Professor Doutor José Nunes. Este documento esclarece também acerca do seu envolvimento e direitos como participante.

1. Finalidade do estudo: avaliar, seguindo princípios de *User Experience*, um protótipo de uma aplicação para gestão de espaços partilhados no Departamento de Comunicação e Arte, da Universidade de Aveiro. Pretende-se avaliar a experiência de utilização do produto, recolhendo informações relativas à interface e facilidade de execução de determinados cenários de utilização.
2. Método de recolha de dados: a informação para este estudo será recolhida através de uma entrevista individual em formato *online*, na plataforma *Zoom*. Se consentido pelo participante, a sessão será gravada através da ferramenta de gravação de ecrã da plataforma escolhida, de modo a serem registados os comentários feitos pelo participante, proporcionando uma análise mais fidedigna do seu conteúdo.
3. Confidencialidade e uso da informação: A informação recolhida será tratada e divulgada de forma agregada e unicamente para fins científicos. Os registos da entrevista serão mantidos em total confidencialidade. Apenas a investigadora envolvida, e obrigada a sigilo, terá acesso aos registos gravados. Se desejar, poderá receber uma cópia da transcrição da entrevista, para que tenha a oportunidade de sugerir correções ou alterações.
4. Participação voluntária: A sua participação é completamente voluntária e a decisão de não participar, total ou parcialmente, não lhe trará qualquer prejuízo. Poderá desistir a qualquer momento e, se preferir, a informação que tenha sido recolhida será imediatamente destruída.

### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Declaro que:

- i) Recebi uma cópia deste documento.
- ii) Li e compreendi a informação que consta neste documento e que fui devidamente informado/a e esclarecido/a acerca dos objetivos e das condições de participação neste estudo.
- iii) Tive oportunidade de realizar perguntas e de ser esclarecido(a) acerca de outros aspetos.
- iv) E que, como tal, aceito participar voluntariamente neste estudo nas opções abaixo assinaladas:

Permitindo a gravação da sessão - vídeo do ecrã com voz do participante

Não permitindo a gravação de ecrã da entrevista

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O/a participante: \_\_\_\_\_

Pela equipa de investigação: \_\_\_\_\_

Gostaria de ter acesso/conhecimento dos resultados deste estudo?  Sim  Não

Email para disponibilização de resultados: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Documento adaptado de modelo utilizado no projeto CeNTER ([center.web.ua.pt](http://center.web.ua.pt))

Apêndice 6 - Lista de QR Codes para realização de *check-in*



Figura 112 - QR Code 40.1.8



Figura 113 - QR Code 40.1.14



Figura 114 - QR Code 40.2.11



Figura 115 - QR Code 40.2.15



Figura 116 - QR Code 40.3.9



Figura 117 - QR Code 40.3.16